



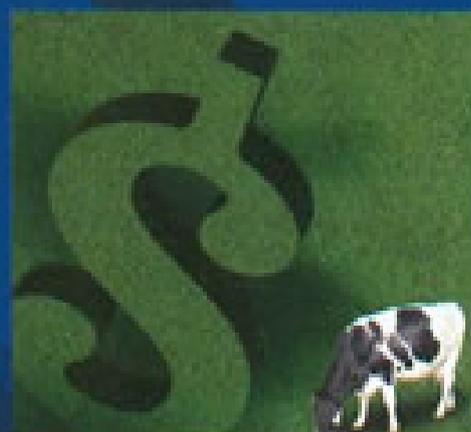
GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y REROS



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

SEMINARIO HAGAMOS DE LA LECHERIA UN MEJOR NEGOCIO

Puerto Varas, 28 de Agosto de 2003
Osorno, 02 de Septiembre de 2003
Valdivia, 04 de Septiembre de 2003



EDITORES
NOLBERTO TEUBER K.
HECTOR URIBE M.
LUIS OPAZO R.

SERIE ACTAS INIA - Nº 24

RECURSOS FORRAJEROS EN PRODUCCION DE LECHE

I. Balance alimenticio con los recursos del sur

Nolberto Teuber K.¹ y Oscar Balocchi L.²
Ingenieros Agrónomos, Ph.D.

¹: INIA Remehue, Osorno.

²: Universidad Austral de Chile, Valdivia.

1. INTRODUCCION

En la Región de Los Lagos existen cerca de 1,35 millones de hectáreas de praderas; de las cuales un 50% son naturalizadas, un 39% son mejoradas y tan sólo un 11% corresponden a la categoría de sembradas. Según Balocchi (1999), alrededor del 45% de la superficie total de praderas de la región se destina a la producción de leche, recurso que constituye la base alimenticia más importante de este rubro en la zona sur.

La productividad anual de las praderas varía significativamente entre los distintos tipos de praderas (naturalizadas, mejoradas y sembradas) y entre áreas agroclimáticas.

Los sistemas de producción de leche con vacas a pastoreo exigen praderas permanentes y de rotación corta (anuales y bianuales) que aporten alta cantidad de materia seca y una calidad nutritiva relativamente uniforme durante el año. Sin embargo, tal premisa no es posible debido a la desigual distribución de la producción de la pradera; lo que se traduce en excedentes y déficit en la disponibilidad de forraje en las diferentes épocas del año.

La distribución estacional del forraje, el manejo de los excedentes de la producción, la aplicación estratégica de nitrógeno en las praderas de pastoreo y su complementación con diferentes recursos forrajeros suplementarios, son los principales objetivos de esta presentación.

2. CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRADERA PERMANENTE EN DIFERENTES ÁREAS AGROCLIMÁTICAS

El nivel de fertilidad del suelo y las características del clima definen la productividad de las praderas en cualquier ecosistema. Así, en el Cuadro 1 se muestra que según la ubicación geográfica, se producen diferencias en el rendimiento anual de materia seca de las praderas permanentes.

Los resultados indicados en el Cuadro 1 se obtuvieron en praderas permanentes desarrolladas en suelos sin limitaciones de fertilidad; excepto la pradera naturalizada evaluada en el suelo Ñadi Frutillar que presentaba limitaciones físicas y químicas.

La condición ecológica y la fertilidad del suelo definen el crecimiento de las praderas, el que varía según la estación climática. Esto produce una diferenciación en la distribución de la producción de forraje durante el año.

En el Cuadro 1 se observan importantes diferencias en la tasa de crecimiento entre las épocas del año. También existen diferencias productivas entre la zona norte (Provincia de Valdivia) y sur de la Décima Región (Provincia de Llanquihue). En términos generales se puede mencionar que las praderas permanentes mejoradas de esta región producen entre el 40 y el 50% de su rendimiento anual durante los meses de primavera; excepto las praderas del Ñadi Frutillar que presentan su mayor contribución hacia el final de la primavera y parte del verano.

En la primavera y a veces también en la primera parte del verano, en la mayoría de las praderas se registran altas tasas de crecimiento, lo que se traduce en un volumen de forraje tal que no es posible de controlar exclusivamente en pastoreo, provocando un inevitable excedente de materia seca en estos período del año.

Cuadro 1. Tasa diaria de crecimiento (kg MS/ha) y rendimiento anual (ton MS/ha) de las praderas permanentes desarrolladas en diferentes áreas de la Décima Región. Tasa mínima y máxima en cada estación climática.

Áreas agroclimáticas	Comuna o zona	Tipo de pradera	Tasa diaria (kg MS/ha)				Rendimiento anual (ton MS/ha)
			Invier.	Prim.	Ver.	Oto.	
Costa ¹	Osorno	Sembrada	4-14	37-57	0-7	12-21	7,0
Llano longitudinal, Año húmedo ¹	Osorno	Sembrada	8-16	55-72	39-49	23-42	14,0
	Osorno	Sembrada	8-16	55-72	1-6	23-42	9,2
Precord. andina ¹	Puyehue	Sembrada	3-8	46-66	15-50	9-34	10,5
Ñadi ²	Frutillar	Sembrada	5-9	17-65	39-81	17-35	12,1
Ñadi ²	Frutillar	Naturalizada	0-2	4-18	25-31	3-11	4,1
Xa. Reg. Norte ³	Mariquina	Mejorada	10-17	30-52	3-34	12-32	8,8
Xa. Región Sur ³	Fresia-Casma	Mejorada	9-18	28-47	35-38	23-42	11,1

1: Adaptado de Teuber y Bernier (2002); 2: Teuber y Alfaro (datos no publicados); 3: Adaptado de Pinochet (1999).

3. MANEJO DEL EXCEDENTE

Las praderas permanentes con predominio de ballica perenne y trébol blanco presentan alta aptitud para ser utilizadas exclusivamente en pastoreo. Sin embargo, no siempre este manejo es posible de realizar y por ello es necesario someterla a corte para conservación cuando se producen excedentes de forraje, principalmente, a consecuencia de altas tasas de crecimiento que ocurren en la época de primavera (Cuadro 1).

El corte para ensilaje al inicio del estado reproductivo de las ballicas es el manejo de conservación más recomendable. Por el contrario, la henificación de las praderas de pastoreo debería en lo posible evitarse, porque es una labor altamente degradante, tanto botánica como productivamente.

En el Cuadro 2 se presentan los principales resultados obtenidos en el rendimiento y calidad nutritiva de una pradera mixta conservada para ensilaje con distinto tiempo de rezago.

Cuadro 2. Estado fenológico, período de rezago, rendimiento de materia seca y calidad nutritiva de la pradera mixta (ballica perenne y trébol blanco) al corte para ensilaje.

Estado Fenológico	Período de rezago (días)	Rendimiento (ton MS/ha)	Materia seca (%)	Proteína total (%)	EM (Mcal/kg)
Bota	54	3,42	17,4	16,3	2,58
Inicio de espiga	63	5,09	19,1	13,9	2,44
Inicio de floración	79	7,26	22,1	9,8	2,00
Grano lechoso	94	7,80	28,8	8,6	1,95
Grano harinoso	113	6,42	39,2	7,5	1,94

Fuente: Teuber (2001).

El rezago de la pradera mixta se inició durante la segunda semana de septiembre y la evaluación de rendimiento y calidad nutritiva se realizó en los diferentes estados fenológicos indicados en el Cuadro 2.

Los resultados obtenidos muestran que entre el estado fenológico de bota e inicio de espiga en la ballica perenne es el estado de desarrollo donde se obtiene la mejor relación entre el contenido de proteína total (entre 16,3 y 13,9%) y el aporte energético del forraje (entre 2,58 y 2,44Mcal/kg). Además, entre ambos estados de desarrollo se obtiene un adecuado contenido de materia seca (17,4 a 19,1%) y un buen rendimiento de materia seca (entre 3,42 y 5,09kg/ha); lo que ocurre entre los 54 y 63 días de rezago.

A pesar del mayor rendimiento que se obtiene al rezagar por más de 63 días; este manejo no es recomendable porque al aumentar el período de rezago más allá de dos meses, se deteriora la calidad proteica y energética del forraje cosechado. Como consecuencia de lo anterior, se reduce la capacidad de recuperación o rebrote de la pradera, como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Período de rezago y rendimiento de materia seca en el rebrote de la pradera mixta posterior al corte para ensilaje.

Estado fenológico	Corte ensilaje	1 ^{era} utilización post ensilaje		Total del período ¹ y ² (días)
	Período de rezago (días) ¹	Rebrote (días) ²	Rendimiento (ton MS/ha)	
Bota	54	38	3,11	92
Inicio espiga	63	53	2,29	116
Inicio floración	79	67	0,85	146
Grano lechoso	94	53	0,58	147
Grano harinoso	113	35	0,08	148

Fuente: Teuber (2001).

La pradera mixta sometida a cortes para ensilaje en diferentes estados de desarrollo fenológico durante la primavera, presenta distinta capacidad de recuperación luego del corte, como se muestra en el Cuadro 3.

Es destacable el rendimiento obtenido al primer pastoreo después del ensilaje en los dos primeros estados fenológicos de cosecha (bota e inicio de espiga). En el estado de bota, la pradera fue cosechada para ensilaje luego de 54 días de rezago y permaneció en descanso por otros 38 días hasta reiniciar su utilización en pastoreo con vacas lecheras, donde se obtuvo un rendimiento de 3,11ton/ha de materia seca disponible.

El rebrote del segundo estado fenológico (Inicio de espiga), tuvo similar comportamiento que el estado fenológico más precoz (bota). Sin embargo, se obtuvo menor rendimiento de materia seca (2,29ton/ha) con mayor tiempo de rebrote (53 días de rezago) para realizar el primer pastoreo después del corte de conservación (Cuadro 3).

La recuperación de la pradera cuando fue cortada para ensilaje al inicio de la floración de la ballica (79 días de rezago), presentó muy pobre capacidad de rebrote. Lo anterior agravado por las adversas condiciones ambientales y la reducción normal de la humedad disponible en el suelo que se espera a partir del mes de diciembre.

La postergación en la fecha de corte para conservación o, dicho de otra forma, el aumento del estado fenológico, deteriora significativamente el aporte de la ballica perenne, tanto al corte para ensilaje como en el rebrote o en la primera utilización posterior a la cosecha. Los resultados se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Composición botánica (% base peso seco) de la pradera mixta al corte como ensilaje y en el primer pastoreo posterior al corte.

Estado fenológico	Al corte de ensilaje		Al primer pastoreo <i>post</i> corte	
	Ballica perenne	Trébol blanco	Ballica perenne	Trébol blanco
Bota	84	7	45	24
Inicio espiga	80	6	48	6
Inicio floración	79	5	57	3
Grano lechoso	70	9	58	4
Grano harinoso	38	12	18	1

Fuente: Teuber (2001).

La disminución en el contenido de ballica perenne en la pradera es mayor, cuando el desarrollo fenológico de la ballica pasa desde el estado vegetativo al reproductivo. Esto significa disminuir desde un 80% o más, en el inicio de la emisión de la espiga y el estado de bota, hasta un 38% en el estado más maduro, donde el grano es harinoso, como se indica en el Cuadro 4.

La pradera mixta conservada en los primeros estados de desarrollo de la ballica permite un rebrote más rápido y estimula la contribución de trébol blanco; especialmente cuando la cosecha se realiza en el estado de bota, donde la leguminosa aporta el 24% del forraje total al momento de reiniciar su utilización en pastoreo, como lo demuestran los resultados obtenidos

por Teuber (2001). Por el otro lado, en una cosecha muy tardía ocurren fuertes pérdidas de rendimiento y calidad del forraje, principalmente por efecto de “tendedura” en la ballica. Esto produce una drástica reducción, tanto en el aporte de la gramínea como en la leguminosa (Cuadro 4).

Como resumen se puede indicar que un período prolongado de rezago no es el mejor manejo para una pradera permanente con dominio de especies forrajeras adaptadas al pastoreo.

Cuando el excedente productivo de una pradera mixta debe conservarse, el período de rezago no debería superar los 60 días. El momento de corte más apropiado para realizar el ensilaje de una pradera permanente está entre el estado de bota e inicio de la espiga en la ballica perenne. Aquí se obtiene un buen equilibrio entre rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del material a conservar.

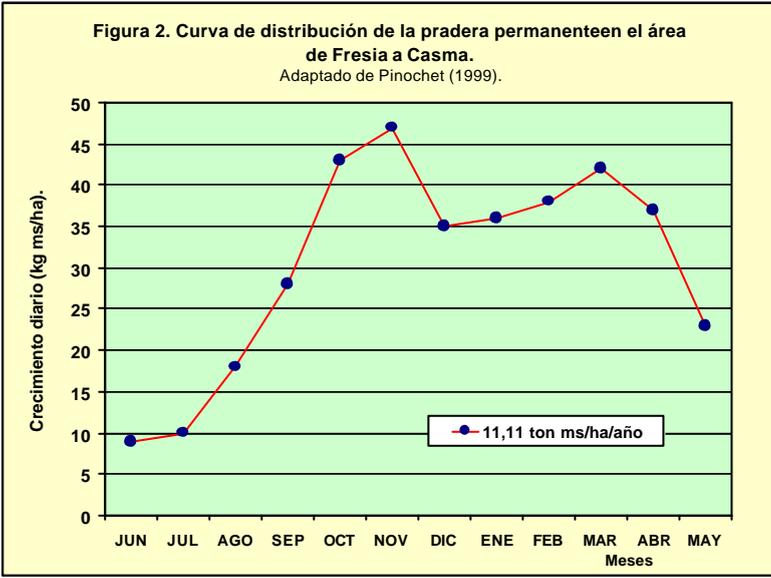
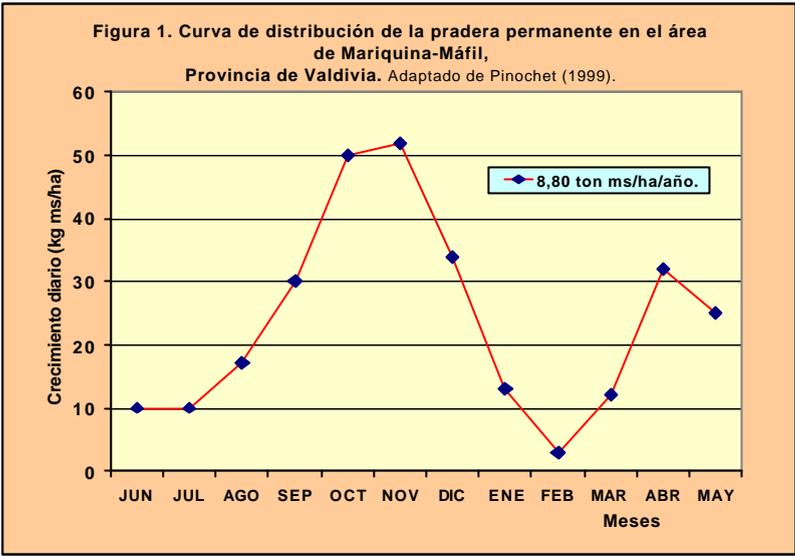
Además, la realización del corte en los estados más precoces de la ballica perenne (anterior al inicio de la floración), estimula una rápida recuperación productiva y botánica de la pradera, lográndose mayor persistencia de las especies mejoradas.

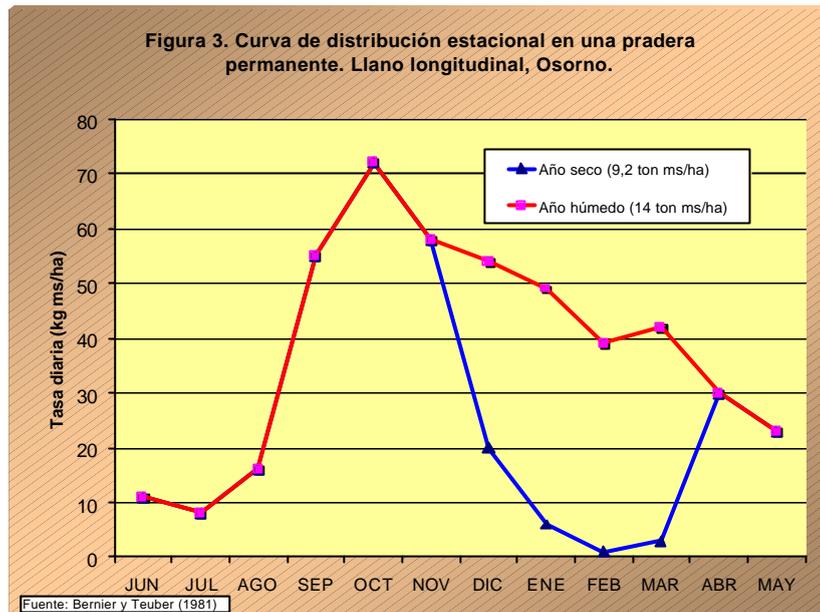
4. PERIODOS CRITICOS EN LA PRODUCCION DE LAS PRADERAS PERMANENTES

En términos generales, las praderas permanentes que se desarrollan en el sur de Chile presentan dos períodos críticos a través del año. El más importante es el que ocurre en invierno y el otro se produce ocasionalmente durante el período de verano. Ambos períodos se caracterizan por la baja tasa de crecimiento que presentan las praderas permanentes en esas épocas (Cuadro 1).

La producción de las praderas en las épocas críticas no cubre el requerimiento alimenticio y nutritivo de los animales, lo que obliga a complementar la alimentación con forrajes suplementarios. Las especies más comúnmente utilizados en los sistemas lecheros son diferentes según la ubicación geográfica del predio. De este modo es posible marcar alguna diferencia entre la zona norte y sur de la Décima Región.

El régimen pluviométrico que presenta la región define la distribución estacional en la producción de las praderas durante el año; especialmente en verano, donde se presenta una marcada diferencia productiva en magnitud y distribución entre el área geográfica norte (Mariquina a Máfil) en la Figura 1 y la zona sur (Fresia a Casma) en la Figura 2.





La mayor diferencia en la tasa de crecimiento entre el área norte y sur de la Décima Región ocurre en la época de verano, como claramente se observa al comparar la distribución de la producción que se indica en la Figura 1 y 2. En el Llano Longitudinal de Osorno se presenta la situación intermedia. Sin embargo, en veranos con baja precipitación efectiva las tasas diarias de crecimiento se asemejan a aquellas del sector norte, en los meses de enero a marzo; en cambio, cuando ocurre un verano húmedo, el crecimiento de las praderas es más parecido al obtenido en el área sur de la región, como se aprecia en la Figura 3.

5. USO ESTRATEGICO DE NITROGENO

Cuando los factores limitantes en la fertilidad del suelo se han solucionado y se han corregido los graves problemas productivos que provoca un sustrato con bajo nivel de fósforo disponible y alta toxicidad por aluminio, es posible utilizar nitrógeno en forma estratégica durante el período de crecimiento vegetal activo, que normalmente ocurre en primavera e inicio de otoño.

El nitrógeno es el elemento nutritivo que estimula el crecimiento de las plantas; por lo tanto, este nutriente es una útil herramienta para el manejo productivo de las praderas a pastoreo.

El efecto económico más importante se logra al aplicar el nitrógeno cuando las condiciones ambientales de temperatura, humedad y radiación solar son adecuadas para el crecimiento vegetal. El uso estratégico de nitrógeno tiene relación con la oportunidad y la cantidad del nutriente aplicado, como lo indican Dumont y Lanuza (1993) y Teuber *et al.* (1997). Resultados experimentales obtenidos en el Llano Longitudinal de Osorno se indican en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Efecto del nitrógeno en el rendimiento estacional de materia seca, en la eficiencia de conversión y en la eficiencia de utilización del forraje disponible (%) en una pradera de ballica perenne y trébol blanco utilizada con vacas lecheras.

	Nitrógeno	Primav.	Verano	Otoño	Invierno	Total
Rendimiento neto (ton ms/ha)*	Con	7,14	1,25	2,30	0,51	11,20
	Sin	4,85	0,88	1,42	0,31	7,46
Incremento con nitrógeno (%)		47	42	62	65	50
Utilizaciones (N°)		4	1	2	1	8
Frecuencia de utilización (días)		23	91	46	91	
Eficiencia de conversión						
(kg ms producido/kg N aplicado)		19,1	12,3	14,7	6,7	15,6
Eficiencia de utilización (%)		79	54	56	82	69
Precipitación (mm)						
Período experimental		204	84	358	343	989
Promedio 20 años Remehue, Osorno		245	144	380	509	1278

Adaptado de Teuber, Alfaro y Angulo (1997). *: Rendimiento neto es la diferencia entre la disponibilidad al ingreso (pre pastoreo) y el residuo (post-pastoreo).

En el Cuadro 5 se indica que el nitrógeno incrementó el rendimiento de materia seca en un rango que está entre 42% en verano y 65% en invierno. Sin embargo, la mejor respuesta productiva en términos de volumen de forraje producido ocurrió en primavera (47% de incremento) y en otoño (62% extra), épocas del año en que se obtuvieron 19,1 y 14,7 kilogramos de materia seca por cada kilogramo de nitrógeno aplicado, respectivamente.

La respuesta productiva de la pradera permanente al nitrógeno aplicado en el verano fue importante (42% de incremento), pero muy dependiente de la disponibilidad de agua en el suelo. Sin embargo, en un verano húmedo o de suficiente precipitación, es posible lograr una respuesta productiva.

6. PLAN FORRAJERO

Con el fin de definir un sistema lechero competitivo y sustentable basado en la utilización de praderas en pastoreo, es fundamental el suministro de forraje abundante y de alta calidad durante el año. Esto en gran medida se logra a través de la utilización de las praderas permanentes y de rotación corta; sin embargo ambos tipos de praderas, aún cuando pueden complementarse, no aportan todo el forraje que necesitan los sistemas lecheros. Lo anterior se debe, fundamentalmente, al reducido crecimiento que ocurre en invierno y cada vez con mayor frecuencia, también durante el verano.

Por lo anteriormente indicado, los sistemas productivos de leche exigen el empleo de otras alternativas forrajeras o cultivos suplementarios para enfrentar el déficit estacional de forraje; conformando planes o balances alimenticios que incluyen especies con características productivas algo diferentes entre el área norte y sur de la Décima Región. Estas diferencias se deben principalmente a las características del suelo y del clima.

Como se observa en la Figura 4, existe una variada gama de cultivos suplementarios que presentan posibilidades de ser utilizados en los sistemas de producción de leche en la zona sur de Chile. Sin embargo, cada productor debe tomar la decisión de adoptar aquel que presente las mejores características productivas, nutritivas y económicas; y además que se complemente en mejor forma a las características y necesidades de su sistema productivo.

En la Figura 4 también se puede observar con claridad que existen numerosos cultivos suplementarios cuya utilización ocurre durante el período estival, donde normalmente se presentan los mayores problemas de falta de forraje en las lecherías de la zona sur. Entre los cultivos de mayor importancia relativa para suplir el déficit estival se indica la alfalfa (“soiling”), el trébol rosado (solo y/o en mezcla con ballicas) y los nabos y colinabos para consumo en utilización directa. Para suplir las necesidades alimenticias de invierno, los principales cultivos suplementarios o los más utilizados en consumo directo son: col forrajera, avena (sola o en mezcla con ballicas de rotación corta) y ballicas de rotación corta (anuales o bianuales).

La falta de forraje que se produce tanto en invierno como en verano, también se puede suplir con la cosecha del excedente de las praderas permanentes al conservarse como ensilaje. Si lo anterior no es posible, dicho déficit se puede solucionar mediante el corte y conservación de otros cultivos forrajeros; destacándose el maíz forrajero, alfalfa, ballicas de rotación corta, avena, trébol rosado+ballicas y cebada para ensilaje (Figura 4). El rendimiento anual de materia seca de los diferentes cultivos suplementarios se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 6. Rendimiento anual en diferentes cultivos forrajeros suplementarios en el área norte y sur de la Décima Región.

Cultivos suplementarios	Area norte de Osorno	Area sur de Osorno
	(ton MS/ha/año)	
Col forrajera	8,0 (±2,0)	8,5 (±3,0)
Remolacha forrajera	15,0 (±3,0)	13,0 (±2,0)
Avena forrajera	12,3 (±2,3)	12,0 (±2,0)
Lupino	10,0 (±2,0)	12,0 (±1,5)
Maíz ensilaje	14,5 (±2,5)	14,0 (±3,0)
Sorgo	12,0 (±2,0)	13,0 (±2,0)
Arveja forrajera	8,2 (±1,8)	-----
Alfalfa	13,0 (±2,0)	14,0 (±2,0)
Ballica anual	12,3 (±2,3)	13,5 (±1,5)
Trébol rosado + ballicas	13,0 (±2,0)	12,0 (±1,0)
Cebada ensilaje	13,0 (±1,5)	12,5 (±2,0)
Triticale ensilaje	14,0 (±2,0)	13,0 (±2,0)
Nabos	-----	12,0 (±2,5)

Fuente: Antecedentes obtenidos por INIA Remehue, Universidad Austral de Chile y empresas privadas.

El rendimiento anual de materia seca en los diferentes cultivos suplementarios más frecuentemente utilizados en la zona sur, en promedio está entre 12 y 14ton/ha; desviándose 1,5 a 3,0 toneladas por sobre o bajo los valores promedio indicados en el Cuadro 6.

A pesar del alto potencial de rendimiento logrado en un corto periodo de tiempo, la mayoría de los cultivos suplementarios presentan elevado costo, como se indica en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Rendimiento anual de materia seca y costo unitario en diferentes cultivos suplementarios desarrollados en la Décima Región. Valores estimados¹.

Cultivos suplementarios	Rango de rendimiento (ton MS/ha)	Como ofrecido (\$/kg MS)	Ensilaje (\$/kg MS)	Heno (\$/kg MS)	“Soiling” (\$/kg MS)
Avena forrajera	10,00	34	46		42
	11,00	31	42		39
Ballica anual	12,00	34	45		42
	14,00	30	41		38
Ballica bianual	12,00	15	26		23
	14,00	13	24		21
Avena + ballicas	11,00	33	55		46
	15,00	24	40		35
Maíz ensilaje	14,00	38	47		46
	18,00	30	36		38
Alfalfa	12,00	22	33	40	30
	14,00	19	31	34	26
Trébol rosado + ballicas	11,00	25	36	43	33
	14,00	20	30	34	26
Cebada ensilaje	10,00	42	50		
	15,00	28	33		
Triticale ensilaje	10,00	40	48		
	14,00	28	34		
Col forrajera	10,00	39			47
	11,00	35			43
Nabo	12,00	33			41
	14,00	28			36
Ensilaje pradera permanente	3,00		30		
	4,50		28		

Fuente: Navarro, H. (2003, no publicado). ¹: Valor UF Julio 2003 (\$17.000).

Se asume que el costo de producción no difiere sustancialmente entre el área norte (Osorno al norte) y sur (Osorno al sur) de la Décima Región; excepto en Chiloé insular y continental, donde por la distancia a los centros comerciales los costos deberían ser mayores al señalado en el Cuadro 7.

Al comparar el rendimiento de materia seca y el costo unitario de los diferentes cultivos suplementarios con el rendimiento y costo del ensilaje de la pradera permanente, en el Cuadro 7 se observa que el costo del ensilaje de la pradera permanente, en la mayoría de los casos es menor a los cultivos suplementarios. Lo anterior debería inducir a meditar la decisión de incorporar un cultivo suplementario al sistema productivo y pensar tal vez en incrementar o mantener una buena fertilidad en el suelo para tener un alto rendimiento de las praderas permanentes.

7. CONCLUSIONES O RECOMENDACIONES

- La tasa de crecimiento de las praderas permanentes no es uniforme durante el año, produciéndose un déficit de forraje especialmente en invierno y verano.
- El uso estratégico de nitrógeno es una muy útil herramienta de manejo de las praderas permanentes; que permite incrementar el rendimiento de materia seca, tanto en el pastoreo como en el rezago para ensilaje.
- Los cultivos suplementarios presentan variadas características agronómicas y costos de producción, antecedentes con los que cada productor debe elegir el recurso que presente las mejores expectativas en pos de solucionar los déficit alimenticios de su sistema productivo.
- El alto costo de producción de los cultivos suplementarios debería llevar a analizar su uso o ver si es más rentable y seguro invertir en incrementar el nivel de fertilidad y el rendimiento de la pradera permanente, acortando los períodos críticos en la producción de forraje y reduciendo la cantidad de forraje a conservar.

8. LITERATURA CITADA

- BALOCCHI, O. 1999. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. En: Competitividad de la producción lechera nacional (Tomo I). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia. pp:29-74.
- DUMONT, J.C. y LANUZA, F. 1993. Época de rezago y uso de nitrógeno en praderas para ensilaje. Boletín Técnico N°201, Estación Experimental Remehue (INIA), Osorno, Chile. 16p.
- KLEIN, F. 1990. Sistema de producción de leche en "Runca" (Provincia de Valdivia). Boletín Técnico N°162, INIA Remehue, Osorno, Chile. 24p.
- KLEIN, F. 1994. Utilización de alfalfa en producción de leche. En: Seminario Producción y utilización de alfalfa en la Décima Región. (Editores: Torres y Bortolameolli) Serie Remehue N°54, INIA Remehue, Osorno, Chile. pp 89-105.
- PARGA, J. 1994. Consideraciones técnicas para el establecimiento y manejo de alfalfa. En: Seminario Producción y utilización de alfalfa en la Décima Región. (Editores: Torres y Bortolameolli). Serie Remehue N°54, INIA Remehue, Osorno, Chile. pp3-25.
- PINOCHET, D. 1999. Potencial productivo de las praderas permanentes de las regiones IX y X. En: Competitividad de la producción lechera nacional (Tomo I). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia. pp:75-114.
- TEUBER, N., ALFARO, Marta y ANGULO, L. 1997. Uso de nitrógeno en una pradera mixta pastoreada con vacas lecheras. En: XXII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA A.G.), Valdivia, Chile, pp:35-36.
- TEUBER, N. 2001. Ballica perenne-trébol blanco. Manejo del rezago para conservación como ensilaje. Tierra Adentro, Vol.(39):44-46.
- TEUBER, N. y BERNIER, R. 2002. Producción de forrajes en diferentes áreas. Informativo N°34, INIA Remehue, Osorno, Chile.

RECURSOS FORRAJEROS EN PRODUCCION DE LECHE

II. Novedades en gramíneas y leguminosas forrajeras

Oscar Balocchi L.¹ y Nolberto Teuber K.²

Ingenieros Agrónomos, Ph.D.

1: Universidad Austral de Chile, Valdivia.

E-mail: obalocch@uach.cl

2: INIA Remehue, Osorno.

E-mail: nteuber@remehue.inia.cl

1. INTRODUCCIÓN

La investigación está permanentemente entregando nueva información que puede ser utilizada para mejorar la eficiencia productiva de los sistemas ganaderos. La producción de forraje no es una excepción y cada día surgen nuevos conocimientos o la adaptación regional de conocimientos existentes en otras partes del mundo que deben ser considerados por los productores lecheros como herramientas para mejorar su eficiencia productiva.

Entre los recursos forrajeros más relevantes en las lecherías de la zona sur están las praderas permanentes. En las praderas permanentes sembradas, la especie de mayor importancia, es sin duda la ballica perenne. El otro grupo de praderas de gran relevancia, es la pradera naturalizada que está formada por un conjunto de especies principalmente gramíneas.

El objetivo de este trabajo es entregar alguna información de resultados de investigación sobre ballica perenne generados en el último tiempo y sobre las especies nativas constituyentes de la pradera naturalizada del sur de Chile.

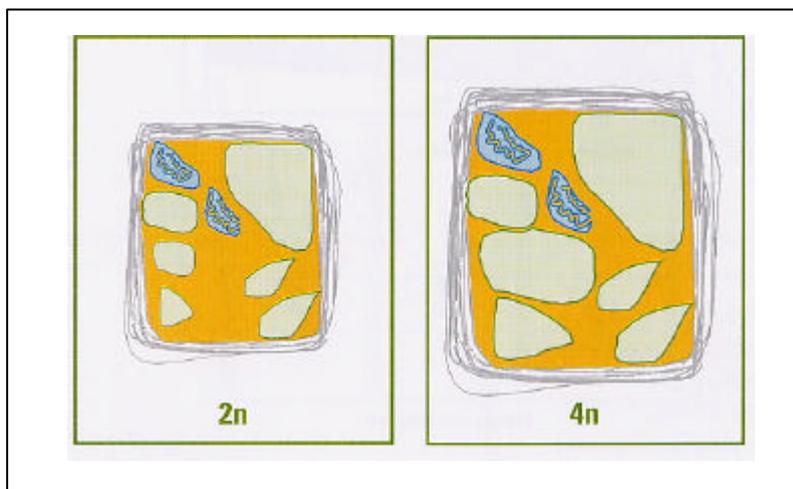
2. BALLICA PERENNE

Existen diversos aspectos de esta especie en que la investigación ha estado trabajando. Entre los principales aspectos considerados están:

- El rol de las ballicas perennes diploides y tetraploides.
- La relación entre ballica perenne y hongo endófito.
- El mejoramiento del valor nutritivo de la especie.

Rol de las ballicas perennes diploides tetraploides.

El término ploidía, se refiere al número de pares de cromosomas que presentan las diferentes especies, en este caso los cultivares de ballicas perennes, clasificándose en diploides aquellos que tienen un par de cromosomas ($2n=14$) y tetraploides a los que tienen dos pares de cromosomas ($4n=28$). En la naturaleza las ballicas perennes son diploides, sin embargo en el proceso de mejoramiento genético, se ha duplicado artificialmente el número de cromosomas.



Fuente: ANASAC (1999).

Figura 1. Esquema de células vegetales diploides (2n) y tetraploides (4n)

La duplicación del número de cromosomas hace que las células de las plantas tetraploides sean más grandes que las diploides, tal como se muestra en la Figura 1. El resultado es una mayor relación contenido celular versus pared celular, lo que aumenta el contenido de carbohidratos solubles, proteínas y lípidos y produce una mayor digestibilidad del forraje.

La semilla de los cultivares tetraploides es más grande que la de los cultivares diploides y tiende a semejarse a cultivares bianuales, por lo cual requiere de una mayor dosis de semilla en su establecimiento.

En las plantas de ballica perenne, las principales diferencias entre los cultivares tetraploides en relación a los diploides se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de cultivares diploides y tetraploides de ballica perenne.

Diploides	Tetraploides
Mayor número de macollos	Menor número de macollos
Macollos de menor tamaño	Macollos de mayor tamaño
Follaje de color verde intenso	Follaje de color verde más intenso
Hojas pequeñas (finas)	Hojas más grandes (gruesas)
Resiste suelos de menor fertilidad	Requiere mayor fertilidad
Resiste a condiciones de estrés hídrico	Requiere condiciones de mayor humedad
Altura de residuo mínima 2 a 5 cm	Altura de residuo mínima 5 a 7 cm
Intervalo de reingreso 14 a 25 días	Intervalo de reingreso 21 a 30 días
Semillas más pequeñas	Semillas de mayor tamaño
Buen contenido de carbohidratos solubles (CHOS), proteínas y lípidos	Mayor contenido de carbohidratos solubles, proteínas y lípidos
Buena palatabilidad	Excelente palatabilidad
Buena fermentación en ensilajes	Debido a la mayor concentración de CHOS, presenta excelentes condiciones de fermentación en ensilajes

Fuente: Pyne Gould Guinness Seeds (1999); Muslera y Ratera (1991); ANASAC (1999)

En un ensayo realizado en Valdivia por la Universidad Austral de Chile en conjunto con ANASAC, SG 2000 y AGRITEC, se evaluaron durante tres años bajo pastoreo, nueve cultivares de ballica perenne. La comparación entre cultivares diploides y tetraploides mostró que los cultivares diploides presentaron un mayor rendimiento anual de materia seca (Cuadro 2). Este resultado es coincidente con lo esperado ya que los cultivares tetraploides son más exigentes en fertilidad y sobre todo en el nivel de humedad del suelo. En ambientes de mayor estrés, como generalmente ocurre en las condiciones edafoclimáticas de la Décima Región, los cultivares diploides son más tolerantes y presentan una ventaja en producción anual de materia seca.

Cuadro 2. Producción anual de materia seca de cultivares diploides y tetraploides, en la Provincia de Valdivia.

Evaluaciones	Diploides	Tetraploides
Año 1	12.945 a	11.936 b
Año 2	10.108 a	8.900 b
Año 3	9.353 a	8.789 a
Promedio	10.802	9.875

Los valores dentro de filas, seguidos de diferente letra, presentan diferencias estadísticamente significativas

En relación con la calidad nutritiva, no se encontraron diferencias significativas en el contenido de proteína (Cuadro 3). Sin embargo, los cultivares tetraploides presentaron una mayor digestibilidad y consecuentemente un mayor contenido de energía metabolizable. Este resultado es concordante con las características de los cultivares tetraploides que poseen una mejor relación contenido celular/pared celular lo que les confiere una mayor digestibilidad.

Cuadro 3. Contenido de energía metabolizable y proteína en la materia seca de cultivares diploides y tetraploides de ballica perenne, en la Provincia de Valdivia.

Evaluaciones	Proteína total (% base MS)		Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	
	Diploides	Tetraploides	Diploides	Tetraploides
Año 1	16,2 a	15,7 a	2,72 b	2,76 a
Año 2	16,4 a	16,8 a	2,65 b	2,69 a
Año 3	20,0 a	20,2 a	2,78 a	2,81 a
Promedio	17,53	17,57	2,72	2,75

Los valores dentro de filas, seguidos de diferente letra, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las características de poseer una mejor digestibilidad con un mayor contenido de energía metabolizable y particularmente una más alta concentración de carbohidratos solubles (variable que no fue medida en este estudio), traen como consecuencia un mayor consumo voluntario o preferencia por parte de los animales en pastoreo. En este caso se midió el tiempo que permanecían pastoreando las vacas lecheras sobre los cultivares y se determinó que en promedio hay un mayor tiempo de pastoreo sobre los cultivares tetraploides (Cuadro 4). Al considerar adicionalmente la cantidad de materia seca no consumida por las vacas lecheras (medida sobre 4 cm de altura) se observa en el Cuadro 5 que existió una mayor cantidad de forraje no consumido en los cultivares diploides. Al calcular el porcentaje de utilización (basado en un corte sobre 4 cm de altura), se observa que las vacas consumieron una proporción mayor de los cultivares tetraploides.

Cuadro 4. Preferencia de pastoreo por vacas lecheras de cultivares diploides y tetraploides, en la Provincia de Valdivia (minutos por parcela).

Evaluaciones	Diploides	Tetraploides
Año 1	19,9 b	24,7 a
Año 2	20,4 a	26,1 b
Año 3	29,0 a	27,0 a
Promedio	23,1	25,9

Los valores dentro de filas, seguidos de diferente letra, presentan diferencias estadísticamente significativas

Cuadro 5. Disponibilidad de materia seca del residuo y porcentaje de utilización de cultivares diploides y tetraploides de ballica perenne, en la Provincia de Valdivia.

Evaluaciones	Residuo (kg MS/ha)		Eficiencia de utilización (%)	
	Diploides	Tetraploides	Diploides	Tetraploides
Año 1	518 a	382 b	75,9 b	80,8 a
Año 2	382 a	285 b	68,9 a	74,0 b
Año 3	224 a	168 b	89,2 b	91,0 a
Promedio	375	278	78,0	81,9

Los valores dentro de filas, seguidos de diferente letra, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar en términos generales el comportamiento de estos cultivares se puede concluir que los cultivares diploides producen una mayor cantidad de materia seca por hectárea, en las condiciones normales de la Provincia de Valdivia, sin embargo, los cultivares tetraploides poseen en general una calidad nutritiva superior (cambié por mejor) y son mejor consumidos por vacas lecheras en pastoreo.

Relación ballica perenne y hongo endófito

Endófito, se denomina a organismos que viven dentro de las plantas, en este caso específico, se refiere al hongo *Neotyphodium loli* (anteriormente *Acremonium loli*), el cual establece una relación simbiótica con gramíneas forrajeras. El hongo no produce síntomas en la planta, mantiene una relación simbiótica con ella, en donde encuentra protección (espacios intercelulares de su tejido), nutrientes, la posibilidad de reproducirse y diseminarse, o sea, allí puede completar todo su ciclo de vida. La planta por su parte, obtiene mayor crecimiento, persistencia, mejor tolerancia a condiciones adversas del medio ambiente (déficit hídrico) y cierta resistencia al ataque de plagas, en donde se destaca el gorgojo de la ballica (*Listronotus bonariensis* Kuschel) (Torres, 1996).

Sin embargo, el hongo puede producir efectos negativos, como es una disminución del consumo de forraje por parte de los animales. Esto se debe a que los hongos secretan sustancias que tiene efectos sobre los animales que consumen estas plantas, siendo específicamente (especialmente puede ser mejor ¿cierto? significativas tres tipos de ellas: la peramina, que es un insecticida natural que actúa como control de algunas importantes plagas, como el gorgojo

barrenador del tallo; el lolitrem B, causante del temblor de las ballicas (“ryegrass staggers”); y la ergovalina, que origina estrés por calor, reduciendo la circulación sanguínea. La ingestión de forrajes con altas concentraciones de éstos dos últimos compuestos provoca inicialmente una disminución del consumo y eventualmente, en casos aislados, los efectos antes descritos (ANASAC, 1999; Ball *et al.* 1997).

Debido a la necesidad que existe en Nueva Zelanda de controlar *L. bonariensis*, los cultivares provenientes de este país tradicionalmente traen incorporado en la semilla el hongo endófito, a diferencia de los cultivares provenientes de Europa que se encuentran libres de él.

De acuerdo a esto, se recomienda sembrar ballicas con bajos niveles de endófito en zonas de baja incidencia de gorgojo barrenador del tallo y ballicas con altos niveles de endófito cuando la incidencia del insecto sea mayor, además de utilizar un manejo adecuado cuando se trabaje con endófito, el que consiste, en sembrar las ballicas asociadas con tréboles, pastorear cuando la pradera alcanza una altura no superior a los 20cm y dejar una altura de residuo mínima de 7cm, no pastorear praderas encañadas y realizar cortes de limpieza durante el verano (ANASAC, 1999).

Otros interesantes antecedentes respecto al manejo de esta plaga se han obtenido en el marco de un proyecto financiado por el Fondo de Desarrollo e Innovación FDI de CORFO “Aumento de la competitividad del sector leche y carne en el sur de Chile, a través del manejo sustentable del complejo *L. bonariensis* – *N. lolii*” que actualmente están ejecutando investigadores de INIA Remehue en la Novena y Décima Regiones.

En Chile en un ensayo realizado en la Provincia de Cautín, se observó que la presencia del endófito en las plantas de *L. perenne* explicar qué es eso ¿¿ballica perenne??? redujo notoriamente el consumo en vacas Frisón Negro. Como consecuencia de lo anterior, se observó una reducción en la producción de leche del orden de un 15% en vacas bajo pastoreo (Butendieck *et al.*, 1994).

Las evaluaciones realizadas en Chile, sobre el comportamiento de cultivares y particularmente el trabajo realizado en Valdivia confirman la información proveniente de Nueva Zelanda en el sentido que los cultivares con presencia de hongo endófito muestran una mayor producción de materia seca, pero a su vez una menor preferencia de consumo por las vacas en pastoreo. Parte de estos resultados se muestran en los Cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. Producción anual de materia seca de cultivares con y sin presencia de hongo endófito, en la Provincia de Valdivia.

Evaluaciones	Con endófito	Sin endófito
Año 1	12.959 a	11.666 b
Año 2	9.776 a	9.014 a
Año 3	9.216 a	8.819 a
Promedio	10.650	9.833

Los valores dentro de filas, seguidos de diferente letra, presentan diferencias estadísticamente significativas

Cuadro 7. Preferencia de pastoreo por vacas lecheras de cultivares con presencia de hongo endófito y sin presencia de hongo endófito, en la Provincia de Valdivia (Minutos por parcela).

Evaluaciones	Con endófito	Sin endófito
Año 1	21 b	25 a
Año 2	20 b	26 a
Año 3	28 a	27 a
Promedio	23	26

Los valores dentro de filas, seguidos de diferente letra, presentan diferencias estadísticamente significativas

Producto del conocimiento del efecto adverso sobre el comportamiento individual de los animales que consumen ballicas con endófito, en los últimos años se ha estado trabajando en Nueva Zelanda en el desarrollo de un hongo endófito que posea las características deseables de proteger a la planta del ataque de *Listronotus bonariensis*, pero que no genere el efecto adverso sobre los animales en pastoreo. De esta forma se ha desarrollado un tipo de hongo que produce peramina a niveles normales, pero sin producir Lolitrem B y ergovalina (AR1). Se ha desarrollado además un hongo que produciendo peramina no produce Lolitrem B y produce niveles bajos de ergovalina (AR5).

Los Cuadros 8 y 9 muestran información reciente sobre los resultados de estos nuevos hongos endófitos, que por sus características será posible incluir en los cultivares de ballica perenne.

Cuadro 8. Ganancia de peso y parámetros corporales de corderos alimentados con ballica perenne sin endófito, con endófito tradicional y el nuevo endófito AR1.

Parámetros	Sin endófito	Con endófito	Nuevo AR1
Ganancia de peso (g/cordero/día)	120	23	131
Temperatura rectal (°C)	40,0	40,5	40,1
Tasa respiración (veces/minuto)	73	97	79
Nivel de prolactina (mg/ml)	185	96	203
Temblor muscular (Escala 1 a 5)	0,0	3,2	0,3

Cuadro 9. Nivel de los tres principales alcaloides producidos por diferentes tipos de hongo endófito.

Alcaloides	Sin endófito	Endófito natural	NEA2	AR1	AR5
Peramina	Cero	Alto	Alto	Alto	Alto
Lolitrem B	Cero	Alto	Bajo	Cero	Cero
Ergovalina	Cero	Alto	Bajo	cero	Bajo

Mejoramiento del valor nutritivo de la ballica perenne

Uno de los aspectos más relevantes en el mejoramiento de la ballica perenne ha sido aumentar el valor nutritivo. Para lograr este objetivo se ha trabajado en aspectos tales como, disminución de los niveles de fibra detergente neutro (FDN), reducción del período de espigadura, uso de cultivares de floración tardía, uso de cultivares tetraploides y desarrollo de cultivares con alto nivel de carbohidratos solubles.

Especialmente en Europa en los últimos años se ha estado trabajando intensamente en la generación de cultivares de ballica perenne con altos niveles de carbohidratos solubles. Científicos de cinco países europeos (Gran Bretaña, Alemania, Irlanda, Noruega y Suecia), están desarrollando un proyecto conjunto sobre “ballicas altas en azúcar”. Los resultados de este trabajo muestran que cuando los animales consumen estas ballicas altas en azúcar, pueden utilizar más eficientemente la proteína contenida en la dieta. Esto significa que una mayor proporción de la proteína consumida es utilizada en la producción de leche y de carne y consecuentemente una proporción menor es eliminada en las heces y orina. Esta mayor eficiencia en la utilización de la proteína no sólo genera una mayor producción de los animales, sino también una reducción de la contaminación ambiental producto de la excreción de nitrógeno al medio. Los resultados preliminares sobre las ventajas del uso de estas ballicas en la confección de ensilajes son también muy promisorios.

En Gran Bretaña, Moorby *et al*, (2001) realizaron un estudio con vacas en lactancia en que se comparó dos cultivares de ballica perenne con diferentes niveles de carbohidratos solubles. Se utilizaron doce vacas Holstein Friesian, a inicio de lactancia, en un sistema de alimentación con “soiling” (ballica cortada y suministrada en comedero). A cada grupo de seis vacas se les suministro, *ad libitum*, el forraje de ballica del cultivar correspondiente. Se estudió un cultivar de ballica perenne seleccionado por su alto contenido de azúcares y un cultivar comercial normal como control. Todas las vacas recibieron adicionalmente un nivel parejo de 4kg/vaca/día, de concentrado comercial (22,5% proteína y 3,2MCal de Energía Metabolizable).

La producción de leche de las vacas que consumieron la ballica alta en azúcares fue de 32,7kg/día comparada con 30,4kg/día de las vacas alimentadas con la ballica control. La producción de los constituyentes de la leche fue también superior en el tratamiento de la ballica alta en azúcares. La eficiencia con la cual la proteína de la dieta fue usada en la producción de leche, en ambas dietas fue mayor que la lograda en los sistemas lecheros normales; asimismo, la cantidad extra de carbohidratos solubles en la dieta de ballica alta en azúcares, redujo la excreción de nitrógeno urinario y por lo tanto ayudó además a reducir la contaminación ambiental.

3. ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS

Las praderas naturalizadas del sur de Chile están dominadas por gramíneas. La sucesión ecológica en el mediano o largo plazo tiende a ello. Las principales gramíneas nativas que componen las praderas de la Décima Región de Chile son los bromos, entre los cuales los más conocidos son *Bromus valdivianus*, *Bromus stamineus* y *Bromus catharticus*. También es una especie nativa *Paspalum dasypleurus* (pasto quila). Las principales especies

naturalizadas son: *Agrostis capillaris* (sin.: *A. tenuis*; chéptica); *Anthoxanthum odoratum* (pasto oloroso); *Arrhenatherum elatius ssp bulbosus* (pasto cebolla); *Holcus lanatus* (pasto miel, pasto dulce); *Poa annua* (poa) y *Poa pratensis* (poa). También crecen en praderas naturalizadas especies que son consideradas cultivadas como: *Dactylis glomerata* (pasto ovillo); *Lolium multiflorum* (ballica italiana) y *Lolium perenne* (ballica inglesa o perenne).

Las principales leguminosas naturalizadas son: *Lotus uliginosus* (sinónimo: *L. pedunculatus*; alfalfa chilota) y *Trifolium dubium* (trébol enano). Además forman parte de estas praderas las especies cultivadas *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Trifolium pratense* (trébol rosado).

Las especies de hoja ancha naturalizadas más comunes son: *Hypochoeris radicata* (pasto del chancho); *Leontodon nudicaulis* (sinónimo: *L. taraxacoides*; chinilla); *Plantago lanceolata* (siete venas) y *Rumex acetocella* (vinagrillo).

En Chile y también en la Décima Región la investigación realizada para incrementar la producción y calidad del forraje ha estado orientada principalmente a la incorporación de especies forrajeras exóticas de alto potencial de producción y consecuentemente muy exigentes en el uso de insumos y tecnología.

Investigaciones recientes han permitido visualizar que existen especies pratenses nativas que poseen un potencial de rendimiento y calidad similar a dichas especies. Entre estas especies han destacado los bromos, de los cuales en esta oportunidad se entrega información sobre *Bromus valdivianus*, que es una especie nativa y que se encuentra formando parte de la pradera naturalizada de la Décima Región. Sobre esta especie se han realizado una serie de investigaciones en la Provincia de Valdivia.

En una primera etapa se caracterizó los sitios de crecimiento de esta especie. Se estudió su semilla en relación con parámetros físicos y su dinámica germinativa. Se determinó el vigor en el establecimiento y en el campo se establecieron parcelas las que se evaluaron simulando pastoreo. Se midió el rendimiento de materia seca, el contenido de proteína y la digestibilidad en cada corte y bajo dos niveles de fertilización. Como especie control se usó el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*).

El Cuadro 10 muestra un resumen de los resultados de producción de dos años. Se observa que el bromo superó en producción al pasto ovillo y su valor nutritivo es en promedio también mejor.

Cuadro 10. Producción de materia seca, valor “D” y contenido de proteína de *Bromus valdivianus* (bromo) y *Dactylis glomerata* (pasto ovillo), en Valdivia.

Variable	<i>Bromus valdivianus</i>		<i>Dactylis glomerata</i>	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Producción (ton MS/ha/año)	13,1	11,7	6,5	8,5
Valor “D” (%)	59,8	70,7	56,2	69,8
Proteína total (%)	17,3	19,3	16,2	17,1

Posteriormente se realizó un estudio con el objetivo de determinar si existe diferencia en la selectividad de vacas lecheras en pastoreo entre ballicas y bromos.

Las mediciones de selectividad de pastoreo se realizaron en el predio Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile, en Valdivia. Se utilizó una pradera permanente dominada por ballica y bromo. Se pastoreó por medio día el sector del ensayo, con un rebaño de vacas en lactancia. El pastoreo selectivo se midió marcando macollos individuales, las mediciones se realizaron una vez al mes por un período de 5 meses (septiembre a enero). Los resultados no mostraron diferencias en la probabilidad de ser pastoreadas de estas dos especies por las vacas en lactancia. Sin embargo, los macollos vegetativos fueron más pastoreados que los macollos reproductivos, mostrando que en este caso el estado fenológico es más relevante que la especie en la preferencia de pastoreo.

Finalmente se puede señalar que el alto valor forrajero de nuestras especies nativas (bromos), ha sido reconocido en otras partes del mundo, es así que hoy existen cultivares comerciales, "Bareno" de *Bromus valdivianus*, "Gala" de *Bromus stamineus* y "Matua" de *Bromus catharticus*.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- El desarrollo de nuevos cultivares de ballica perenne ha sido muy dinámico y entre los aspectos más relevantes que se ha trabajado en los últimos años está el desarrollo de cultivares tetraploides los cuales en general presentan una mejor calidad nutritiva y son mejor consumidos por los animales en pastoreo que los tradicionales diploides. Sin embargo, estos últimos cultivares producen una mayor cantidad de materia seca por hectárea, en las condiciones normales de la zona sur de Chile.
- Un segundo aspecto que ha recibido gran atención es la relación ballica-endófito, donde se han desarrollado nuevos tipos de hongos que tienen la capacidad de producir alcaloides benéficos, pero no producir o producir en bajas concentraciones los alcaloides dañinos para los animales.
- El tercer aspecto del mejoramiento de la ballica perenne que se ha destacado es el mejoramiento del valor nutritivo, dentro de lo cual un aspecto relevante es la generación de ballicas con un alto nivel de carbohidratos solubles que permiten, entre otras cosas, un uso más eficiente de la proteína de la ración.
- Finalmente, dado que la realidad de la zona sur de Chile muestra un alto porcentaje de praderas permanentes naturalizadas, mejoradas o no, es necesario conocer con mayor detalle las especies componentes de esta pradera y aprender a valorarlas y a manejarlas adecuadamente. Dentro de las especies constituyentes de este tipo de pradera se destacan en esta oportunidad los bromos, de los cuales se ha podido determinar que presentan una producción de materia seca y calidad nutritiva que sugieren que pueden ser especies muy relevantes en las praderas de nuestra región.

| 5. LITERATURA CITADA

- ANASAC 1999. Agrícola Nacional S.A. Comercial e Industrial. Catálogo de forrajeras. Serie ballicas. División producción animal. 50 p.
- BUTENDIECK, N.; ROMERO, O.; HAZARD, S.; MARDONES, P. y GALDAMES, R 1994. Caída del consumo y producción de leche en vacas alimentadas con *Lolium perenne* infectadas con *Acremonium lolii*. Agricultura Técnica (Chile) 54(1): 7-14.
- MOORBY, J.M.; DAVIES, D.R.; HUMPHREYS, M.O.; SCOLLAN, N.D.; Mac RAE, J.C. and THEODOROU, M.K., 2001. Dairy cows can eat more high sugar ryegrass and produce more milk. Grass Farmer, 69: 8.
- MUSLERA, E. y RATERA, C. 1991. Praderas y forrajes. 2ª edición. Producción y aprovechamiento. Madrid, España. Mundi-Prensa. 674 p.
- PYNE GOULD GUINNESS, 1999. Grain and Seed Profile for New Zealand. 35p.
- TORRES, A. 1996. Los endófitos (*Acremonium sp*) y su incidencia en la ganadería de la zona sur. En: Latrille, L (Ed.). Producción Animal. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. pp: 51-63.

Utilización de praderas y manejo de pastoreo con vacas lecheras

Julián Parga M.
Ing. Agr. D.E.A.
INIA-Remehue, Osorno
e-mail: jparga@remehue.inia.cl

1. Introducción

La pradera consumida en pastoreo directo es el principal recurso alimenticio de las vacas lecheras en la Décima Región y, cuando se la utiliza correctamente, el de menor costo. Dependiendo del sistema productivo, el pastoreo representa entre el 50 a 75% del consumo anual de materia seca en la mayoría de los casos, con un costo de 1/3 y de 1/8 del costo de los forrajes conservados y concentrados respectivamente.

El manejo de pastoreo es uno de los factores relevante en la gestión técnico-económica de las explotaciones lecheras. Por una parte afecta la producción y persistencia de la pradera y, por otra, controla la disponibilidad y la calidad del pasto ofrecido a los animales, determinando así su nivel de consumo y eficiencia de utilización. En este sentido, decisiones de manejo tales como la frecuencia y la intensidad de pastoreo resultan clave para permitir una elevada producción de leche por vaca y por hectárea, repercutiendo en la eficiencia y rentabilidad global de la explotación.

El objetivo de este trabajo es analizar los principales efectos del manejo de pastoreo sobre el crecimiento y producción de la pradera y su consumo por vacas lecheras. Basado en estos antecedentes, se sugerirán algunos criterios y pautas para el control práctico del pastoreo a nivel de campo.

2. ANTECEDENTES BASICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y PERDIDA DE HOJAS EN CONDICIONES DE PASTOREO

2.1 Producción y muerte de hojas

Una característica básica de la pradera y que condiciona su manejo es que corresponde a un alimento vivo, cuya cubierta de hojas se está renovando permanentemente. Cada hoja producida tiene un período de vida limitado y relativamente corto en el cual puede ser consumida por el ganado. Si esta permanece sin ser cosechada, envejecerá y se perderá producto de los procesos naturales de muerte y descomposición.

Durante el rebrote de macollos vegetativos (aquellos que sólo producen hojas) de ballica perenne, la emergencia de la cuarta hoja tiende a coincidir con la muerte de la primera, por lo que cada macollo mantiene alrededor de tres hojas vivas (verdes) durante su desarrollo. Investigaciones desarrolladas en Europa y Nueva Zelandia han revelado que, dependiendo de la temperatura, el intervalo de aparición de hojas puede variar de 6 a 11 días en primavera y extenderse hasta 20 a 35 días en invierno. La vida promedio de las hojas durante el período de primavera-verano es de aproximadamente 33 días, pero puede ser tan corta como 20 días en la etapa "peak" de primavera y alargarse a mas de 60 días en invierno.

Bajo condiciones de manejo apropiadas, el patrón de desarrollo y pérdida de hojas en trébol blanco es semejante al de ballica perenne en el rango de temperaturas entre 10 a 25°C, manteniendo alrededor de 3 hojas vivas por estolón. El intervalo de aparición de hojas en verano suele ser incluso mas corto que en las ballicas si las condiciones son favorables, pero por el contrario, el crecimiento es inferior cuando las temperaturas son menores a 10°C.

Las hojas no cosechadas oportunamente comienzan a envejecer perdiendo su valor nutritivo, al tiempo que se tornan menos apetecibles para el animal. A la vez, son sobrepasadas por las hojas mas jóvenes mientras descienden progresivamente en el perfil de la vegetación, quedando menos disponibles. Por lo tanto, aquellas hojas que escapan al pastoreo y permanecen en la pradera, difícilmente serán consumidas en el o los pastoreos siguientes. Normalmente terminarán por marchitarse y acumularse en la base de las plantas. Allí se descomponen a una velocidad variable para finalmente desaparecer de la cubierta vegetal.

La producción o acumulación neta de materia seca (MS), que representa la fracción utilizable, es el resultado de la diferencia entre el crecimiento de tejido nuevo y las pérdidas por muerte y descomposición de los tejidos viejos.

2.2 Crecimiento del rebrote

La remoción de hojas mediante el pastoreo reduce la superficie foliar por unidad de suelo, o índice de área foliar (IAF), modificando la interceptación de la luz y la capacidad fotosintética de la pradera. El crecimiento del rebrote después de una defoliación se inicia a partir de la fotosíntesis de las hojas del residuo y/o, si estas son insuficientes, de las reservas de carbohidratos acumulados en la base de los pseudo tallos, las que permiten generar nuevas hojas para restaurar la fotosíntesis.

La tasa de acumulación neta de pasto, en kg de MS/ha/día, aumenta aceleradamente en un comienzo y ya está en su máximo cuando la pradera alcanza un IAF óptimo capaz de interceptar entre el 95 a 100% de la luz. Pero comienza a declinar poco después de este momento, en la medida en que el aumento del número y tamaño de las hojas se traduce en un incremento progresivo de la tasa de muerte de tejido viejo. Eventualmente con rezagos largos, mayores a 8 semanas, la velocidad de muerte del tejido viejo podría llegar a igualar al crecimiento. En este punto, la tasa de acumulación neta tiende a cero y se alcanza el techo de producción de forraje (Figura 1). El momento o frecuencia de utilización y la intensidad de pastoreo influyen directamente en los procesos de crecimiento y pérdida de hojas, determinando en gran medida la producción neta de la pradera.

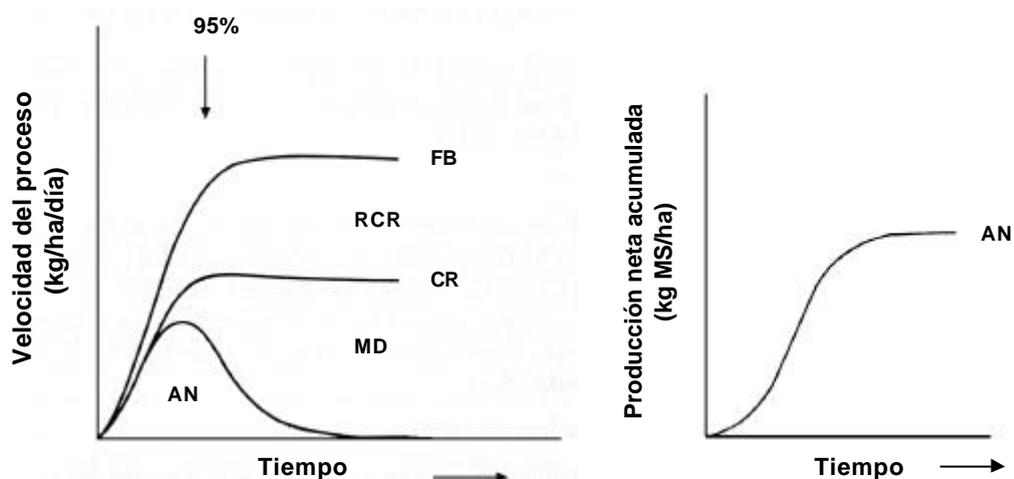


Figura 1. Relación entre la tasa de fotosíntesis bruta (FB), respiración y crecimiento raíces (RCR), crecimiento de tejidos nuevos (CR), muerte y descomposición de tejidos (MD) y acumulación neta (AN). La flecha indica el momento en que alrededor del 95% de la luz es interceptada. Adaptado de Parsons (1988).

3. EFECTOS DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DE PASTOREO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LA PRADERA

Numerosos trabajos resumidos por Harris (1978), han demostrado que pastoreos intensos y frecuentes en forma continuada, reducen la producción neta de materia seca. Por una parte, la pradera no alcanza a desarrollar la cantidad de hojas necesarias para un crecimiento máximo ni para acumular un nivel adecuado de carbohidratos de reserva. Por otra, la cantidad de hojas del residuo resultan insuficientes para sustentar un rebrote vigoroso, lo que puede afectar además la persistencia de la pradera. Con este manejo, la baja tasa de crecimiento promedio es la que limita la producción neta de la pradera.

En el otro extremo, pastoreos suaves e infrecuentes aumentan las pérdidas por muerte y descomposición de hojas, reduciendo con ello la producción neta de pasto. Además de ser una estrategia altamente ineficiente, conduce a un rápido deterioro de la estructura de la pradera. Esta se caracteriza por un aumento de la cantidad de material senescente y de la proporción de tallos (primavera), asociado con una disminución de la proporción de hojas verdes y de la población de macollos y estolones.

Basado en los estudios pioneros de Brougham (1956) se sugirió primero en Nueva Zelandia y luego en Australia (Harris, 1978) la posibilidad de maximizar la producción de la pradera mediante defoliaciones suaves y frecuentes. El objetivo era mantener el IAF cercano a su óptimo y con ello altas tasas de acumulación neta de materia seca en forma permanente.

Sin embargo, investigaciones posteriores demostraron que defoliaciones suaves y frecuentes conducen, aunque menos violentamente que en el caso anterior, a una degradación progresiva de la estructura de la cubierta vegetal en el tiempo. En este caso, el aumento gradual de la tasa de muerte, junto a la disminución creciente de la capacidad

fotosintética del residuo, terminan limitando la producción neta en el mediano y largo plazo. Entonces, un esquema de manejo como el señalado debería obligatoriamente alternar con defoliaciones severas y/o cortes de limpieza, que permitan renovar continuamente la estructura de la pradera para evitar su degradación.

Los patrones de crecimiento y muerte de hojas y, por lo tanto, de acumulación neta de materia seca durante el período de rebrote, son diferentes en función de la intensidad de defoliación. Por ello, para lograr altas tasas de acumulación neta de materia seca, defoliaciones intensas deben estar asociadas a períodos de rebrote medios a largos, mientras que defoliaciones más suaves requieren una menor duración del período de rebrote. Parsons y Chapman (2000) plantean que la mejor solución global, desde el punto de vista de la pradera, se obtiene con pastoreos intensos y períodos de descanso relativamente largos (equivalentes a pastoreos a 5cm cada 25 días en primavera). De esta forma se optimiza el balance entre crecimiento y muerte de hojas y se mantiene una estructura de cubierta altamente productiva a través del tiempo.

Sin embargo, su análisis también demuestra que es posible cierta flexibilidad en el manejo. De hecho, después de transcurrido un tiempo mínimo necesario para la restauración de las hojas luego de una defoliación severa, la tasa de acumulación promedio de forraje varía poco con el largo del período de rebrote. Por otra parte, la acumulación neta de pasto puede permanecer dentro del rango máximo con defoliaciones semi intensas, siempre y cuando estas se realicen a intervalos relativamente más frecuentes.

Recientemente Holmes *et al.* (2002) sugieren que bajo las condiciones neozelandesas, la máxima producción neta de praderas se obtiene manteniendo la biomasa en el rango 1.500 a 2.500kg de MS/ha, mediante pastoreos relativamente intensos a intervalos variables según la época del año. Esto mantiene una adecuada estructura de la pradera, ya que no permite la acumulación de material viejo, evita el sombreamiento basal y la muerte de hojas, favorece el macollaje y restringe el encañado en primavera.

Dado las variaciones de intensidad de luz y de humedad a través del año, es lógico suponer que los límites de este rango tiendan a disminuir hacia el otoño-invierno y a aumentar hacia fines de primavera-verano. Especialmente delicada podría ser la situación de veranos secos, ya que defoliaciones semi intensas pueden aumentar el déficit de humedad del suelo y el estrés en las plantas.

Brougham (1970) demostró que pastoreos severos en verano, además de reducir fuertemente las tasas de acumulación neta en el verano mismo y en el otoño siguiente, prolongan su efecto negativo durante los 7 a 8 meses posteriores. Basado en diversos estudios, él sugirió que la producción de la pradera puede optimizarse con residuos de 7,5 a 10cm y frecuencias de pastoreo de 4 a 5 semanas durante esta estación.

3.1 Momento de utilización en función del estado de las hojas

El momento óptimo de utilización puede definirse también en función del estado de rebrote de las plantas, determinado por el número de hojas vivas expandidas por macollo. Este parámetro informa sobre el nivel de reservas de la planta para sustentar el rebrote, sobre el grado de senescencia de las hojas basales y sobre el valor nutritivo del forraje (Fulkerson y Donaghy, 2001).

Luego de un pastoreo intenso (o residuo bajo), el rebrote de la pradera se realiza fundamentalmente a expensas de los carbohidratos de reserva. Sólo cuando alrededor de $\frac{3}{4}$ de una hoja nueva ha rebrotado, la planta alcanza una adecuada capacidad fotosintética, comienza la restitución de sus reservas y reinicia el crecimiento de las raíces. Un nuevo pastoreo antes de alcanzar 2 hojas por macollo disminuye la velocidad de rebrote y, por otra parte, los niveles de nitrógeno (N) no proteico y de potasio (K) en las hojas son muy elevados y no adecuados para vacas lecheras (ver artículo sobre nutrición de vacas). Por lo tanto, el intervalo mínimo entre pastoreos no debiera ser inferior a aquel requerido para el desarrollo de 2 hojas expandidas por macollo.

Dado que en la ballica perenne la primera hoja comienza a morir cuando emerge la cuarta hoja, en este momento decrece la calidad de la pradera y el material senescente ya ha sido desaprovechado. Los contenidos de energía metabolizable (EM) y de fibra (FDN) no cambian apreciablemente hasta el estado de 3 hojas por macollo. Entonces, el momento óptimo para la utilización de la pradera en pastoreo es antes de la cuarta hoja, luego del intervalo necesario para la expansión de 2 a 3 hojas por macollo, logrando de esta forma el mejor equilibrio entre rendimiento, persistencia y calidad de la pradera (Fulkerson y Donaghy, 2001).

4. EFECTOS DEL MANEJO DE PASTOREO SOBRE LA DENSIDAD DE MACOLLOS Y ESTOLONES

4.1 Crecimiento vegetativo

La renovación constante de las hojas y de los macollos (gramíneas) y estolones (trébol blanco) que las producen, asegura la persistencia de la pradera en el tiempo.

Durante la fase de crecimiento vegetativo de las gramíneas, existe una relación inversa entre el número de macollos y su tamaño. Dentro de ciertos límites, esta relación de compensación permite a la pradera adaptarse a diferentes manejos de pastoreo y entregar producciones netas de pasto similares.

Praderas mantenidas más cortas reducen el tamaño y peso de los macollos, pero estos se vuelven más numerosos, aumentando la densidad poblacional (N° de macollos/m² de suelo). Paralelamente, las plantas tienden a desarrollar un crecimiento más postrado, que les permite concentrar una mayor proporción de sus hojas cerca del suelo. Este es el típico caso de praderas de ballica perenne manejadas en pastoreo continuo, cuyas poblaciones normalmente oscilan entre 15.000 a 20.000 macollos/m² cuando son utilizadas con bovinos.

Pueden aumentar hasta cerca de 40.000 o más macollos/m² en primavera, cuando son mantenidas a muy baja altura (alrededor de 4cm) mediante el pastoreo con ovinos.

Diferente es el caso del pastoreo rotativo, en que la menor frecuencia de defoliación permite mayor acumulación de forraje y el desarrollo de macollos más grandes y pesados, pero menos numerosos (bajo 10.000 macollos/m²). Praderas de ballica perenne pastoreadas en forma rotativa con vacas lecheras normalmente presentan poblaciones cercanas a 5.000 macollos/m². Densidades un poco menores, de 3.900 macollos/m² han sido observadas por Teuber (1995) en praderas de Osorno, las que disminuyeron a la mitad en las áreas de pasto alto rechazadas por las vacas. Reduciendo el intervalo entre defoliaciones a menos de 20 días temprano en primavera, Parga *et al.* (2000) incrementaron la población de macollos/m² de 5.400 a 7.100, mejorando además la relación hoja:tallo, con efectos positivos sobre el consumo de pasto y producción de leche de las vacas.

De manera análoga como ocurre con el macollaje de las gramíneas, los pastoreos infrecuentes aumentan el tamaño de los estolones principales, hojas y pecíolos en el trébol blanco. Pero simultáneamente se reduce el número de nudos por estolón y el número de ramificaciones o estolones secundarios desarrollados a partir de las yemas axilares en la base de las hojas. La generación de estolones secundarios o puntos de crecimiento, junto al enraizamiento del nudo del cual se originan, son elementos claves para la diseminación y sobrevivencia del trébol en la pradera.

Teuber (1995), demostró que la población de puntos de crecimiento en trébol blanco era notablemente menor en las áreas rechazadas por las vacas, con respecto a aquellas áreas más bajas pastoreadas frecuentemente. La respuesta morfológica del trébol al mejoramiento de las condiciones de iluminación fue alta en cualquier época del año, pero particularmente en invierno y primavera.

Tanto el desarrollo de estolones como el de macollos a partir de las yemas axilares, son fuertemente afectados por la intensidad y por la calidad de la luz que llega a la base de la pradera. Se ha demostrado que la calidad de luz (relación rojo: rojo lejano) incidente a la hoja en crecimiento que sostiene a la yema y su entorno, es particularmente importante en la formación de las nuevas estructuras de la planta. La calidad de la luz, disminuye conjuntamente con la intensidad hacia las estratas inferiores de la pradera, debido al aumento del sombreado y de la proporción de luz reflejada.

4.2 Crecimiento reproductivo

Trabajos Neozelandeses con ballica perenne cultivar Nui han mostrado que el período de mayor actividad de macollaje ocurre en primavera y principios de verano y no en primavera y otoño, como se creía anteriormente. Los efectos de un pastoreo intensivo en primavera para controlar el crecimiento reproductivo de las gramíneas y promover el desarrollo de macollos vegetativos son hoy día motivo de controversia.

Por una parte, numerosas investigaciones, entre la que destaca la de L'Huillier, (1987) han señalado que el aumento de la intensidad o de la frecuencia de defoliación en primavera, especialmente en el período de octubre a noviembre, reduce la proporción de macollos encañados y aumenta los macollos vegetativos, fundamentalmente a través de la disminución de la tasa de mortalidad. Esto se ha traducido en un notable mejoramiento de la producción y la calidad de la pradera en el verano y otoño siguientes.

Sin embargo, estudios recientes parecen demostrar el efecto contrario. Según Matthew *et al.* (2000), los cultivares de ballica perenne Nui, Ellet y Yatsin tienden a reemplazar hasta un 75% de su población de macollos en el período de noviembre a enero. En estos cultivares, la renovación de macollos ocurre principalmente asociada al período de floración y la mayoría de los macollos nuevos se forman a partir de las yemas basales de los macollos en floración decapitados.

Estos autores plantean que un pastoreo severo en octubre y noviembre disminuye la población de macollos vegetativos y la producción de la pradera en verano, con respecto a un pastoreo suave seguido de la posterior decapitación de los tallos a inicios de la floración (“control tardío”). Esto se debería a que los macollos vegetativos, que provienen en su mayoría de las yemas basales de los tallos espigados, serían altamente dependientes del aporte de nutrientes, a partir de la fotosíntesis realizada por los macollos padres. Por lo tanto el control tardío de los tallos mejoraría también la persistencia de la pradera.

La realización de pastoreos suaves en octubre y noviembre resulta altamente cuestionable en predios lecheros. Ello conducirá a un aumento de la proporción y del tamaño de los tallos reproductivos, deteriorando fuertemente el valor nutritivo de la pradera hacia fines de la estación y en el verano-otoño siguientes, dificultando además su consumo. Con la información disponible no es posible obtener aún conclusiones definitivas. Pero mientras el “control tardío” no sea evaluado dentro de un sistema productivo que confirme su validez en producción de leche, el control del crecimiento reproductivo en primavera debiera seguir siendo prioritario en el manejo de pastoreo con vacas lecheras.

5. CONSUMO DE PRADERA POR VACAS A PASTOREO

El rendimiento de los animales en pastoreo depende principalmente de la cantidad y de la calidad del forraje que logran consumir, lo que finalmente determina la ingestión de nutrientes. Varios factores afectan el consumo en pastoreo, los que se relacionan con las características del animal, de la pradera y del ambiente.

El nivel de producción y tamaño de los animales condicionan sus requerimientos nutritivos, especialmente de energía y, con ello, su capacidad de consumo. Cuando la oferta de pradera por animal es abundante, el consumo depende de la capacidad de ingestión de los animales y de las limitaciones nutricionales impuestas por el forraje, fundamentalmente aquellas asociadas al contenido de paredes celulares y su digestibilidad.

En la práctica, la oferta de pradera es generalmente restringida para permitir una utilización eficiente del pasto y evitar pérdidas importantes de calidad. En estas condiciones, el consumo depende además de la disponibilidad de materia seca por animal, la cual tiene una importancia creciente en la medida que la oferta sea cada vez más limitada.

El manejo de pastoreo influye directamente sobre las características nutricionales de la pradera y controla su disponibilidad, afectando el consumo de nutrientes.

5.1. Efectos del pastoreo sobre la composición química de la pradera

La composición química del forraje seleccionado por vacas lecheras en pastoreo rotativo en diferentes épocas de año se presenta en el Cuadro 1. Se trata de praderas de buena calidad, bien manejadas y muestreadas a la altura de pastoreo. La calidad nutritiva es máxima en primavera, pero luego desciende en forma inevitable hacia el verano. La pérdida de valor nutritivo en este período puede variar ampliamente dependiendo de las condiciones climáticas y de los residuos post-pastoreo dejados a fines de primavera. Finalmente la calidad de los rebrotes mejora en otoño y se mantiene alta en invierno, época en que la disponibilidad de la pradera es la gran limitante.

Cuadro 1. Calidad de la pradera consumida por vacas lecheras en pastoreo rotativo en praderas bien manejadas.

	Primavera (1)	Verano (2)	Otoño (1)	Invierno (1)
Materia seca (%)	13 - 16	22 - 28	12 - 14	11 - 14
Proteína cruda (%)	22 - 27	12 - 15	24 - 29	24 - 30
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2,8 - 3,0	2,2 - 2,5	2,7 - 2,8	2,7 - 2,8
Paredes celulares (FDN, %)	35 - 45	50 - 60	40 - 45	44 - 48
Digestibilidad de la materia seca (%)	83 - 92	65 - 75	80 - 85	80 - 85

- (1) Praderas frondosas, pastoreadas cada 18 a 20 días en primavera y cada 30 a 50 días en otoño e invierno, aproximadamente.
 (2) Varía ampliamente en función de la sequía y de los restos de tallos secos y material muerto.

El contenido de pared celular (FDN) y su digestibilidad, determinan la concentración de energía de la materia seca. Pero dado que afectan la velocidad de digestión y el tiempo de retención del forraje en el rumen, influyen también sobre el consumo a través del llenado ruminal. En pastoreo se ha visto que el consumo aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad hasta valores próximos a 85%.

La FDN aumenta y la digestibilidad disminuye con el incremento del intervalo entre pastoreos. Esto es particularmente significativo entre mediados de octubre y mediados de diciembre, período en que se produce el crecimiento acelerado de los tallos. El intervalo entre pastoreos condiciona la edad y la composición morfológica del rebrote (proporción de hojas, tallos, material muerto), con consecuencias netas sobre el valor nutritivo y el consumo del pasto.

Peyraud *et al.* (1999) indican disminuciones de consumo por vacas a pastoreo de hasta 200g por cada punto porcentual de pérdida de digestibilidad durante el período de encañado de la pradera. Estos valores, más altos que los señalados para animales estabulados, reflejan también una mayor dificultad del animal para pastorear en la medida que aumenta la proporción de tallos. En condiciones similares, Parga (datos no publicados) encontró una reducción promedio de la ingestión de 60g de materia orgánica (MO) por cada día adicional sobre los 18 días de rebrote (-420g MO/semana), la cual fue independiente de la presión de pastoreo.

En praderas puramente vegetativas, aunque aumenta el contenido de pared celular con la edad de las hojas, estas permanecen muy digestibles. La digestibilidad disminuye en alrededor de 0,1 punto porcentual por día y el consumo decrece en apenas 150 a 200g MS por semana suplementaria de rebrote.

El contenido de proteína cruda (PC) en la materia seca también puede disminuir con el aumento del intervalo entre pastoreos, particularmente en praderas no fertilizadas con nitrógeno (N). Pero esto sólo parece tener implicaciones prácticas en los rebrotes de fines de primavera (presencia importante de tallos) o de verano, cuando el contenido de PC se torna limitante.

En praderas fertilizadas con N en primavera, la concentración de PC y de N no proteico del forraje se incrementa violentamente en la primera semana post aplicación y luego comienza gradualmente a descender, cuando las dosis aplicadas son bajas (cercanas a 28kg N/ha por aplicación). Pero estas concentraciones pueden permanecer altas por más de 2 semanas si las dosis son elevadas (Whitehead, 1995). Pastoreos frecuentes (cada 14 días) en estas circunstancias aumentan el consumo de proteína soluble, incrementando las pérdidas de amoníaco del rumen y los costos energéticos asociados a su detoxificación y eliminación como urea. Eventualmente los animales pueden llegar a consumir altas concentraciones de nitratos, con riesgo para su salud.

La composición química también varía drásticamente desde lo alto a la base de la pradera, reflejando la declinación en la proporción de hojas y el incremento proporcional de seudotallos, tallos y material muerto. El aumento del intervalo entre utilizaciones en primavera acentúa las diferencias de composición entre la cima y la base de la vegetación (Parga *et al.*, 2000; Delagarde *et al.*, 2000).

Los cambios en el valor nutritivo del pasto seleccionado por los animales son poco importantes mientras la altura de pastoreo no descienda de 7 a 8cm (altura medida con plato). Sin embargo, la calidad puede disminuir rápidamente cuando el animal pastorea más profundo. Delagarde *et al.* (2000), simularon la evolución de la dieta seleccionada en el transcurso de un pastoreo hasta una altura de 5 cm de residuo (altura con plato). Al final del pastoreo, los niveles de digestibilidad, PC y FDN representaron el 88, 67 y 142% de los contenidos iniciales, respectivamente.

El aumento de la intensidad de pastoreo a fines de primavera ha demostrado incrementar fuertemente la proporción de hojas y la digestibilidad de la pradera en el período de verano-otoño siguiente. Stakelum y O'Donovan (2000) señalan aumentos de digestibilidad en verano de casi 1 punto porcentual por cada centímetro de reducción de la altura del residuo dejado a fines de primavera.

Finalmente se ha visto que en pastoreo rotativo, la concentración de materia seca y de carbohidratos solubles en la pradera es más alta y la de PC más baja en la tarde (PM) que en la mañana (AM) (Delagarde *et al.*, 2000; Orr *et al.*, 2001). Dado que la principal actividad de pastoreo ocurre en la tarde, después de la segunda ordeña, Orr *et al.* (2001) sugieren que la entrada a una nueva ración de pasto en la tarde en vez de la mañana como es lo tradicional, puede aumentar el consumo de MS y la ingesta de carbohidratos solubles por las vacas, mejorando su producción de leche. Trabajos con nuevos cultivares de ballica, con contenidos más altos de azúcares (como se indicó anteriormente), han demostrado una utilización más eficiente de la proteína del pasto y un incremento del consumo de MS y de la producción de leche de más de 2kg por día a inicios de la lactancia y cercano a 20% hacia el final de la lactación (Moorby, 2001).

5.2. Disponibilidad de la pradera

En pastoreo rotativo, la pradera es consumida a través de la defoliación de estratas vegetacionales sucesivas. La profundidad de defoliación de cada estrata, o profundidad de los bocados, tiende a ser una proporción constante de la altura de las hojas, cercana al 35%.

En praderas plenas de hojas, esta regla de proporcionalidad se mantiene hasta llegar a una altura de residuo límite, que impida continuar profundizando los bocados. Los bovinos son reticentes a pastorear bajo 4cm y detienen totalmente su consumo a los 2cm, dejando un residuo no pasto reable. Entonces, dependiendo de la altura inicial de la pradera, de la presión de pastoreo y del estado de la vegetación, las vacas pastorearán entre 2 y 4 estratas, las que disminuirán progresivamente su profundidad.

La presencia de tallos, pseudo tallos y material muerto, constituyen verdaderas “barreras a la defoliación”, dificultando la penetración del hocico en el perfil y la toma de los bocados. Por el contrario, el tamaño de los bocados aumenta con el incremento de la proporción de hojas, aumentando el consumo diario de pasto.

Experimentalmente se ha encontrado una estrecha relación entre el consumo y la cantidad de hojas disponibles por animal (Figura 2). En términos estrictos, la cantidad de hojas determina la disponibilidad real de pasto y es el factor clave que controla el consumo en pastoreo, ya que integra una noción de cantidad con calidad de pradera (Delagarde *et al.*, 2001; Parga *et al.*, 2002). En la práctica, la cantidad de hojas ofrecidas depende de las cantidad de pradera asignada diariamente y de la proporción de hojas verdes que esta tenga, lo que puede ser en cierto grado manipulado a través del control de la frecuencia e intensidad de defoliación.

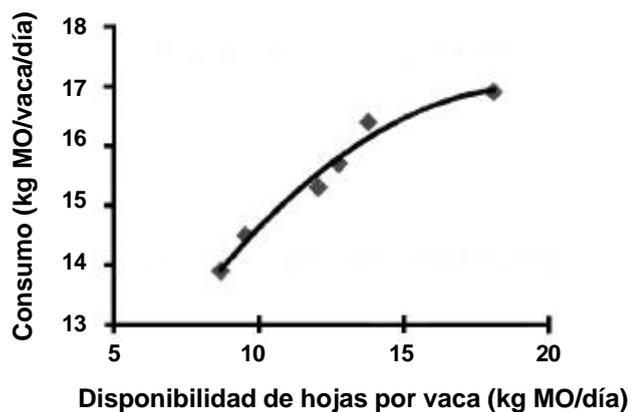


Figura 2. Efecto de la disponibilidad de hojas sobre el consumo de pradera por vacas lecheras. Adaptado de Parga *et al.* 2002.

6. USO DE INDICADORES DE DISPONIBILIDAD PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PASTOREO

Para la planificación y control práctico del pastoreo a nivel predial, deben utilizarse indicadores más sencillos de la disponibilidad de materia seca por animal. Estos permiten complementar las evaluaciones visuales del estado de la pradera y chequear de manera más objetiva el grado de restricción alimenticia de los animales. A continuación analizaremos algunos de esos criterios.

6.1. Carga animal

Expresado como el número de vacas/ha, este es el más simple factor que define la disponibilidad de forraje por animal y sin duda es la primera decisión de manejo que debe tomar el productor en función de sus recursos alimenticios. Dado que condiciona la demanda de materia seca por hectárea, la carga animal influye poderosamente sobre la eficiencia de cosecha de la pradera.

El aumento de la carga animal por hectárea reduce la cantidad de forraje disponible por animal, afectando su rendimiento individual, pero esto suele ser más que compensado por un incremento de la producción por unidad de superficie, debido a la mayor población de ganado.

El aumento de la carga animal efectiva en primavera de manera de mantener un pastoreo semi-intenso (residuo cercano a 1.500kg MS/ha) ha sido extensivamente recomendado. Aunque puede limitar ligeramente el rendimiento individual durante la primavera misma, permite controlar el encañado y aumentar la disponibilidad de hojas en el verano y otoño siguiente, mejorando el consumo y la producción de leche de las vacas.

En Osorno, Hargreaves *et al.* (2001) compararon 3 cargas animales durante primavera (3,3 ; 4,5 y 5,5 vacas/ha), suplementadas todas por igual con 3kg de concentrado por vaca. Ellos observaron que el incremento de carga entre 3,3 y 4,5 vacas/ha no afectó el consumo de pradera (13,7 versus 14,2kg MS) ni el rendimiento individual (24,2 versus 24,3 litros/día), pero incrementó en cerca de 35% la producción de leche/ha. Con 5,5 vacas/ha la producción/ha creció un 9% extra, pero la producción individual declinó en 12%. Sin embargo, a este nivel hubo una fuerte reducción del consumo (-18%), indicando que las vacas estuvieron muy restringidas (4,2cm de residuo post-pastoreo medido con plato). Los efectos sobre el período posterior de verano-otoño no fueron evaluados.

Considerando las diferentes condiciones de pradera y niveles de suplementación entre predios y, por otra parte, las diferencias en los requerimientos de alimento entre vacas de distinto tamaño y nivel productivo, se ha propuesto expresar la carga animal como kg de peso vivo (PV) por tonelada de alimento (base MS) disponible en el predio. Basado en resultados recientes, Penno (2001) sugiere que cargas entre 80 a 90 kg de PV/ton de MS permitirían combinar alta producción por vaca y por hectárea. Cargas mayores inducirían a restricciones alimenticias y pérdidas de producción por vaca, suficientes para anular cualquier beneficio derivado del aumento de la eficiencia de utilización de la pradera. Expresada de esta forma, la carga puede ser modificada variando el número de vacas o la cantidad de suplemento utilizado cada año.

A pesar de que la regulación de la carga animal constituye una herramienta práctica para la planificación y regulación del pastoreo en el mediano y largo plazo, su rigidez no permite el ajuste cotidiano, necesario para un óptimo manejo del pastoreo. Este puede realizarse en forma efectiva a través del control de la oferta diaria de forraje por animal y/o de las alturas o biomásas post y pre-pastoreo. En definitiva, son estos parámetros los que regulan el estado de la pradera y el consumo y productividad de los animales.

6.2. Oferta diaria de pradera y asignación de superficie

La oferta diaria de pradera corresponde a la ración de pasto que es asignada diariamente por animal (kg MS/vaca/día). La asignación diaria de superficie o avance del pastoreo se determina a partir de la biomasa presente (kg MS/ha) y del número de animales a racionar. La definición de superficie debe hacerse al menos una vez por semana y cada vez que los animales cambien a potreros con diferente disponibilidad. Conviene verificar que los residuos post-pastoreo correspondan a los deseados y, de ser necesario, reajustar la superficie. La asignación de superficie no presenta problemas en potreros con anchos regulares, pero es muy compleja en potreros de forma irregular.

El consumo individual aumenta en forma decreciente con la oferta de pasto, hasta una oferta máxima, medida a ras de suelo, cercana a los 50 a 60kg de MS/vaca/día. Paralelamente aumenta también la proporción de forraje rechazado, disminuyendo la eficiencia de utilización de la pradera y la calidad de los rebrotes posteriores. Por otra parte, una reducción acelerada del consumo comienza cuando la cantidad de pasto ofrecida es menor al 5% del peso vivo de las vacas o cuando éstas deben cosechar más del 50% de lo ofrecido diariamente (Figura 3).

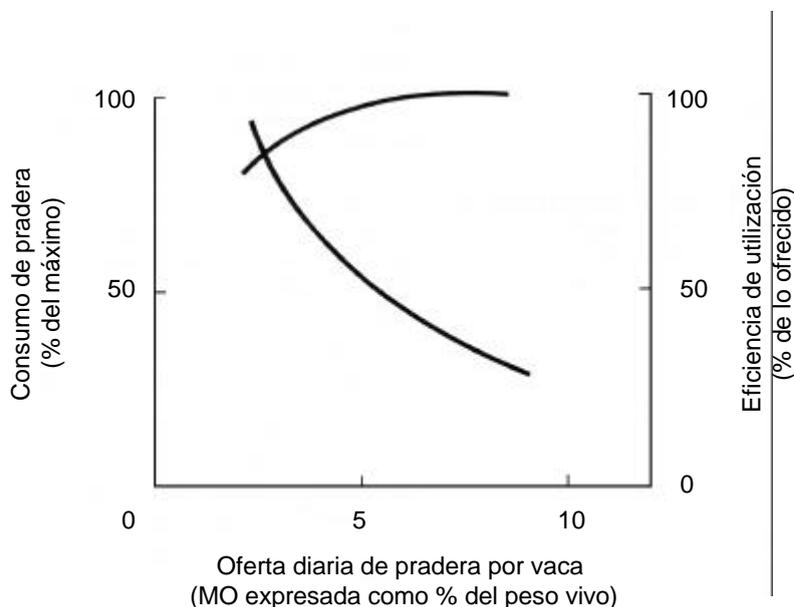


Figura 3. Relación entre la oferta diaria de pradera, consumo de MS por vaca y eficiencia de utilización del forraje ofrecido. Adaptado de Hodgson (1990).

En el rango medio de ofertas de pasto (20 a 40kg de MS), el incremento promedio del consumo es cercano 150g de MS por kg de MS de oferta adicional. Sin embargo, en vacas grandes (600 kg PV o más) y de alto potencial genético, se ha encontrado que la respuesta promedio es mayor (190g MS/kg de oferta) para un rango de ofertas entre 20 y 70kg MS/vaca/día (Bargo *et al.*, 2003). La asignación de una misma ración de pasto de una sola vez, o parcializada en 2 o más porciones diarias no ha demostrado afectar el consumo, ni la producción de leche (Dalley *et al.*, 2001).

En Osorno se evaluó 3 niveles de oferta de pasto (20, 30 y 40kg de MS/vaca/día), entre octubre y diciembre. Ofertas de 30kg/día permitieron sostener una carga promedio de 4 vacas/ha (500-550 kg PV) y producciones de leche promedio de 23,2 litros, sin suplementación. Los residuos post-pastoreo fueron de 6,3cm (con plato), equivalentes a 1.700kg de MS/ha, adecuados para conservar la estructura y calidad de la pradera a través de la estación.

Aunque la reducción de la oferta de materia seca a 20kg (5 cm de residuo; 1.288kg de MS/ha) disminuyó poco la producción individual durante el ensayo y permitió aumentar la producción por hectárea, indujo pérdidas de condición corporal, que indicaron una restricción relativamente importante en el consumo. Experimentos conducidos en Francia, han demostrado que residuos de 5cm provocan disminuciones de consumo de hasta 2kg de MS/día en vacas lecheras a pastoreo.

Ofertas de 40kg en cambio aumentaron la producción promedio de leche a 24 litros, pero redujeron en 22% la producción por hectárea. La altura promedio del residuo se elevó a 8,7cm (2.268 kg de MS/ha), permitiendo una mayor acumulación de material muerto y encañado de la pradera. Sin embargo, esto sólo se reflejó en una pérdida moderada del valor nutritivo del forraje seleccionado por las vacas hacia fines de diciembre, al término del experimento. (Parga, datos no publicados).

6.3. Altura o biomasa pre y post-pastoreo

El control de la altura o de la biomasa del residuo permite evaluar simultáneamente el estado la pradera y el nivel de alimentación de los animales. La altura tiene la ventaja de que se obtiene en forma directa y sencilla, mientras que la biomasa normalmente será estimada a partir de la altura, basándose en ecuaciones de calibración. El problema radica en que la relación biomasa-altura puede cambiar a través del año (sobre todo en verano), generalmente difiere entre biomasa pre-pastoreo y biomasa post-pastoreo y puede variar entre praderas con manejos muy distintos. Pero por otra parte, el conocimiento de la biomasa disponible tiene la ventaja de que permite realizar balances forrajeros.

Se han desarrollado instrumentos prácticos para la determinación de la altura en terreno, como el bastón graduado, que mide la altura de la cubierta vegetal sin alterar y el medidor de plato, que ejerce una presión definida sobre la vegetación, determinando una altura "comprimida". Este último se usa también para estimar la biomasa presente por hectárea (kg de MS/ha), a través de su calibración bajo las condiciones en que será utilizado. La equivalencia entre ambos sistemas es muy variable en función de la estructura de cubierta.

En forma muy aproximada, las alturas de residuo medidas con bastón graduado tienden a ser 1 a 1,5cm más altas que aquellas estimadas con medidor de plato, pero las diferencias tienden a disminuir con residuos bajos y a aumentar con residuos altos.

Investigaciones desarrolladas en el Reino Unido demostraron que el consumo de pasto y la producción de leche aumentan en forma asintótica hasta alturas de residuo próximas a 10cm medidas con bastón graduado (~ 8,5 a 9cm medidos con el plato), equivalentes a 2.200 kg de MS/ha aproximadamente. Con residuos menores a 8cm (~7cm con plato), la disminución del consumo comienza a acelerarse de manera equivalente a como ocurre con la disminución de la oferta de forraje (Hodgson, 1990).

Sin embargo, se ha visto que residuos bajos (~ 5cm con plato), pero con más hojas y menos tallos y material muerto, tienen un menor efecto depresor sobre el consumo y la producción de leche que aquellos de igual altura o masa pero de inferior calidad. Como la proporción de hojas en las estratas inferiores de la vegetación disminuye en praderas altas con biomasa elevada, las vacas las pastorean menos profundamente y dejan un residuo mayor. Al aumentar la presión de pastoreo para bajar el residuo, el consumo de pasto y la producción de leche disminuyen más fuertemente en este tipo de praderas que en aquellas de menor altura o biomasa inicial, pero con más hojas verdes en su base (Parga *et al.*, 2000; 2002). Entonces, contrariamente a lo que frecuentemente se cree, el aumento de la altura o biomasa pre-pastoreo más allá de un mínimo (2.200 – 2.500kg de MS/ha), no aumenta el consumo si es que no se incrementa paralelamente la altura de residuo o el nivel de oferta de materia seca por animal. Más bien puede suceder lo contrario: una restricción de consumo por deterioro de la estructura y/o pérdida de calidad, por ejemplo, si la biomasa pre-pastoreo sobrepasa los 3.000kg MS/ha.

Por lo tanto, el control de la biomasa pre-pastoreo a través de la velocidad de rotación en las distintas épocas del año permite manejar la calidad de la pradera en un sentido más amplio que el sólo valor nutricional. De hecho, al evitar biomasa elevada o utilizar la pradera en el momento oportuno, se puede realizar pastoreos semi-intensos sin casi afectar el consumo ni el rendimiento de los animales. En primavera, la biomasa pre-pastoreo debiera fluctuar entre 2.500 y 2.700kg de MS/ha para permitir un alto consumo sin dejar residuos exagerados.

El control permanente de la biomasa pre-pastoreo permitirá identificar la existencia de déficit o de excedentes. Si esta comienza a sobrepasar las metas deseadas (por ejemplo, más de 2.700 kg MS/ha) indica la presencia de excedentes que deberán ser dejados fuera de la rotación de potreros, para su conservación o uso diferido. Si es menor (déficit), deberá recurrirse al uso de nitrógeno para acelerar el crecimiento de la pradera y/o al uso de suplementos, para reducir la superficie pastoreada diariamente y alargar la rotación.

Hodgson (1990) plantea que las alturas óptimas para pastoreo rotativo, en términos del mejor compromiso entre consumo y eficiencia de utilización de la pradera, no están claramente definidas. Este autor sugiere alturas de residuo (bastón graduado) de 7 a 10cm en praderas pastoreadas con vacas lechera cada 3 a 4 semanas (con 15 a 30cm de altura inicial). Mayne *et al.* (2000) en Irlanda proponen alturas de residuo de 8 a 10cm y 6 a 8cm (bastón graduado) para vacas de alto y de bajo nivel de producción respectivamente, las que deben bajarse a 6cm en otoño.

Para las condiciones neozelandesas, Holmes *et al.* (2002) recomiendan residuos de 1.500 a 1.600 kg de MS/ha, cuando la biomasa pre-pastoreo es cercana a 2.500kg de MS/ha y, de 1.850 a 2000kg de MS/ha si la biomasa pre-pastoreo es próxima a 3.000kg de MS/ha.

De acuerdo a los antecedentes regionales, pastoreos semi-intensos en primavera, conducentes a alturas de residuo cercanas a 6cm (medido con plato) o 1.600 – 1.700kg de MS/ha, parecen mantener un buen equilibrio entre las exigencias de las vacas lecheras y las de la pradera, siempre y cuando las biomásas pre-pastoreo se mantengan entre 2.500 y 2.700kg de MS/ha.

7. CONSIDERACIONES FINALES Y SUGERENCIAS PARA EL MANEJO PRACTICO DEL PASTOREO

A la luz de los resultados expuestos es posible proponer un rango de alturas o biomásas pre y post-pastoreo apropiadas para un óptimo crecimiento y consumo de la pradera. La mantención de las biomásas pre-pastoreo dentro de rangos deseados a través del año requiere de un manejo flexible, que junto con ajustar la velocidad de la rotación, integre la fertilización estratégica con N y el oportuno control y conservación de los excedentes. Sin embargo, esto sólo es plenamente posible en primavera y otoño (y veranos húmedos), cuando las condiciones de crecimiento son menos limitantes.

En los períodos restrictivos, (veranos secos e invierno), el control del residuo es mucho más importante. La suplementación de las vacas permitirá mantener los residuos programados en estos períodos de escasez y/o en las épocas de déficit temporal de pasto. Por el contrario, en caso de potreros con residuos excedidos, la realización de cortes de limpieza permitirá devolverlos a su condición. El control cotidiano del estado de la pradera, junto al chequeo permanente de la producción de leche y condición corporal de las vacas debieran ser la base de las decisiones de manejo.

En base al conjunto de antecedentes expuestos, se sugiere a continuación algunas normas y posibles metas que puedan servir de pauta para el manejo de pastoreo a través del año. Las alturas de residuo se refieren al medidor de plato.

Invierno

La escasez de pradera conducirá a residuos bajos. Mantener una altura cercana a 5 cm (1.200 kg MS/ha) y no inferiores 4 cm. Rotaciones largas, de 45 a 60 días entre mayo y agosto. Esto significa pastorear 1/45 a 1/60 de la superficie diariamente. Asignación diaria de superficie permitiendo acceso a las franjas pastoreadas en los dos a tres días anteriores, de manera de reducir la densidad de ganado y el daño por pisoteo. Evitar forrajear a los animales en el potrero. Dado que la disponibilidad de pasto es reducida (generalmente no mayor de 4 kg MS/vaca/día), 6 horas diarias en el potrero o menos son más que suficientes.

Primavera

Acelerar gradualmente la rotación a partir de fines de agosto hasta llegar a cerca de 30 días a mediados de septiembre. La disminución progresiva y adaptación de la suplementación, junto con la aplicación temprana de N son factores clave en la transición invierno – primavera.

A partir de septiembre y hasta fines de noviembre, mantener biomasa pre-pastoreo en el rango 2.500 - 2.700 y residuos cercanos a 6 cm o 1.600 -1.800 kg MS/ha. Con vacas de alta producción puede ser aconsejable reducir la intensidad de pastoreo a 7-8 cm de residuo, dependiendo del nivel de suplementación. Si se opta por un pastoreo relajado, se requerirá de un corte de homogeneización a 6 cm en diciembre.

Realizar el pastoreo en franjas diarias, pero con acceso a la franja del día anterior para reducir la densidad de ganado sobre el potrero. Asignación de cada nueva franja de pastoreo después de la ordeña de la tarde. Permitir el fácil acceso al agua y usar sales minerales reforzadas en magnesio.

Rotaciones próximas a 30 días en septiembre, 18-21 días en octubre y 16-18 días en noviembre ayudarán a controlar la biomasa pre-pastoreo. El control de los residuos se facilita con la asignación de superficies a base de la oferta de 30 kg de MS/vaca/día (40-45 kg MS/v/d para vacas de alta producción y descañe a 6 cm en diciembre).

La fertilización estratégica con N (2 aplicaciones de 25 kg/ha) ayudará a mantener los rangos de biomasa y permitirá "alargar" artificialmente la primavera hacia el verano. Dejar fuera de la rotación potreros con más de 2.800 kg MS/ha (destinar a conservación de forraje). Cortar a 6-7cm en diciembre potreros con residuos excedidos.

El registro diario de la producción promedio por vaca, de la altura de residuo y del n° de vacas/ha/día permite reaccionar rápidamente frente a posibles problemas.

Verano

No existen normas precisas para esta época, ya que puede ser muy variable dependiendo del clima. Lo principal es evitar residuos bajos. En la mayoría de las situaciones será necesario suplementar las vacas entre enero y marzo, para evitar pérdidas importantes de producción de leche y el sobrepastoreo de la pradera.

Mantener rotaciones de 25 a 35 días y residuos de alrededor de 7 cm. En veranos o localidades húmedas, el manejo debiera parecerse más al de primavera (2.500 kg MS/ha; 21-28 días de rotación y 6 a 7 cm de residuo), con énfasis en mantener la calidad de la pradera a través del control de la biomasa pre-pastoreo.

Otoño

Una vez terminado el período de sequía estival realizar un corte de limpieza a 6 cm a aquellos potreros con abundante caña y material residual. A partir de ese momento, mantener residuos de 6 cm o algo menores (1.500-1.600 kg MS/ha) y biomasa pre-pastoreo de 2.200-2.500 kg MS/ha, con rotaciones de 25 a 35 días. La aplicación oportuna de N es altamente recomendable y permite acumular pasto para el invierno.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- BARGO F. MULLER L.D. KOLVER E.S. AND DELAHOY J.E. 2003. *Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. Journal of Dairy Science*, 86: 1-42.
- BROUGHAM R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on the regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 7: 377-387.
- BROUGHAM R.W. 1970. Frequency and intensity of grazing and their effects on pasture production. *Proceedings of New Zealand Grassland Association*. 32:137-144.
- DALLEYD.E. ROCHE J.R. MOATE P.J. AND GRAINGER C. 2001. More Frequent allocation of herbage does not improve the milk production of dairy cows in early lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41: 593-599.
- DELAGARDE R. PEYRAUD J.L. DELABY L. AND FAVERDIN P. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with moth of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*, 84: 49-68.
- DELAGARDE R. PEYRAUD J.L. PARGA J. AND RIBEIRO H. 2001a. Caractéristiques de la prairie avant et après un pâturage: quels indicateurs de l'ingestion chez la vache laitière. *Rencontres Recherches ruminants*, 8: 209-212.
- FULKERSON W.J. AND DONAGHY D.J. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41: 261-275.
- HARGREAVES A. STRAUCH O. AND TEUBER N. 2001. Efecto de la carga animal y de la suplementación reguladora a vacas lecheras en primavera y verano sobre la producción de leche. *Ciencia e Investigación Agraria*, 28(2): 89-102.
- HARRIS W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth persistence and composition of pasture. In: J.R. Wilson Ed. *Plant relations in Pastures*. Melbourne: CSIRO, p. 67-85.
- HODGSON J. (1990). *Grazing management. Science into practice*. Longman Scientific and Technical. Harlow, 203 p.
- HOLMES C.W. BROOKES I.M. GARRICK DJ MACKENZIE D.D.S. PARKINSON T.J. AND WILSON G.F. 2002. *Milk from pasture*. Massey University, 601 p.
- L'HUILLIER P.J. 1987. Tiller appearance and death of *Lolium perenne* in mixed sward grazed by dairy cattle at two stocking rates. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30: 15-22.

- MATTHEW C. ASSUERO S.G. BLACK C.K. AND SACKVILLE HAMILTON N.R. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. In: G. Lemaire J. Hodgson A. de Moraes C. Nabinger and P.C. de F. Carvalho Eds. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CABI Publishing, 127-150.
- MAYNE C.S. WRIGHT I.A. AND FISHER G.E.J. 2000. Grassland management under Grazing. In: A. Hopkins Ed. *Grass: Its Production and Utilization*, 3rd Edition, Blackwell/B.G.S., p:247-291.
- MOORBY J. 2001. Grass sugars make milk production sweeter. *IGER Innovations*, p. 36-39
- ORR R.J. RUTTER S.M. PENNING P.D. AND ROOK A.J. 2001. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass and Forage Science*, 56: 352-361.
- PARGA J. PEYRAUD J.L. AND DELAGARDE R. 2000. Effect of the sward structure and herbage allowance on the herbage intake and digestion by strip-grazing dairy cows. In: A.J. Rook and P.D/ Penning Eds. *Grazing management: The principles and practice of grazing, for profit and environmental gain, within temperate grassland systems*. British Grassland Society, Occasional Symposium N° 34, p. 61-66.
- PARGA J. PEYRAUD J.L. AND DELAGARDE R. 2002. Age of regrowth affects grass intake and ruminal fermentations in grazing dairy cows. *Proceedings 19th General Meeting of the European Grassland Federation*. La Rochelle, France, p. 209-212.
- PARSONS A.J. AND CHAPMAN D.F. 2000. The principles of pasture growth and utilization. In: A. Hopkins Ed. *Grass: Its Production and Utilization*, 3rd Edition, Blackwell/B.G.S., p:31-89.
- PENNO J. 2001. Changing farm system in response to current market signals. Ruakura Farmers Conference, p. 1-8.
- PEYRAUD J.L. DELABY L. DELAGARDE R. AND PARGA J. 1999. Effect of grazing management, sward state supplementation strategies on intake, digestion and performance of grazing dairy cows. 36th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science (SBZ). Workshops: 2. Mechanism and process of forage ingestion on pasture. Porto Alegre, Brazil, 16 p.
- STAKELUM G. AND O'DONOVAN M. 2000. Grass utilization and grazing management for dairying. In: *Opportunities for the New Millennium, Teagasc National Dairy Conference 2000*, 25 p.
- TEUBER N. 1995. Manejo de praderas permanentes en el sur de Chile. *Frontera Agrícola*, 3 (2): 61-67.

UTILIZACIÓN DE PRADERAS Y NUTRICIÓN DE VACAS A PASTOREO

II. Nutrición de vacas a pastoreo

Fernando Klein R.
Ing. Agr., Dr.ing.
Consultor Nutrición Animal

1. INTRODUCCIÓN

Los factores que explican las diferencias de rentabilidad entre predios lecheros basados en pastoreo son principalmente la carga animal y la producción de leche por vaca. Es decir, la rentabilidad es mayor en los predios que producen altas cantidades de materia seca de forraje, lo utilizan eficientemente y cuentan con vacas de buen potencial genético. El costo más importante de los sistemas de producción de leche es la alimentación del rebaño, el cual representa entre 30 y 65% de los costos totales, dependiendo de la cantidad de alimentos comprados que son importados al predio.

Considerando que la pradera es potencialmente el alimento de menor costo, el objetivo de un sistema de producción de leche a pastoreo debe ser optimizar la producción de materia seca de las praderas, utilizar el forraje disponible con una máxima eficiencia, sin descuidar paralelamente la productividad de las vacas a través de una adecuada suplementación.

2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PRADERA

La composición nutricional de la pradera es altamente variable no solo durante el año, sino también en dependencia del nivel de fertilidad, composición botánica y manejo de la pradera.

Es así como la concentración de los nutrientes más importantes en la materia seca del forraje puede variar entre 13 y 30% de proteína cruda (PC) y entre 2,3 y 3,0 mega calorías (Mcal) de energía metabolizable (EM), entre el verano y la primavera, respectivamente.

En el Cuadro 1 se señalan valores correspondientes a praderas que crecen en suelos con alto nivel de fertilidad (Ej. pH al agua 5,9 a 6,1 y P (fósforo) Olsen de 35 a 45ppm) y manejadas correctamente con cerco eléctrico. Los valores de PC y EM señalados en el Cuadro 1 pueden reducirse aún más en verano en condiciones de sequía y en praderas mal manejadas.

Cuadro 1. Composición química de praderas permanentes en el Llano Longitudinal de la Décima Región (base 100% materia seca).

	Unidades	Primavera	Verano
Materia seca	%	15,0	26,0
Proteína cruda	%	27,2	14,8
Energía metabolizable	Mcal/kg	2,85	2,58
FDA	%	22,5	32,3
FDN	%	36,5	54,9
CNE	%	24,1	17,8

FDA= fibra detergente ácido

FDN= fibra detergente neutro

CNE= carbohidratos no estructurales

Para sostener alta producción de leche en base a pradera es fundamental un adecuado manejo del pastoreo, ingresando las vacas con disponibilidades de 2.200 a 2.500kg de materia seca/ha (MS) y con residuos de 1.500 a 1.800kg MS/ha.

El contenido de FDN (Fibra Detergente Neutro) en praderas puede mostrar grandes diferencias dentro de un mismo predio como consecuencia de un determinado manejo del pastoreo. Cuando la disponibilidad de materia seca es de alrededor de 3.000kg MS/ha, el contenido de FDN llega a 45% o más y la disponibilidad de 2.300kg MS/ha, este parámetro disminuye a 37%. Dicha diferencia puede traducirse en una baja significativa en el consumo de materia seca de pradera con el consiguiente efecto negativo sobre la producción de leche.

El contenido de minerales de las praderas también presenta algunas fluctuaciones importantes según la época del año, composición botánica y fertilidad del suelo. Valores de referencia se señalan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido de los principales minerales en praderas permanentes del Llano Longitudinal de la Xª Región (base 100% MS).

	Primavera	Verano	Requerimientos para 25L/día
Ca %	0,47	0,42	0,55 - 0,80
P %	0,38	0,24	0,35 - 0,45
Mg %	0,20	0,18	0,22 - 0,28
Na %	0,27	0,12	0,20 - 0,22
K %	3,12	1,25	> 1,0
S %	0,36	0,24	0,20 - 0,23
Cl %	0,35	-	0,23 - 0,25
Zn ppm	33	26	60
Mn ppm	86	66	60
Cu ppm	17	6	15
Fe ppm	448	122	80

Respecto a la primavera; en verano por lo general se producen bajas importantes reducciones en el contenido de fósforo, sodio, potasio, azufre, y minerales trazas, paralelo a estados de madurez más avanzados de los pastos. Al comparar con los requerimientos para vacas que producen 25L/día, la mayoría de los minerales se encuentran en concentraciones deficitarias, excepto potasio, azufre, manganeso y hierro.

El consumo de praderas con alto contenido de potasio tiene un efecto negativo en vacas que se encuentran en las últimas 3 a 4 semanas del período de gestación, debido a que el potasio alcaliniza el pH sanguíneo, lo que inhibe la secreción de las hormonas encargadas de estimular tanto la movilización del calcio desde los huesos (PTH) como de mejorar la absorción de calcio dietario desde el intestino (1,25 dihidroxivitamina D). Por otra parte, alto consumo de potasio interfiere con la absorción de magnesio.

Ambos aspectos aumentan la incidencia de hipocalcemia e hipomagnesemia alrededor del parto, acarreando junto con esto un aumento significativo en las posibilidades de que se presenten una serie de otros problemas de salud en la vaca recién parida; como ser: partos distócicos, cetosis, mastitis, retención de placenta, metritis, desplazamiento del abomaso y una reducción generalizada del sistema inmunológico. Por esta razón el pastoreo en praderas con antecedentes de contener alta concentración de potasio debe evitarse en vacas en pre parto, especialmente cuando la pradera se encuentra en estado vegetativo, condición frecuente en otoños húmedos, en invierno y durante la primavera.

3. PRODUCCIÓN DE LECHE SOLO CON PASTOREO

Una vaca a pastoreo exclusivamente, es capaz de consumir suficiente energía como para producir alrededor de 26L de leche al día con pérdida mínima de su condición corporal. Sin embargo, el período de óptima composición nutricional y disponibilidad de praderas que permita obtener estas producciones sólo es de 4 a 6 semanas en primavera. También debe considerarse que para lograr la producción indicada, además de tener la capacidad genética, las vacas deben encontrarse en buena condición corporal y en una etapa de la lactancia que le permita expresar estos niveles productivos.

Vacas lecheras de alta genética alimentadas exclusivamente con praderas de alta calidad y disponibilidad en primavera consumen hasta 19kg/día de materia seca (equivalentes a 3,4% de su peso vivo), con producciones de 29,6kg de leche al día. Sin embargo, estas vacas perdieron peso y condición corporal respecto a otro grupo de vacas que fue manejado en confinamiento y alimentadas con una ración totalmente mezclada.

Las vacas estabuladas consumieron 23,4kg de materia seca y produjeron 44,1kg de leche diarios. Al volver a confinar y a suministrar la ración mezclada a las vacas que estaban a pastoreo, éstas aumentaron su producción de leche diaria a más de 38kg en el lapso de dos semanas. (Kolver y Muller, 1998).

La diferencia en producción de leche se explica en primer lugar por 4,4kg menos de consumo de materia seca en las vacas a pastoreo respecto a las estabuladas lo que explica 9,4kg de leche. La energía utilizada para caminar y pastorear equivale a 3,7kg de leche por vaca al día y el costo energético de convertir el exceso de nitrógeno del pasto en urea demanda otros 1,8kg de leche por vaca al día.

Estos resultados demuestran que vacas de elevada producción (30L/día o más) que pastorean praderas de excelente calidad y alta disponibilidad requieren ser suplementadas para lograr alto consumo de materia seca y altas producciones de leche manteniendo buena salud y reproducción.

4. LIMITANTES NUTRICIONALES DE LA PRADERA

La principal limitante de la pradera durante los meses de invierno y gran parte del otoño es la baja disponibilidad de materia seca, como se indicó anteriormente, debido a que esta es insuficiente para cubrir los requerimientos de vacas lecheras en producción. Por otro lado, la pradera disponible en ambas épocas se caracteriza por un alto contenido de agua, baja fibra y un elevado porcentaje de proteína cruda en relación a la energía.

En verano, además de disminuir la disponibilidad de pradera cuando hay déficit de humedad, principalmente disminuye la digestibilidad del forraje lo que restringe el consumo de materia seca, aún existiendo una adecuada disponibilidad. Además, los bajos porcentajes de proteína cruda, energía metabolizable, varios minerales y un exceso de fibra, limitan la producción de leche.

En primavera, a pesar de que la calidad de la pradera de pastoreo en general es superior a la de forrajes conservados, ésta tiene limitantes nutricionales y desbalances que deben ser considerados. Además del menor consumo de materia seca debido a la incapacidad de la vaca de pastorear más horas, aspecto que se hace importante en vacas de producciones mayores a 26L/día, existen las limitantes siguientes:

- Elevado contenido de proteína cruda, altamente degradable en el rumen; el exceso de nitrógeno debe ser excretado como urea lo que tiene un costo energético equivalente entre 1,5 y 3kg de leche al día.
- Fibra estructural insuficiente para estimular una adecuada masticación y rumia; esto provoca fecas muy blandas, un pH ruminal marginalmente bajo y menor concentración de grasa en la leche.
- Inadecuado consumo de minerales para vacas lecheras de alta producción, tales como fósforo, magnesio, calcio, sodio, cloro, cobre, zinc, yodo, selenio.

-

5. SUPLEMENTACIÓN A PASTOREO

La suplementación de las vacas permite balancear las deficiencias de la pradera, aumentar el consumo de materia seca y nutrientes y la producción de leche. Adicionalmente la incorporación de alimentos suplementarios en sistemas de producción de leche basados en pastoreo permitirá, siempre y cuando la pradera y los suplementos sean utilizados eficientemente, ordeñar más vacas en la misma superficie, debido al efecto de sustitución sobre el consumo de pradera.

La respuesta a la suplementación de vacas a pastoreo depende de la disponibilidad y calidad de la pradera, del potencial genético de las vacas y de la cantidad y tipo de suplemento suministrado.

Mientras mayor es la disponibilidad y la digestibilidad del forraje consumido por las vacas, situación que ocurre en primavera, menor es la respuesta a la suplementación. Esto se explica por la tasa de sustitución (TS) que indica la disminución en el consumo de pradera por cada kilogramo de suplemento, expresado en materia seca.

Sin embargo, también en primavera pueden ocurrir situaciones en es necesario restringir la oferta de pradera para las vacas, debido a que la carga animal es muy alta o el requerimiento de forraje conservado para las épocas deficitarias obliga a rezagar una mayor superficie de praderas. En este caso, la tasa de sustitución al suplementar será menor o muy baja, aumentando en forma significativa el consumo de materia seca total y la producción de leche.

Cuando la calidad nutritiva de la pradera se reduce, al incrementar el estado fenológico de las especies forrajeras , como ocurre a fines de primavera y verano, el consumo de materia seca baja, disminuyendo paralelamente la tasa de sustitución. Debido a esto, normalmente la respuesta a la suplementación aumenta al avanzar el verano, alcanzando a respuestas que pueden ser más de 2L de leche por kg de materia seca consumida como concentrado.

En vacas de alta producción (sobre 30L/día) la respuesta a la suplementación será mucho mayor que en vacas de producciones mas bajas debido a un mayor consumo de materia seca y por lo tanto a una menor tasa de sustitución.

La respuesta a la suplementación es directamente proporcional a la magnitud del balance energético negativo. Mientras mayor es la deficiencia de energía , con mayor seguridad se obtendrá una respuesta positiva a la suplementación.

Vacas de mayor producción pastorean más tiempo y por lo tanto consumen más materia seca que vacas de menor productividad. Se ha medido un aumento en el tiempo de pastoreo de 5 a 12 minutos y de aproximadamente 0,3kg de materia seca de pasto por cada litro adicional de leche. Sin embargo existe una fluctuación importante en el consumo de materia seca dependiente de la disponibilidad de forraje el que determina a su vez el tamaño de bocado. Además el consumo de energía metabolizable dependerá del contenido de este nutriente en el forraje.

Es así como en promedio el mayor consumo de materia seca de vacas de mayor potencial genético cubrirá entre un 20 y un 100% de los requerimientos por litro de leche. Se puede no obstante considerar que en primavera, sin limitantes de disponibilidad y calidad de forraje , el mayor consumo será suficiente para cubrir un 80% de los requerimientos por litro de leche. Esta situación sólo se da durante pocas semanas en primavera (octubre y parte de noviembre). Por lo tanto, cuando el potencial genético de las vacas es alto (más de 26L/día) y además la disponibilidad de pradera está restringida, generalmente la respuesta a la suplementación será conve niente.

Otro factor que afecta el consumo de materia seca a pastoreo es el estado de lactancia de las vacas. Al inicio de la lactancia (primeros 2 meses) el consumo de materia seca es bajo, aún cuando no existen limitantes en la disponibilidad y calidad de la pradera. Esta es la razón por la cual generalmente las respuestas a la suplementación con concentrado es más alta al comienzo que a mediados o al final de la lactancia.

Finalmente también el peso de la vaca afecta el consumo de materia seca a pastoreo. En vacas de similar producción de leche el consumo de materia seca a pastoreo aumenta en 1,5kg por cada 100kg de peso vivo. Este mayor consumo cubre el doble de los mayores requerimientos de mantención de la vaca mas pesada, quedando disponible la diferencia del consumo de nutrientes para producción de leche.

Respecto al tipo de suplemento, la tasa de sustitución es mayor cuando se utilizan forrajes (0,5 a más de 1kg de materia seca de pradera por kg de materia seca de forraje suplementado) que cuando se aportan concentrados (0,3 a 0,8kg de MS de pradera por kg de MS de concentrado).

Además la cantidad de materia seca suplementada afecta la respuesta marginal en producción de leche al suplemento, siendo más alta a los primeros kilogramos de suplementación y disminuye en la medida que se aumenta, lo que es el resultado directo, pero inversamente proporcional a la tasa de sustitución.

6. NUTRIENTES NECESARIOS DE SUPLEMENTAR EN VACAS A PASTOREO

Sin duda, la energía es el nutriente más limitante para una alta producción de leche en vacas que pastorean praderas de alta calidad (2,7 a 2,9Mcal/kg de energía metabolizable, 22 a 30% de proteína cruda, 36 a 45% de FDN).

El exceso de proteína de la pradera debe ser corregido a través del aporte de concentrados con buen aporte de carbohidratos no estructurales fermentables en el rumen para aumentar la síntesis de proteína microbiana y disminuir los altos niveles de amonio y la excreción de urea en la leche y orina. En este sentido, el suministro de granos procesados con calor y vapor ha tenido efectos positivos sobre la producción de leche, lográndose producciones de leche de 29kg/día en vacas a pastoreo, suplementadas con 4kg de maíz roleado a vapor, superior en 1,5kg por vaca al día respecto a 6kg de maíz molido.

El contenido de almidón no debe ser mayor a 30% y el de carbohidratos solubles (almidón, azúcares y ácidos orgánicos) no mayor a 38% de la materia seca consumida. Teóricamente estos niveles son necesarios para proporcionar energía a la vaca y a los microorganismos ruminales para que conviertan el amonio en proteína microbiana.

Praderas de alta calidad contienen entre 5 y 25% de carbohidratos solubles lo que aparece como deficitario al comparar con los niveles recomendados. Sin embargo, en la práctica la fibra de praderas de alta calidad es muy fermentable, lo que aporta energía para la vaca y para un crecimiento eficiente de los microorganismos en el rumen. Cuando vacas de potencial intermedio (6.000L por lactancia o menos) que pastorean praderas de alta calidad sin restricciones de oferta son suplementadas con carbohidratos solubles como melaza, granos, papas etc., no se ha observado incrementos en el crecimiento microbiano o en la producción de sólidos lácteos. En estas condiciones se produce una alta tasa de sustitución y el consumo total de energía no se incrementa en forma importante.

Sin embargo, cuando la tasa de sustitución es baja y cuando se suplementa vacas con consumo restringido de pradera o vacas de alto mérito genético, la producción de sólidos lácteos aumenta como consecuencia de un mayor consumo de energía.

En vacas de mediana producción de leche (5.000L de leche por lactancia) se han obtenido respuestas de 99 gramos de grasa más proteína (equivalentes a 1,25 a 1,4L, dependiendo de la concentración de grasa y proteína en la leche) por kg de materia seca suplementada en forma de maíz grano (Kolver, 2000). Esta información corresponde a lactancias completas evaluadas dentro de un sistema de producción de leche con alta carga animal (4,4 vacas/ha de aproximadamente 450kg de peso vivo) que por lo tanto condicionó una oferta de pradera con probables limitantes de disponibilidad. En condiciones de oferta no

restringida la respuesta a la suplementación en vacas de potencial cercano a los 5.000L por lactancia normalmente no es significativa.

Cuando la producción de leche es mayor a 30L/vaca/día será necesario suplementar más del 30% de la materia seca total consumida diariamente. En estas condiciones es muy importante utilizar la mezcla adecuada de alimentos y probablemente de aditivos nutricionales para evitar desbalances y problemas de salud en las vacas como acidosis y laminitis.

En vacas lecheras de alta producción a inicios de lactancia, la respuesta a la suplementación con 8kg de concentrado/vaca/día ha sido de aproximadamente 1 litro de leche por kg de concentrado consumido. Esta cantidad de concentrado es suficiente para alcanzar un consumo energético suficiente para producir 32 a 34 litros de leche sin pérdida de peso, considerando que las vacas pastorean praderas de muy buena calidad y disponibilidad.

La tasa de sustitución de pradera por concentrado tiende a ser más baja (0,3 a 0,8kg/kg sin restringir la oferta de pradera) que cuando se suplementa con forrajes, lo que permite una mejor respuesta a la suplementación.

A modo de referencia en el Cuadro 3 se señalan los niveles de concentrado a suplementar dependiendo del nivel de producción de leche y de la concentración de energía metabolizable de la pradera, considerando de que no existen limitantes de disponibilidad de pasto.

Cuadro 3. Nivel de suplementación con concentrado en dependencia de la producción de leche y de la concentración de energía metabolizable de la pradera.

Producción de leche (L/día)	Concentración de energía metabolizable del forraje (Mcal/kg MS)		
	2,79	2,63	2,47
12	-	-	-
16	-	-	2
20	-	2	4
24	2	4	6
28	4	6	-
32	6	-	-

El bajo contenido de fibra de las praderas en primavera y su alta fermentabilidad aumentan la tasa de pasaje por el tracto digestivo ocasionando bostas muy líquidas, menores tiempos de rumia, menor salivación y disminuciones en el pH ruminal a valores entre 5,8 y 6,4 (De Veth, 2003). Valores similares fueron encontrados por Parga y otros (2000) en que los pH ruminales de vacas a pastoreo fluctuaron alrededor de 6,0 con una tendencia a pH mas bajos en las vacas que pastorearon praderas en estados mas tiernos. Esto se puede traducir en que la eficiencia del rumen como digestor de los alimentos se reduce y la capacidad de la vaca de utilizar alimentos de alta calidad disminuye.

Sin embargo, la digestibilidad y la tasa de crecimiento de los microorganismos ruminales se mantiene alta aun cuando el pH cae por debajo del valor crítico de 6,2. Las bostas líquidas en esta época del año no son diarrea, sino solo el reflejo de la rápida digestión y alto contenido de agua del forraje.

Existen dos formas principales de fibra en los alimentos; estos tipos de fibra pueden describirse como fibra química (FDN y FDA) y fibra efectiva (FDNe). La FDNe es la que estimula la rumia y la producción de saliva que a su vez tampona el pH ruminal. Solo 40 a 50% de la fibra de los pastos en primavera es efectiva, comparado con 80% en ensilajes de maíz y pradera y 100% en heno o paja.

Cuando las vacas se encuentran sólo a pastoreo, el nivel mínimo de fibra requerido es de aproximadamente 35% de FDN (17% de FDNe). Estos porcentajes de FDN se encuentran por lo general presentes en las praderas de la zona sur, salvo a salida de invierno cuando las condiciones de temperatura permiten una tasa de crecimiento superior a la normal.

Cuando la pradera tiene menos de 35% de FDN entonces el pH ruminal será significativamente menor a 6,0. En estos casos es necesario aportar fibra efectiva en forma de heno, paja, ensilaje de cereales de grano pequeño, ensilaje de maíz o ensilaje premarchito de pradera, en cantidad de aproximadamente 1 a 2kg de MS/vaca/día. Esto disminuye la tasa de pasaje y estimula la rumia aumentando generalmente también el consumo de materia seca total. Ensilajes de pradera muy húmedos no tienen el mismo efecto debido a que carecen de fibra bien estructurada, lo que estimula mucho menos la rumia. Cantidades mayores a 2kg de MS/vaca/día de forrajes conservados pueden producir una alta tasa de sustitución disminuyendo el consumo de materia seca de pradera en alrededor de 1kg por cada kg suplementado cuando la disponibilidad y calidad de pradera no son limitantes. En estas condiciones puede disminuir la tasa de pasaje por el rumen y el consumo de energía y la producción de leche.

Cuando la pradera tiene 42% de FDN o más, como muchas praderas de la zona sur en primavera y otoño, y las vacas no están siendo suplementadas con concentrados, el pH ruminal no será limitante y las vacas no responden o no requieren de fibra efectiva adicional. Sin embargo, cuando se incluye una proporción importante de almidón rápidamente fermentable en el rumen, (25% o más del consumo diario de materia seca) como granos de cereales o papas, el nivel mínimo de fibra requerido debe ser de 27 a 33% de FDN y 20% de FDNe.

Así por ejemplo, vacas que pastorean una pradera de alta calidad con 37% de FDN (18,5% FDNe) más una suplementación de 6kg de cereal o concentrado energético requieren aproximadamente 2kg de heno para que la ración diaria aporte un 20% de FDNe. Comparativamente cuando las vacas pastorean praderas con más de 50% de FDN prácticamente no se requiere de fibra efectiva adicional suplementando con los mismos 6kg de cereal.

Los niveles de proteína recomendados para vacas lecheras de alta producción son de 18% de proteína cruda (base materia seca), de la cual el 65% es degradable en el rumen, el 35% es no degradable el 32% es soluble. Praderas de alta calidad contienen 20 a 30% de proteína cruda, de la cual el 70 a 80% es degradable, el 20 a 30% es no degradable y el 25 a 50% es soluble. En teoría, la pradera no satisface los requerimientos proteicos de vacas lecheras de alta producción.

Sin embargo, en la práctica una pradera puede cubrir los requerimientos de proteína metabolizable de vacas con 30L/día o más de producción cuando contiene más de 24% de proteína cruda. A pesar de la alta degradabilidad de la proteína de los pastos, los

requerimientos de proteína metabolizable son cubiertos debido a que los microorganismos crecen extraordinariamente bien cuando las vacas pastorean praderas de alta calidad y además la alta tasa de pasaje a través del rumen (4 a 7% por hora) permite de que una cantidad importante de proteína pase sin ser degradada en el rumen.

En resumen no se requieren suplementos proteicos para vacas que pastorean praderas de alta calidad. Sin embargo, con producciones mayores a 30L/vaca/día que reciben suplementación energética, también será necesario suplementar con alimentos proteicos para lograr aproximadamente un 18% de proteína cruda en el total de materia seca consumida.

7. CONSUMO DE AGUA

Muchas veces se olvida la importancia que tiene el agua debido a que la formulación de la dieta se concentra en el balance de los aportes de fibra, energía, proteína y minerales. Sin embargo, el agua constituye un 65% de la masa corporal de la vaca y un 85% del contenido ruminal. Por lo tanto si falta agua la pérdida en la producción de leche es más rápida que por la falta de cualquier otro nutriente.

El tiempo que la vaca invierte en tomar agua es de 3 a 8 minutos al día, visitando el bebedero entre 2 y 7 veces en el día. A pesar de que el tiempo aparece como breve, la tasa de consumo es muy alta alcanzando a los 15 a 25 litros por minuto. La demanda de agua aumenta después de las ordeñas, principalmente en las 3 horas posteriores a la ordeña de la tarde en que la vaca consume el 50% del total diario. Vacas a pastoreo en primavera (pradera con 15% de materia seca) y con producciones de 25L/día consumen aproximadamente 55 a 60L de agua al día. En 50 vacas son 3.000L al día de los cuales un 50% (1.500L) lo ingieren en la tarde en 3 horas; esta es la disponibilidad mínima que debe asegurarse para no limitar la producción de leche.

Para estimular un alto consumo de agua también es importante mantener los bebederos libres de algas y en lo posible la distancia a las fuentes de agua no debe ser mayor a 250 metros.

8. SUPLEMENTACIÓN MINERAL

Los macro minerales están principalmente relacionados con las funciones musculares mientras que los micro minerales se relacionan mas con el sistema inmunológico, la salud de las pezuñas y la fertilidad.

Las praderas proporcionan la mayoría de los macro minerales y son por lo general fuentes razonables de calcio, magnesio y fósforo, aun cuando la digestibilidad de estos minerales es frecuentemente baja.

9. PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA NUTRICIÓN MINERAL EN VACAS A PASTOREO

9.1 Sodio

Cuando las vacas pastorean praderas con altos contenidos de proteína el aporte de sal (cloruro de sodio) es muy importante para equilibrar el normalmente excesivo consumo de potasio (causante de bostas muy oscuras) de manera que la vaca pueda absorber el calcio,

fósforo y magnesio. Si no se suplementa con sal la vaca estará más expuesta a hipomagnesemia, hipocalcemia, meteorismo, y Salmonelosis y frecuentemente los recuentos de células somáticas en la leche aumentan.

9.2 Magnesio

La mayoría del magnesio requerido por la vaca se absorbe a través de las paredes del rumen. Un exceso de potasio y/o nitrógeno (altos contenidos de proteína soluble) o bajos contenidos de sodio producen condiciones desfavorables para la absorción del magnesio y coinciden con las características de las praderas a salida de invierno, principio de primavera y otoños húmedos.

Por lo tanto, aun cuando existan adecuadas concentraciones de magnesio en los forrajes, esto no es garantía de que el organismo de la vaca esté absorbiendo las cantidades necesarias de este elemento.

El control hormonal del calcio sanguíneo está fuertemente influenciado por el magnesio de la dieta. Cuando la concentración sanguínea de calcio disminuye, la secreción de la hormona para tiroidea (HPT) aumenta para mejorar la absorción de calcio. Al dar niveles adecuados de magnesio antes del parto (20 gramos por vaca al día) disminuye la absorción de calcio lo que estimula la secreción de la HPT movilizándose calcio desde los huesos antes del parto y por lo tanto será menos probable que se presente una hipocalcemia.

9.3 Potasio

Consumo de praderas con alto contenido de potasio (mas de 2% de la materia seca de la ración) tiene un efecto negativo en vacas que se encuentran en las últimas 3 a 4 semanas del período de gestación debido a que alcaliniza el pH sanguíneo, lo que inhibe la secreción de las hormonas encargadas de estimular tanto la movilización de calcio desde los huesos (HPT) como de mejorar la absorción de calcio dietario desde el intestino (1,25 dihydroxivitamina D). Por otra parte, alto consumo de potasio interfiere con la absorción del magnesio.

Ambos aspectos aumentan la incidencia de hipocalcemia e hipomagnesemia alrededor del parto, acarreando junto con esto un aumento significativo en las posibilidades de que se presenten otros problemas de salud en la vaca recién parida (Ej. partos distócicos, cetosis, mastitis, retención de placenta, metritis, desplazamiento del abomaso y una baja generalizada del sistema inmunológico). Por esta razón el consumo de praderas con antecedentes de altas concentraciones de potasio en vacas antes del parto debe ser evitado principalmente cuando la pradera se encuentra en estado vegetativo, condición frecuente en otoños húmedos, invierno y primavera.

9.4 Micro minerales

La deficiencia de minerales trazas son complicadas debido a que existen una serie de factores que interaccionan y que influyen en que un determinado mineral traza sea deficitario, óptimo o tóxico para el animal.

Deficiencias marginales de minerales trazas es probable pueden encontrarse en las diferentes áreas de la zona sur. Deficiencias agudas pueden presentarse en alguna época de algunos años, especialmente en suelos mas antiguos y livianos.

La deficiencia subclínica ocurre con mas frecuencia y son difíciles de diagnosticar, resultando en pérdidas no detectadas de producción, como depresión del sistema inmunológico, menor fertilidad, mayor incidencia de enfermedades (metritis, mastitis) y cojeras y menor producción de leche. Sólo en casos extremos se verán claramente los síntomas clínicos.

Los minerales que más frecuentemente pueden ser deficitarios en animales a pastoreo son: zinc, cobre, selenio, yodo y cobalto por lo que deben estar incluidos en la mezcla mineral a suplementar.

Altos niveles de azufre, hierro y aluminio interfieren con la absorción intestinal de cobre, zinc y manganeso y pueden provocar deficiencias de estos elementos.

10. EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO EN LA PRODUCCIÓN TOTAL DEL PREDIO

Al suplementar con forrajes conservados y/o concentrados, además de la respuesta directa en producción de leche, debe considerarse que la importación de suplementos al predio produce una disminución en el consumo de materia seca de forrajes (tasa de sustitución de 0,3 hasta 0,8kg de MS de forraje por kg de MS de concentrado) permitiendo aumentar la carga animal y aumentar paralelamente la producción de leche por hectárea.

Es así como en ensayos realizados con vacas Jersey (Cuadro 4), se han obtenido respuestas por vaca de 0,34L de leche por kg de concentrado (leche con 6,0% de grasa y 4,1% de proteína), lo que equivale a una respuesta de 52 gramos de grasa más proteína por kg de materia seca adicional de concentrado y de 1,38L más de leche por kg de concentrado, equivalente a 151 gramos de grasa más proteína por kg adicional de materia seca de concentrado, al realizar la comparación sobre la base de una hectárea (Klein y Goic, 2002).

El nivel de concentrado utilizado fue de 728 y 1.409kg por lactancia para los niveles bajos y altos de suplementación respectivamente.

Cuadro 4. Respuesta a la suplementación con concentrado en vacas Jersey

		Nivel de concentrado		
		bajo		alto
Carga animal	vacas/ha	3,08		3,93
Producción de leche	L/vaca	4.281		4.514
Producción de leche	L/ha	13.186		17.740
Concentrado	kg/vaca	728		1.409
Concentrado	kg/ha	2.242		5.537
Respuesta por vaca	L/kg		0,34	
Respuesta por ha	L/kg		1,38	

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en un predio lechero de la Xª Región, con una superficie de 120ha útiles, en que se incrementaron los niveles de suplementación con concentrados desde 520 a 1.400kg (tal como ofrecido) por vaca al año. Además de las

vacas en producción se mantienen las vacas secas y terneros hasta los 6 meses de edad sobre la superficie indicada.

Cuadro 5. Evolución de la producción de leche en un predio lechero de la Xª Región.

		Año 1991	Año 2002
Vacas en ordeña	Nº	120	190
Producción por vaca día	L	13,4	19,7
Producción vaca masa	L	4.009	6.003
Producción por ha	L	4.900	11.340
Gasto concentrados	kg/vaca	520	1.400
	g/L	127	233
Producción total	L/año	587.437	1.360.697

La respuesta por vaca fue de 2,27L más de leche por kg adicional de concentrado y de 3,8L de leche por kg adicional de concentrado sobre la base de 1ha de superficie útil. Debe considerarse que las vacas son de buen potencial genético, se han suministrado raciones balanceadas y se ha mejorado la producción de forrajes del predio, tanto en cantidad como en calidad. Cuando los niveles de producción por vaca son mas altos, las respuestas a la suplementación con concentrados son menores.

En otro predio lechero de la zona sur en que la producción por vaca masa aumentó de 6.405L a 7.488L (21 y 24,6L/vaca/día, como promedio de los 365 días del año) la respuesta al concentrado adicional fue de 1,6L por kg por vaca y de 2,1L por kg sobre la base de 1 ha de superficie útil. Al igual que en el caso anterior, las vacas son de un excelente potencial genético y las dietas suministradas están balanceadas.

Beneficios adicionales al aumentar la carga animal son un mayor reciclaje de nutrientes al suelo, una mejor eficiencia de utilización de la pradera y una probable mayor producción de materia seca de la pradera.

11. CONSIDERACIONES FINALES

La pradera es el alimento de menor costo siempre y cuando sea utilizada eficientemente y complementada con los suplementos adecuados de acuerdo a sus limitantes nutricionales.

El nutriente más prioritario a suplementar en vacas que pastorean praderas de alta calidad es la energía fermentable en el rumen.

La suplementación con concentrados mas recomendable por lo general será diferente para cada caso, en dependencia de la disponibilidad y calidad de la pradera, potencial genético y etapa de la lactancia de las vacas y del tipo de suplemento disponible.

La suplementación con concentrados es importante a partir de una producción de aproximadamente 26 litros de leche por vaca al día.

La suplementación con fibra efectiva es necesaria especialmente cuando se suplementa 30% o más de la materia seca total de la dieta con concentrados y el contenido de FDN de la pradera es menos a 40 %.

No debe existir limitantes en la disponibilidad y calidad del agua, principalmente después de las ordeñas.

La incorporación de concentrados en un sistema de producción de leche a pastoreo permitirá aumentar la cantidad de vacas ordeñadas y, al ser aportados en forma balanceada, por lo general serán económicamente recomendables, especialmente cuando se cuenta con vacas de alto potencial genético y/o la carga animal es alta.

12. LITERATURA CITADA

- De VETH, M. 2003. Rumen pH, digestion and fibre requirement. Research, Nutrition, Dexcel.
- KLEIN, F. y GOIC, L 2002. Milk Production with Jersey cows in the south of Chile.16 th. International Conference, World Jersey Cattle Bureau, June 2002, Odense, Denmark.
- KOLVER, E.S. 2000. Nutrition guidelines for the high producing dairy cow. Ruakura Dairy Farmers Conference, Proceedings, p.17-28.
- KOLVER, E.S. and MULLER, L.D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 81:1403–1411
- PARGA, J.; PEYRAUD, J.L. and DELAGARDE, R. 2000. Effect of the sward structure and herbage allowance on the herbage intake and digestion by strip grazing dairy cows. En: A.J. Rook and P.D. Penning (Eds.) *Grazing management: The principles and practice of grazing for profit and environmental gain within temperate grassland systems*. British Grassland Society, Occasional Symposium N° 34, p61-66.

CRUZAMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE LECHE

I CRUZAMIENTOS EN BOVINOS DE LECHE.

Humberto González V. y Juan Carlos Magofke S.

Departamento de Producción Animal.

Facultad de Ciencias Agronómicas.

Universidad de Chile, Santiago.

1. INTRODUCCIÓN

A diferencia de lo ocurrido en bovinos de carne, el cruzamiento entre razas o líneas genéticamente distantes no ha sido, en países de clima templado, una estrategia difundida para el mejoramiento de la productividad del ganado lechero. Las razones que explican este hecho pueden ser de variada índole, sin embargo, el destacado mérito alcanzado por la raza Holstein puede ser una razón importante. Esta superioridad es particularmente notable en sistemas intensivos, que propician altas producciones individuales, en los que se otorgan condiciones ambientales que permite la exteriorización de una buena parte del potencial genético del animal para dicho carácter. Lo anterior se expresa en desmedro del contenido de sólidos lácteos y, generalmente, de la tasa reproductiva.

Un escenario distinto se advierte en sistemas pastoriles, en los que el objetivo final es maximizar la productividad por unidad de superficie. El logro de éste, restringe la producción por vaca en alrededor de un 20% del máximo posible de alcanzar bajo dichas condiciones; hecho que, además, tiende a equiparar la productividad de los diferentes tipos raciales. Por otra parte, para trabajar con una carga animal alta es menester optimizar la producción por kilogramo de peso vivo; favoreciéndose el empleo de vientres de menor tamaño. Otro considerando importante se relaciona con la necesidad imperiosa de compatibilizar los objetivos antes descritos con una alta eficiencia reproductiva. Estas condicionantes permiten visualizar en los cruzamientos interraciales una herramienta promisoriosa, tendiente a incrementar la competitividad de los sistemas pastoriles de producción. El mestizaje entre diferentes razas permite acelerar el mejoramiento genético al combinar efectos aditivos, producto de la complementación racial, y el vigor híbrido expresado en características de importancia económica.

En el presente trabajo se muestran los principales antecedentes a tomar en consideración ante la eventual implementación de un sistema de cruzamientos en ganado lechero, identificando aquellas situaciones productivas que los hagan económicamente atractivos. Debido a la importancia que puede tener en la ganadería regional; el análisis considera como eje central para el desarrollo del tema al cruzamiento Frisón x Jersey.

2. SELECCIÓN RACIAL

Los logros de un programa de cruzamientos dependen tanto de la magnitud de la heterosis o vigor híbrido, así como de la adecuada selección de las razas que originen los animales mestizos. Ambas condiciones tienen gran importancia, realidad que en numerosas ocasiones se olvida, suponiéndose que el éxito depende exclusivamente de la magnitud de la heterosis (Magofke y García, 2002).

Revisar todas las opciones raciales existentes escapa al objetivo de este trabajo. Por este motivo, la presentación se centra en el análisis comparativo de las principales estirpes lecheras, existentes a nivel regional, que han sido evaluadas en cruzamientos en sistemas de producción de leche en pastoreo.

Comportamientos de biotipos Holstein y Frisón

Los biotipos Overo Negro han alcanzado una basta distribución a nivel mundial. Dentro de este grupo, de ancestro común, se identifican hoy en día marcadas diferencias en características productivas y funcionales, producto de distintos procesos de selección. El germoplasma de tipo Holstein, proveniente principalmente de los Estados Unidos y Canadá se ha utilizado masivamente a nivel mundial durante los últimos años. En estos países el desarrollo selectivo se ha orientado principalmente a la búsqueda de una alta productividad individual, asociada a mayores requerimientos nutricionales. Este proceso ha sido altamente eficiente en sistemas intensivos, caracterizados por otorgar altos niveles de suplementación; en la mayoría de los casos bajo condiciones de estabulación, sin acceso a pradera (Magofke y González, 1999).

En países de orientación productiva pastoril, el mejoramiento genético y el manejo otorgado a los animales permiten identificar en la actualidad un biotipo de características productivas y funcionales que le son propias. Un ejemplo bien documentado es el llevado a cabo en Nueva Zelanda. En este caso los criterios de selección y los tipos raciales empleados han evolucionado a través del tiempo, adecuándose a las diferentes condiciones del mercado interno.

Durante una primera etapa, iniciada en 1953, el mejoramiento se concentró prioritariamente en el incremento de la producción de grasa láctea; hito que situó a la raza Jersey (J) en una posición predominante. Con posterioridad, sin existir antecedentes claros que avalaran esta decisión, la composición del rebaño cambió radicalmente, merced a la utilización en cruzamiento absorbente de toros frisones sobre vacas (J).

A partir de 1992 se incorporó, como objetivo de mejoramiento, a la producción de proteína láctea, en un índice de selección que otorga ponderación positiva a ambos, sólidos lácteos y una valoración negativa al volumen en que los contiene (Holmes *et al.*, 2002).

En la actualidad, debido principalmente al efecto provocado por el empleo creciente de semen Holstein, se ha elaborado un índice de beneficio económico el que, a las variables antes mencionadas, añade tres características funcionales a saber: peso vivo, fertilidad y longevidad; la primera con valor negativo a diferencia de las dos restantes.

La ponderación económica que se otorga a cada una de dichas variables se revisa en forma anual, dependiendo del valor relativo de cada componente y del impacto de las variables de tipo funcional. Cabe mencionar que a partir de 1997 los valores de cría de los reproductores de las diferentes razas evaluadas, y de algunos toros mestizos, se expresan sobre una base común. Este modo de expresar los valores genéticos aditivos ha repercutido favorablemente en el desarrollo de sistemas de cruzamiento, al facilitar notablemente la selección de los toros empleados (Holmes *et al.*, 2002).

Harris y Kolver (2001), revisan el efecto de la “holsteinización” en el sistema de producción neozelandés; comparando el comportamiento productivo y algunas variables reproductivas entre vacas Frisón Neozelandés (F) y Holstein. En términos generales, sus conclusiones señalan que, como era de esperar en función de los objetivos de selección divergentes, con relación al F, las vacas Holstein:

- Destinan una mayor proporción de la energía ingerida a producción de leche, en desmedro de depositación de reservas corporales.
- Poseen un mayor potencial de consumo.
- Alcanzan mayor tamaño y peso vivo a edad adulta.
- Movilizan una mayor proporción de grasa corporal, principalmente a inicio de lactancia.
- Requieren mejor manejo nutricional y reproductivo.

La principal limitante en la utilización de germoplasma Holstein en pastoreo se ha manifestado en su comportamiento reproductivo, caracterizado por una baja tasa de preñez, la que tiende a limitar fuertemente la longevidad de las hembras de dicho ancestro (Harris y Winkleman, 2000). Si bien la incorporación de criterios de selección ligados a la fertilidad es relativamente reciente en Nueva Zelanda, el manejo otorgado históricamente a los animales ha ejercido un mejoramiento notable de la eficiencia reproductiva del F. Los sistemas pastoriles basan su estrategia alimenticia en la sincronización de la curva de crecimiento de la pradera con la variación de los requerimientos nutricionales del rebaño. Por este motivo, es menester trabajar con un periodo de encaste corto, hecho que sistemáticamente ha provocado la eliminación de los vientres de menor fertilidad.

Un análisis reciente de la vida productiva de más de 10.000 vacas Holstein y F, manejadas en sistemas de encaste estacional, pone en evidencia las diferentes aptitudes reproductivas de ambos biotipos (Harris y Winkleman, 2000). Los principales resultados obtenidos señalan que las vacas con alto componente Holstein respecto de las F:

- Tuvieron un mayor lapso parto primer servicio, producto de un retraso en la ovulación y/o una menor tasa de detección estral.
- Alcanzaron un menor porcentaje de preñez en las primeras semanas de encaste.
- Expresaron una menor tasa de sobrevivencia entre la primera y quinta lactancia (32,7%) en comparación a las Frisón Neozelandés (59,7%).

Otros aspectos analizados en dicho trabajo señalan que los animales Holstein: presentan lactancias más cortas, requieren mayor tiempo de ordeña, independientemente del nivel de producción, y poseen menor movilidad. Es probable que estos aspectos no sean determinados en su totalidad por factores de tipo genético.

Los menores largos de lactancia en las hembras Holstein, pueden deberse, en buena medida, a fechas de parto más tardías producto de mayores lapsos parto concepción.

Harris y Kolver (2001), mediante simulación, realizan una evaluación económica conjunta que incluye buena parte de los aspectos antes mencionados, en el sistema de producción neozelandés. Esta otorgó, en definitiva, una superioridad de 12% en los ingresos netos por unidad de superficie a las explotaciones que utilizan la estirpe local.

A la luz de los antecedentes mencionados, en sistemas productivos sustentados principalmente por el alimento generado por la pradera, difícilmente podría recomendarse el empleo de estirpes Holstein altamente especializadas en producción de leche. De ser así, es dable esperar un significativo aumento en los costos derivados de la necesidad de trabajar con mayores tasas de reemplazos y aquellos asociados al incremento de los gastos en suplementación.

Evaluación de la raza Jersey en pastoreo.

La raza Jersey es la tercera raza lechera en importancia a nivel mundial. Esta estirpe ha tenido un desarrollo notable en Chile, principalmente en la zona sur, a juzgar por la cantidad de semen comercializado durante los últimos años. El elevado tenor de sólidos lácteos contenidos en su leche, así como el menor tamaño adulto, fueron las principales motivaciones para justificar su introducción.

Al igual que en los diferentes tipos de Overo Negro existen diferentes líneas, siendo las de mayor importancia aquellas seleccionadas en Estados Unidos, Dinamarca y Nueva Zelanda, las que presentan características propias dependiendo de los sistemas productivos y de la selección realizada en los países de origen (González y Magofke, 1999). Por este motivo, resultan de particular importancia analizar evaluaciones comparativas realizadas en condiciones de pastoreo.

Mackle *et al.* (1996), realizaron un estudio tendiente a evaluar eficiencia de conversión, consumo de pradera y diferentes variables productivas en vacas primíparas Jersey y FNZ. Los animales parieron con pesos calificados como altos y bajos, que representaban una diferencia promedio de 50kg de peso vivo. Las vacas J fueron más eficientes que las F en la conversión de materia seca ingerida a leche corregida por sólidos (9,4%); sólidos lácteos (12,2%), grasa láctea (17,9%) y en la depositación de energía metabolizable ingerida en energía contenida en la leche (16,2%). Tanto el consumo individual de materia seca y los pesos vivos fueron mayores en las vacas F. Estas últimas, sin embargo, lograron los mayores consumos por unidad de peso vivo. Los bajos pesos al parto afectaron la producción de leche y sólidos, principalmente en las etapas iniciales de la lactancia, no existiendo interacciones entre este factor y el tipo racial.

La literatura especializada coincide en señalar que, bajo diferentes condiciones de manejo, las vacas F tienden a alcanzar mayores producciones individuales de leche, grasa y proteína, respecto de las J. Por el contrario, cuando ambas razas se evalúan en pastoreo, igualando los pesos por hectárea, estas últimas producen menores volúmenes de leche y mayores cantidades de grasa y proteína por unidad de superficie. Otro aspecto interesante de destacar es que en la medida que la carga tiende a aumentar existe un comportamiento diferente entre ambas razas, viéndose menos afectadas las producciones en las vacas J (González y Magofke, 1999).

López-Villalobos y Garrick (2002), comparan la productividad individual y por unidad de superficie del J y F como razas puras y en cruzamiento rotacional; resultados que se entregan en el Cuadro 1. Como se aprecia, las vacas F superan a las J en las producciones individuales de leche (36,2%), proteína (17,0%) y grasa (3,1%). A objeto de estimar las cargas por hectárea los autores cuantificaron los requerimientos para sustentar dichas producciones, junto a los de mantención, crecimiento, gestación y aquellos derivados de la crianza de las vaquillas de reemplazo. A partir de estos antecedentes, se estimó que los requerimientos de materia seca por vaca fueron un 19% mayor en las F. Por este motivo, la superioridad de F en las producciones individuales se redujo a 14,5% al expresar ésta por unidad de superficie. Por otra parte, las producciones de grasa y proteína por ha/año en su conjunto, fue un 9,6% superior en las hembras J.

Obviamente, la ventaja de una u otra raza dependerá en buena medida de la pauta de pago imperante y del impacto que acarree en los costos fijos la necesidad de trabajar con diferente dotación animal. Para cuantificar los márgenes netos, López-Villalobos y Garrick (2002) simularon dos situaciones de mercado. La primera asumió un precio por litro calificado como bajo (NZ\$0,294/L) y alternativamente un escenario de precio alto, producto de un incremento de un 25%. En cada caso, se compararon dos pautas de pago. Una basada sólo en el valor de leche y otra que consideró un índice con ponderación positiva para las producciones de grasa y proteína láctea y negativa para el volumen en que ambas estaban contenidas.

Los resultados obtenidos son de sumo interés, aunque no correspondan exactamente a la realidad nacional, toda vez permiten visualizar como elementos económicos determinan la superioridad relativa de una u otra opción racial. En este caso, la raza F obtuvo un comportamiento destacado cuando, independiente del valor dado a la leche (alto o bajo), la pauta imperante no consideró un castigo a los volúmenes de producción. Por el contrario cuando la pauta favoreció la producción de sólidos, considerando un castigo al volumen, la raza Jersey generó los mayores márgenes por unidad de superficie. No obstante, en este trabajo, como en otro realizado con anterioridad (López-Villalobos *et al.*, 2000), la mayor ventaja económica ha sido lograda por animales mestizos, producidos en sistemas de cruzamiento rotacional doble, con participación de ambas razas.

Cuadro 1. Productividad del Jersey (J) y Frisón Neozelandés (F) como razas puras y mestizaje.

Variable Analizada	Frisón	Jersey	F ₁ : FxJ	RE: FxJ*
Peso vivo (kg/vaca)	447	353	410	406
Producción por vaca:				
Leche (l/año)	3.770	2.768	3.427	3.370
Grasa (kg/año)	165	160	171	168
Proteína (kg/año)	131	112	127	125
Requerimientos (kg MS/año)	5.600	4.209	4.568	4.591
Carga animal (vacas/ha)	2,40	2,86	2,63	2,61
Producción por hectárea:				
Leche (l/año)	9.036	7.890	9.002	8.808
Grasa (kg/año)	395	455	449	439
Proteína (kg/año)	313	321	339	327
Tasa de reemplazo (%)	22,0	22,0	17,8	19,6
Edad promedio rebaño (años)	4,48	4,48	5,09	4,89

*Sistema de cruzamiento rotacional al equilibrio.

Fuente: López-Villalobos y Garrick (2002).

Seguidamente se reseñan los primeros resultados obtenidos al evaluar la participación de la raza J en un sistema de cruzamiento rotacional; experiencia que se encuentra actualmente en ejecución en el Centro Experimental Oromo de la Universidad de Chile (Purranque, X Región). En este caso, el objetivo fue comparar productividad, consumo y eficiencia biológica en hembras F y mestizas F₁. Estas últimas hijas de toros J en vacas F. El estudio no pretende estimar vigor híbrido, debido a la carencia de la raza Jersey pura y por la consiguiente imposibilidad de efectuar los cruzamientos recíprocos necesarios para dicho efecto (Cuadro 3). Los resultados arrojados por el F₁ incluyen, por tanto, efectos de heterosis y complementación racial en conjunto.

El trabajo se realizó con 47 vacas primíparas (23 F y 24 F₁), mantenidas en pastoreo durante toda su lactancia. Como se aprecia en el Cuadro 2 las vacas de ambos biotipos alcanzaron producciones promedio similares, que no difirieron significativamente. Las diferencias en los contenidos de grasa y proteína láctea, en favor del F₁, le permitieron a éstas aventajar a F en producción de grasa, proteína, producción láctea corregida a 4% de materia grasa y por sólidos totales.

Cuadro 2. Productividad y eficiencia biológica en vacas primíparas Frisón Neozelandés (F) y F₁ Jersey - Frisón Neozelandés.

Variable Analizada	Tipo Genético		%
	Frisón Neozelandés	F ₁	(F ₁ - F / F) * 100
Producción de Leche (kg/vaca/día)			
Sin corregir	17,6	18,2	-3,4
Corregida a 4% materia grasa	18,1	19,6	8,3
Corregida por sólidos totales	18,0	19,5	8,3
Materia Grasa			
Contenido (gr/kg)	42,3	45,8	8,3
Producción (gr/vaca/día)	735,6	824,9	12,1
Proteína Láctea			
Contenido (gr/kg)	33,6	34,7	3,3
Producción (gr/vaca/día)	584,9	623,6	6,6
Producción diaria p/kilogramo de Peso Vivo			
Producción de Leche:			
Sin corregir (gr/kg)			
Corregida a 4% MG (gr/kg)	41,0	46,8	14,1
Corregida por sólidos totales	42,0	50,6	20,5
	41,9	50,4	20,3
Producción de Sólidos:			
Grasa (gr/kg)			
Proteína (gr/kg)	1,71	2,13	24,6
	1,36	1,61	18,4

Fuente: González y otros, (datos no publicados).

El peso promedio de los animales F₁ (390,6kg) fue marcadamente superior al alcanzado por la F, llegando la diferencia entre ambos a 45kg/vaca. Por este motivo, al expresar las producciones de leche, en sus diversas modalidades, por unidad de peso vivo las diferencias fueron en todos los casos altamente favorables al F₁. La de mayor magnitud se observó en producción de leche corregida a 4% de materia grasa (MG). Igual tendencia se observó al comparar las producciones de sólidos lácteos. En este caso las vacas F₁ alcanzaron mayores producciones de grasa y proteína láctea por unidad de peso vivo.

Las estimaciones de consumo individual no arrojaron diferencias, sin embargo, al expresarlos como porcentaje del peso vivo, el valor del F₁ (3,4%), fue mayor que el alcanzado por (3,2%). Las producciones de leche por unidad de materia seca consumida fueron, en todos los casos favorables al F₁. Igual tendencia se observó en la producción de sólidos, en las que el F₁ produjo 63,9 y 48,4 g de grasa y proteína por cada kilogramo consumido, superando al F en 17,4 y 11,4%, respectivamente.

En último término, cabe consignar que en el F₁ la valoración energética de la producción diaria representó un 37,1% de la energía metabolizable consumida; valor que aumentó a 41,4% al corregir por el aporte de reservas corporales. Estos valores fueron significativamente menores en las vacas F, llegando a 32,8 y 39,1%, respectivamente. En definitiva, de los resultados antes expuestos los autores concluyen que:

- En las condiciones de manejo en que se evaluaron las dos estirpes, las mestizas F₁, demostraron tener similar producción láctea y una mayor producción de sólidos con relación al F.
- La mayor producción de sólidos lácteos, unida a un menor peso vivo, y a una mejor utilización de la energía metabolizable consumida, le otorgan al F₁ una mayor eficiencia biológica comparada con el F.
- Las aptitudes mencionadas le confieren a las mestizas, ventajas comparativas en sistemas donde se premia la producción y contenido de sólidos lácteos.

3. HETEROSIS O VIGOR HÍBRIDO

Cuando individuos de razas puras son cruzados entre sí, no siempre la progenie mestiza resultante expresa un nivel de producción similar a la media de las razas puras. Dicho fenómeno se conoce como heterosis o vigor híbrido. Desde un punto de vista cuantitativo, éste corresponde a la diferencia o desvío del comportamiento de la progenie mestiza, originada por apareamientos recíprocos, con respecto del promedio de las razas o líneas puras que los originaron. Dicha diferencia o desvío se expresa tanto en valor absoluto como en términos porcentuales. Por tanto existirá vigor híbrido cada vez que el comportamiento de los mestizos sea diferente al promedio de las razas puras, y no necesariamente cuando éstos superen a la mejor de ellas. En consecuencia, para cuantificar la heterosis es necesario conocer en forma contemporánea el mérito de las razas puras y de los cruzamientos recíprocos, los que contemplan la utilización de las razas involucradas tanto por paterna y materna (Magofke y García, 2002).

La importancia de este concepto amerita el desarrollo de un ejemplo para facilitar su comprensión. En el Cuadro 3 se ilustra el cálculo de vigor híbrido basado en los resultados obtenidos por Ahlborn-Breier y Hohenboken (1991), al analizar una población de 42.554 vacas primíparas F, J y mestizas, manejadas en pastoreo. Como se observa en el Cuadro 3, el promedio de la progenie mestiza corresponde a la media de los valores de cada cruzamiento recíproco. Para producción de leche, estos fueron 3.022kg/vaca en las hembras hijas de toros F apareadas con hembras J. En el cruzamiento recíproco, hijas de toros J en vacas F, la producción por vaca llegó a 2.921kg; lo que arroja una media entre ambas de 2.972kg/vaca. De acuerdo a la definición de heterosis antes señalada, ésta corresponde al desvío entre las medias de la progenie mestiza respecto al promedio de producción de las razas puras (2.801kg/vaca), es decir 171kg/vaca; equivalente a un 6,1% ($2.972 \cdot 100 / 2.801$). De igual forma, la producción de grasa de las mestizas superó en 10,4kg/vaca a la media de las razas puras. En este segundo caso el vigor híbrido, expresado de manera porcentual, llegó a 7,3%.

Cuadro 3. Heterosis en producción de leche y materia grasa en vacas Frisón Neozelandés (F) y Jersey (J) en un sistema de producción pastoril.

Producción anual	Razas puras			Mestizos			Heterosis (%)
	Frisón (F)	Jersey (J)	Promedio puros	(1/2Fx 1/2J)*	(1/2Jx 1/2F)	Promedio mestizos	
Leche (kg/vaca)	3.204	2.398	2.801	3.022	2.921	2.972	6,1
Grasa (kg/vaca)	147,6	137,1	142,4	152,5	153,0	152,8	7,3

*La primera letra indica la raza utilizada por vía paterna. **Fuente:** Ahlborn-Breier y Hohenboken (1991).

Si bien estos resultados indican que las dos variables analizadas expresan heterosis, la respuesta neta dependerá de la característica productiva considerada. De acuerdo a la información contenida en el Cuadro 3, la producción de leche de las hembras F. Esto ocurre aún cuando el promedio de los animales mestizos fue mayor a la media de ambas razas puras. La idea anterior no está totalmente clara... Diferente es la situación en producción de materia grasa. En este caso, las hembras mestizas superaron en 3,5 y 11,5%, a las vacas F y J, respectivamente. Estos resultados señalan que, bajo las condiciones de manejo imperantes en esta experiencia, se obtendrá una respuesta positiva sólo en producción de materia grasa. Sin embargo, la implementación de un sistema de cruzamientos debe considerar que la respuesta global dependerá de la sumatoria de todos los efectos heteróticos presentes, los cuales pueden ser importantes en otras características productivas y funcionales, principalmente las relacionadas con viabilidad y eficiencia reproductiva.

De los antecedentes entregados es importante recalcar cuan relevante es el nivel de producción de las razas puras y, evidentemente, la magnitud de vigor híbrido expresado por los caracteres que se desea mejorar. Los resultados no serán satisfactorios si las razas que originan las mestizas no son las mejores para una situación productiva determinada, o cuando una de las mismas sea muy superior a la otra u otras participantes en el sistema de cruzamiento (Magofke y García, 2002).

3. MAGNITUD DE LA HETEROSIS

El interés despertado últimamente en la utilización de cruzamientos en el ganado lechero radica en que diferentes características productivas y funcionales expresan algún grado de heterosis. La magnitud de ésta depende, principalmente, del carácter considerado y de la distancia genética de los grupos que generan los mestizos.

Las variables relacionadas con producción y composición láctea presentan, valores bajos los que, sin embargo, ejercen un efecto positivo incrementando el volumen y la producción de sólidos lácteos. López-Villalobos y Garrick (2002), basados en información experimental generada en Nueva Zelanda, asumen en su trabajo de modelación valores de heterosis de 3,9; 4,5 y 4,0% para producción de leche, grasa y proteína en cruzamientos FxJ. En base a dichos valores, los autores estimaron heterosis para las

mismas variables expresadas en productividad por hectárea de 6,4; 5,6 y 5,4%; respectivamente. Bajo condiciones de manejo intensivas, utilizando las razas Holstein, Jersey y Brown Swiss; Van Raden y Sanders (2003), informan valores similares a los obtenidos en sistemas pastoriles, los que fueron de 3,4; 4,4 y 4,1% en producción de leche, grasa y proteína, respectivamente.

La estimación de vigor híbrido para peso corporal es importante toda vez que en sistemas pastoriles afecta la carga animal y la rentabilidad, por su efecto en los requerimientos alimenticios para mantención y el valor de los animales de desecho (López-Villalobos *et al.* 2000). Los reportes de heterosis de esta característica informan, en general, valores bajos. Al respecto, López-Villalobos y Garrick (1996) señalan valores de 0,83; 1,66 y 2,99 en cruzamientos (FxAyrshire), (FxJ) y (JxAyrshire), respectivamente.

De mayor importancia, tanto por su magnitud, como por los efectos colaterales que traen aparejados, es la heterosis exteriorizada por características asociadas a la reproducción, longevidad y resistencia a las enfermedades que en conjunto determinan la tasa de sobrevivencia. Estas variables han cobrado importancia creciente en la medida que se ha cuantificado su gran impacto económico en los sistemas productivos. Su efecto sobre el incremento en la eficiencia se manifiesta de diferentes modos, siendo los de mayor relevancia aquellos que permiten lograr un aumento en la vida productiva (López-Villalobos *et al.* 2000). Este cambio modifica, en primer término, la estructura de edades del rebaño tendiendo a aumentar su promedio (Cuadro 1). Como consecuencia, un sistema productivo pastoril experimentará un aumento en la producción láctea, una disminución de la tasa de reemplazo, el incremento de los diferenciales de selección y, en último término, la liberación de superficie que puede ser utilizada directamente en producción de leche. Las estimaciones de heterosis para longevidad alcanzan valores medios, siendo del orden de 14% en sistemas de encaste estacional (López-Villalobos y Garrick, 2002).

Al analizar características compuestas, que en su estructura consideran los efectos conjuntos de la heterosis en variables productivas y de sobrevivencia, los valores alcanzados son altos. Por ejemplo, McAllister (2002) informa heterosis para producción vitalicia de leche, grasa, proteína y lactosa de 16,5; 20,0; 17,2 y 16,6%, respectivamente.

Una valoración económica de todos los aspectos del sistema productivo da origen a la cuantificación de lo que se denomina heterosis económica. Al respecto, MacAllister (2002) estimó una heterosis económica de 20,6% al expresar la rentabilidad en términos de valor actual neto (VAN) y de 17,9% al otorgar valor comercial a la producción vitalicia. Por su parte, López-Villalobos y Garrick (2002) calcularon heterosis económica en términos de margen neto por hectárea en dos escenarios de precio y bajo dos pautas de pago. Dichos autores informan valores entre 10,0 y 19,6%, estando los de mayor magnitud asociados a condiciones de bajo precio y donde la pauta de pago es, principalmente, una función del volumen producido.

4. OPCIONES DE CRUZAMIENTOS

Las evidencias experimentales disponibles, señalan ventajas importantes del mestizo F_1 ($F \times J$) en sistemas pastoriles respecto de ambas razas puras (Magofke y González, 1999, López-Villalobos y Garrick, 2002 y Holmes *et al.*, 2002). El problema a dilucidar consiste en definir la mejor alternativa, frente a las numerosas opciones de uso de estos vientres mestizos, con la finalidad de perpetuar, hasta donde sea posible, las ventajas exteriorizadas por el F_1 . Esta condición es imprescindible, toda vez que la heterosis está determinada por efectos genéticos no aditivos; es decir, no transmisibles a la descendencia.

Cruzamiento absorbente.

En la actualidad en la zona sur, como producto del empleo de toros J sobre vientres de diferentes estirpes, muchos productores lecheros pueden apreciar las bondades productivas del F_1 . Al momento de reproducir estas hembras surgirán, no obstante diferentes opciones, entre las que absorber la masa original, mediante el empleo de toros J generación tras generación, puede ser una de ellas.

Los antecedentes disponibles le confieren al J ventajas económicas, medidas en términos de margen neto por hectárea, respecto al F de un 7 a 8%, bajo el sistema de pago imperante en Nueva Zelanda (López-Villalobos *et al.*, 2000 y López-Villalobos y Garrick 2002). A pesar de estos resultados, no existe acuerdo en la comunidad científica de ese país respecto del tema ya que, presentando la raza J una mayor eficiencia en la producción de sólidos lácteos y en variables reproductivas, manifiesta debilidades frente al F; que no han sido debidamente ponderadas. Entre otras es factible mencionar:

- Incremento de los costos fijos derivados de la necesidad de trabajar con un mayor número de animales en la explotación.
- Mayor incidencia de enfermedades metabólicas (fiebre de leche y cetosis).
- Menores ingresos por venta de animales de eliminación y novillos, debidas a la coloración de la grasa y menor tamaño corporal.
- Aumento en los tiempos de ordeña.
- Incremento en la mortalidad de terneros, principalmente en los 3 primeros meses de vida. Este efecto obedece al menor espesor de grasa de cobertura y menor densidad de folículos pilosos.

A la luz de los antecedentes disponibles resulta imprescindible evaluar esta opción con mayor profundidad, antes de considerarla como una alternativa válida para la ganadería regional. La implementación de pautas de pago que privilegien, realmente, la producción de sólidos lácteos es un elemento de crucial importancia.

Por último cabe consignar que si bien los cruzamientos absorbentes necesariamente pasan por una fase en la cual predominan vientres F_1 , la alta eficiencia biológica que éstas expresan se perderá paulatinamente, en la medida que el proceso de absorción progrese.

Cruzamientos entre mestizos F₁.

El cruzamiento entre individuos mestizos F₁ permite, en teoría, retener sólo el 50% de la heterosis. Siendo el vigor híbrido en características productivas de baja magnitud, la retención sólo de la mitad sería de escasa importancia. En la práctica existen, no obstante, otros inconvenientes los cuales impiden hacer una proyección de esta alternativa pensando exclusivamente en la heterosis perdida.

Para que sea factible mantener en el tiempo dicho nivel de heterosis, los cálculos teóricos indican que es indispensable trabajar con un número mínimo de 12 machos en cada generación, empleados sobre un gran número de hembras. El motivo de esta condición radica en que de no disponerse de un gran tamaño poblacional el aumento de la heterocigosidad lograda con los cruzamientos, la cual es responsable del vigor híbrido, se perderá por el aumento de la consanguinidad la que ejerce un efecto contrario (Magofke y García, 2002). Otra limitante podría ser una limitada disponibilidad de toros F₁. En este evento, la factibilidad de obtenerlos del propio rebaño, aunque es una opción vigente, invalida la posibilidad de tener pruebas de progenie confiables ya que como se ha señalado la productividad de los mestizos descansa no sólo del la heterosis retenida, sino que depende en forma importante de los efectos progresivos de la selección.

Finalmente es necesario indicar que en el proceso de formación de las razas se han fijado interacciones genéticas no aditivas favorables. Sin embargo, al hacer cruzamientos entre los mestizos éstas se romperán, apareciendo nuevas formas denominadas recombinantes. Los efectos de las recombinaciones génicas han demostrado ser importantes en producción de leche y en ocasiones tienen un efecto no sólo negativo, sino que de mayor magnitud que la heterosis. El Cuadro 4 ilustra la importancia de estos efectos en producción de leche grasa y proteína láctea. En dicho cuadro se observa como, dependiendo de la característica considerada y de las razas participantes en el cruzamiento, el efecto favorable de la heterosis puede ser completamente anulado por las recombinaciones.

Cuadro 4. Estimaciones de heterosis y recombinaciones génicas en cruzamientos de ganado lechero.

Razas	Característica	Heterosis (kg)	Recombinación genética (kg)
Holstein Friesian x Frisón Holandés	Leche	120	-100
	Grasa	6,8	-1,3
	Proteína	4,4	-3,5
Holstein Friesian x Frisón Británico	Leche	100	-156
	Grasa	4,5	-2,1
	Proteína	3,6	-3,8
Holstein Friesian x MRY Holandés	Leche	140	-295
	Grasa	6,8	-11,1
	Proteína	5,3	-8,2

Fuente: Harbers (1997) c.p. Goddard y Wiggans (1999).

Dependiendo de la importancia de las recombinaciones génicas, el apareamiento indefinido entre individuos F_1 puede llevar a un nivel productivo similar a la media de las razas padres. En este caso, el uso de la mejor raza sería obviamente una mejor opción. En definitiva, los antecedentes expuestos hacen poco recomendable la adopción de esta alternativa de cruzamientos para producción de leche.

Cruzamientos estáticos.

En rebaños de gran tamaño, destinados a la producción de carne, los cruzamientos estáticos han demostrado ser los más eficientes. En estos casos, se destina alrededor del 50% de los vientres más jóvenes a generar las hembras requeridas como reemplazos; mientras el resto se aparean con razas específicas. Esta estrategia permite, en este segmento del rebaño, acceder a niveles elevados de heterosis y en forma aditiva mejorar la productividad por complementación racial. Este procedimiento permite obtener un 50% de animales F_1 destinados a beneficio en forma permanente.

La aplicación de este esquema en bovinos de leche difícilmente redundará en un aumento de la eficiencia productiva. Los menores índices reproductivos y la menor fertilidad de la vaca lechera con relación a la de carne, incrementan en forma importante la tasa de reposición en este último rubro. Por los motivos antes indicados, tendría que destinarse sobre el 70% de los vientres para asegurar la reposición. En consecuencia, difícilmente podría lograrse más de un 30% de vientres F_1 , con lo cual la mejor productividad obtenida con estos generaría un impacto marginal.

A nivel zonal, podría pensarse en la posibilidad de que determinadas explotaciones se dedicaran al rubro de producción de vaquillas F_1 , las cuales podrían ser adquiridas por otros productores lecheros. Esta opción podría ser viable sólo en la medida en que los valores de estos animales lo justificasen. Quedan pendientes, sin embargo, aspectos importantes como el nivel sanitario de los animales y la calidad genética de éstos la que determina en buena forma su productividad.

Cruzamiento rotacional de tipo convencional.

Los cruzamientos rotacionales, independiente del número de razas participantes, se caracterizan por que siempre se utilizan razas puras en forma alternada a través de la vía paterna. Debido a que la heterosis paterna tiene escasa significación, esta condición no disminuye la productividad. Contrariamente, las hembras empleadas son siempre mestizas y se originan de los nacimientos ocurridos en la generación anterior. Este aspecto es de importancia, ya que con un sistema de este tipo los reemplazos son generados en la misma explotación.

Por ejemplo, para implementar un sistema rotacional con la participación de las razas F y J, partiendo de un rebaño F, la totalidad de las hembras se deben aparear con toros J a objeto de generar el F_1 . En una segunda etapa, la mitad de las hembras F_1 deben preñarse con machos F para producir hembras ($3/4F \times 1/4J$); mientras el resto se aparean con machos J a objeto de producir hembras ($1/4F \times 3/4J$). Siguiendo este proceso de forma

tal que todas las hembras hijas de toros F se preñen de por vida con toros J y viceversa, después de alrededor de 8 generaciones se alcanza el equilibrio. En este estado, la mitad del rebaño tendrá una composición (3/4F x 1/3J), mientras el 50% restante será (1/4F x 3/4J). Esta estrategia permite retener 2/3 (0,67) de la heterosis expresada por el F₁.

El aumento del número de razas participantes incrementa en forma decreciente la heterosis retenida. Este hecho, junto a la necesidad de contar con las mejores razas para una determinada condición productiva, limita la opción práctica de superar a la de mejor comportamiento. Por este motivo, sólo se considera la posibilidad de trabajar hasta con 3 razas, opción que retiene 6/7 (0,875) del vigor híbrido del F₁.

El principal problema de esta estrategia donde participan razas de tan diferente tamaño, como son F y J, es la elevada varianza intergeneracional que necesariamente se observará en características secundarias tales como peso al nacimiento y tamaño adulto. La importancia económica de la primera radica en que necesariamente deberá observarse incrementos importantes e indeseables en la incidencia de partos distócicos, sobre todo en aquellas generaciones donde vientres jóvenes cuya composición genética sea 2/3 o más aportados por la raza Jersey deban aparearse con toros F. El incremento en la frecuencia de partos distócicos, retenciones placentarias o cesáreas podrían producir un fuerte impacto en el porcentaje de anestro en la estación de encaste siguiente; todo lo cual adquirirá máxima importancia al utilizarse pariciones estacionales que requieren encastes cortos.

El tamaño adulto también es importante. Diferencias marcadas en esta característica, en las vacas en producción pueden generar problemas de competencias por alimento además de impedir un diseño óptimo de las instalaciones. A pesar de existir numerosos trabajos que señalan como la mejor opción al cruzamiento rotacional doble, en ninguno de ellos se mencionan las importantes debilidades antes señaladas. De no implementarse restricciones, éstas pueden hacer desaparecer parte importante o la totalidad de los beneficios obtenidos con un esquema de este tipo. La implementación de sistemas rotacionales periódicos, en los que una raza participa de manera más frecuente, o de un sistema rotacional modificado en el que, independiente de su composición genética, los vientres jóvenes se aparean con la raza de menor tamaño son opciones que ameritan una investigación más acabada.

El Cuadro 1 contiene información que permite comparar parámetros físicos del F, J y mestizos de ambas razas. Como era de esperar, debido a la pérdida de heterosis, el F₁ supera al sistema rotacional en equilibrio (RE) en todos los parámetros productivos. Como se recordará la productividad del F₁ no es permanente en el tiempo, razón por la que el análisis se centra en la segunda instancia. Respecto de la mejor raza pura en producción por hectárea, el RE produjo menos leche (-2,5%) y materia grasa (-3,5%) y mayor cantidad de proteína (1,9%). Al evaluar los márgenes netos por hectárea, mediante una pauta de pago que privilegia la producción de sólidos y penaliza el volumen (López-Villalobos y Garrick, 2002), el RE superó a la mejor raza pura (J) en 5%. Este resultado se obtuvo en un escenario de bajo valor para el litro de leche (NZ\$0,294/l) y en 2,7% cuando éste se elevó en un 25%. Independiente del valor del litro de leche, el F fue la mejor raza

cuando el precio pagado a productor fue, principalmente, una función del volumen producido.

Resultados que apuntan en similar dirección obtiene Gana¹ (comunicación personal). Trabajando con las pautas de pago imperantes actualmente en la Xa. Región y la estructura de costos del Centro Experimental Oromo, estima mediante simulación los márgenes netos para diferentes opciones raciales. Asumiendo un 50% de partos de otoño con la raza F, analiza diferentes opciones para los partos de primavera. Los resultados indican que a pesar de obtener el menor precio por litro, la raza F alcanza el mayor margen neto por hectárea, superando en 6,5% al RE (FxJ) y en 11,1% al J. Estas diferencias se explican, principalmente, por los mayores volúmenes producidos por el F y el incremento de los costos fijos debidos a la necesidad de trabajar con mayor número de animales en las dos opciones restantes. Sin embargo, los análisis de sensibilidad muestran que frente a una pauta de pago con una mayor valorización de los sólidos lácteos se potencian claramente aquellas opciones que consideran la utilización de la raza J.

5. CONCLUSIONES

- El éxito de un programa de cruzamiento se basa en la magnitud de la heterosis, o vigor híbrido, y en la adecuada selección de las razas que originen los mestizos.
- El vigor híbrido en producción y composición de leche es bajo, siendo de mayor magnitud en todas aquellas características que determinan la tasa de sobrevivencia.
- La mayor vida productiva, esperada en los mestizos, puede tener una fuerte repercusión en la competitividad de un sistema de cruzamiento. Esto se debe, principalmente, a sus efectos favorables en el nivel de producción y en la disminución de la tasa de reemplazo.
- El vigor híbrido económico, en sistemas de producción de leche en base a praderas, depende principalmente de los elementos tomados en consideración para estructurar la pauta de pago.
- El F₁ presenta una alta eficiencia biológica, producto de la complementación racial y de la máxima expresión de la heterosis. Este fenómeno no es transmisible a la descendencia, en consecuencia, es necesario desarrollar sistemas de cruzamientos destinados a retener la mayor fracción del vigor híbrido en las generaciones futuras.
- Los cruzamientos rotacionales parecen ser la mejor opción en bovinos de leche. Su implementación requiere, no obstante, un acabado análisis económico preliminar.
- La principal limitante de los cruzamientos rotacionales es la alta varianza intergeneracional que se presenta al trabajar con razas que difieren sustancialmente en tamaño corporal. Las opciones que permiten aminorar su efecto requieren aún de mayor investigación.

¹ Gana, E. Ing. Agr. Alumno Magister en Ciencias,

Mención Producción Animal. Universidad de Chile.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue
Seria Actas N° 24

6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AHLBORN-BREIER, G. y HOHENBOKEN, W. 1991. Additive and non additive genetic effects on milk production in dairy cattle: Evidence of major individual heterosis. *Journal of Dairy Science* 74: 592-602.
- GODDARD, M. y WIGGANS, G. 1999. Genetic improvement of dairy cattle. *In*: Fries, R. y Ruvinsky, A. (Ed.) *The Genetics of Cattle*. CAB International, Wallingford. pp: 511-537.
- HARRIS, B. y WINKLEMAN, A. 2000. Influence of North American Holstein genetics on dairy cattle performance in New Zealand. *Proceedings of the Australian Large Herds* 6: 122-136.
- HARRIS, B. y KOLVER, E. 2001. Review of holsteinization on intensive pastoral dairy farming in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 84: 56-61.
- HOLMES, C., BROOKES, I., GARRICK, D., MACKENZIE, D., PARKINSON, T. y WILSON, G. 2002. *Milk Production from pastures*. Massey University, New Zealand. 602p.
- LÓPEZ-VILLALOBOS, N., GARRICK, D., HOLMES, C., BLAIR, H. y SPELMAN, R. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 83: 144-153
- LÓPEZ-VILLALOBOS, N. y GARRICK, D. 1996. Profitability of rotational crossbreeding programmes in comercial dairy herds. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 56: 216-220.
- LÓPEZ-VILLALOBOS, N. y GARRICK, D. 2002. Economic heterosis and breed complementary for dairy cattle in New Zealand. *Proceedings 7th World Congress Applied to Livestock Production*. Communication 01-37.
- MCALLISTER, A. 2002. Is crossbreeding the answer to questios of dairy breed utilization?. *Journal of Dairy Science* 85: 2352-2357.
- MACKLE, T., PARR, C., STAKELUM, G., BRYANT, A. y MACMILLAN, K. 1996. Feed conversion efficiency, daily pasture intake and milk production of primiparous Friesian and Jersey cows calved at two different live weight. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 39: 357-370.
- MAGOFKE, J.C. Y GARCÍA, X. 2002. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad animal I: Conceptos. Circular de Extensión. Departamento de Producción Animal, Universidad de Chile. pp: 35-43.

MAGOFKE, J.C. y GONZÁLEZ, V. H. 1999. La raza Jersey en relación a otros biotipos para producción de leche en pastoreo. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal, Universidad Austral de Chile. pp: 36-61.

VANRADEN, P. Y SANDERS, A. 2003. Economic merit of crossbred and purebred US dairy cattle. Journal of Dairy Science 86: 1036-1044.

CRUZAMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE LECHE

II Evaluación, selección genética y cruzamientos

Héctor Uribe M.
Méd. Vet. M.Sc., Ph.D.
INIA Remehue, Osorno, Chile.

1. INTRODUCCIÓN

La Décima Región de Chile produce alrededor del 65 % de la leche total del país. En esta zona, los productores de leche se han preocupado de mejorar la calidad genética de sus rebaños mediante la importación de semen congelado principalmente de la raza Holstein Friesian. Sin embargo, este enorme esfuerzo económico no ha sido acompañado con el desarrollo de sistemas de evaluación genética tendientes a identificar a aquellos reproductores nacionales o extranjeros que deben ser usados como futuros reproductores y padres de la siguiente generación. Esta falencia sin duda ha retrasado el progreso genético que la masa bovina de leche ha podido tener y nos hace cada día más dependientes de programas de selección genética hechos en países más desarrollados que Chile donde el escenario económico y de manejo animal es muy diferente al nuestro.

Los objetivos de este trabajo son:

1. Entregar antecedentes que respaldan la necesidad de que Chile y especialmente la Décima Región cuenten con una organización nacional o regional de evaluación genética cuantitativa que esté al servicio de los productores de leche y les sirva como una herramienta en la gestión de mejoramiento genético de sus rebaños.
2. Discutir las oportunidades y ventajas de cruzamientos en ganado de leche.

2. CONCEPTOS BÁSICOS

En Chile, a pesar del desarrollo científico y tecnológico que la comunidad académica y profesional ha alcanzado, aún existe el error de creer que un animal con buenos registros fenotípicos es necesariamente el animal de mejor genética y que ésta será traspasada a su progenie.

La expresión fenotípica de un animal de leche, o en otras palabras el registro de producción de una lactancia de una vaca, está influenciado por efectos genéticos y ambientales; lo anterior se puede indicar de la siguiente manera:

$$\text{Fenotipo} = \text{Genética} + \text{Ambiente}$$

En esta ecuación, por simplicidad no se considera ahora la interacción entre la genética y el ambiente, tema que se aborda someramente más adelante.

Es claro que el ambiente en el cual se encuentra un animal no es algo que se herede o se traspase a la progenie, de esta manera la influencia que el ambiente tiene (positiva o negativa) se manifiesta en la producción de una vaca madre pero no en la futura producción de una hija de esta vaca. Esto significa que sólo se traspasa el efecto genético, el cual influencia en forma positiva o negativa su producción o fenotipo.

Existe también el convencimiento de que un animal al aparearse pasa a su progenie todo su componente genético o genotipo, esto no es cierto ya que el componente genético de un animal que determina un registro productivo se puede subdividir en al menos tres componentes:

$$\text{Genética} = \text{Aditiva } (G_a) + \text{Dominante } (G_d) + \text{Epistática } (G_l)$$

De esta manera una observación de producción se puede representar de la siguiente manera:

$$\text{Fenotipo} = G_a + G_d + G_l + \text{Ambiente}$$

En otras palabras un componente ambiental y tres componentes genéticos, también por simplicidad se omiten las posibles interacciones que puedan existir entre los componentes genéticos.

La genética aditiva (G_a) es el efecto dado por la suma de efectos individuales de cada gen o alelo¹, este es el único componente del genoma de un animal que es pasado a la progenie ya que al formarse el espermatozoide o embrión este contiene una muestra aleatoria de la mitad de los genes del progenitor, los cuales se juntarán con otra muestra aleatoria de genes de otro animal para formar el nuevo genotipo.

Los animales no pasan su genotipo a la progenie, lo que pasan son genes y los genotipos se forman en cada generación con los genes de ambos sexos.

Los efectos de dominancia (positivos o negativos) se presentan cuando la suma de los efectos individuales de cada alelo es diferente al valor del genotipo. Como los alelos no se traspasan en pares hacia la progenie estos efectos no son traspasados a la siguiente generación; se forman en cada generación de acuerdo a las nuevas combinaciones de alelos.

1 Alelo = Diferentes formas que toma un gen.

De la misma forma, los efectos genéticos epistáticos se producen por interacción de alelos de distintos genes y estos no son pasados a la progenie. De esta forma se concluye que sólo una parte (positiva o negativa) de un buen registro fenotípico es de origen genético y traspasable a la descendencia, Esto es lo que se conoce como la genética aditiva o valor genético aditivo, el resto no es pasado a la progenie.

Sería posible pasar toda la información genética de un animal a su descendencia sólo si hacemos clones de un reproductor (aún así no está claro que toda la información sea pasada por clonación ya que en mamíferos el ADN a clonar sólo se obtiene del núcleo y al parecer hay evidencias que alguna información genética estaría codificada en los ácidos nucleicos mitocondriales).

El grado de importancia de la genética aditiva con relación al valor fenotípico de una característica está dado por la heredabilidad. Este parámetro genético nos indica qué proporción de las diferencias de producción que vemos en un rebaño de vacas es de origen genético aditivo. Estimaciones de heredabilidad para producción de leche fluctúan entre un 20 y 40%, lo que nos indica que en promedio el 30% de las diferencias de producción que observamos en nuestro rebaño se deben al componente genético aditivo de las vacas y el resto es de origen genético dominante, epistático o de origen ambiental.

En términos más prácticos si seleccionamos animales sólo en base a registros de producción de leche tendremos tan sólo un 30 % de probabilidad de elegir a las vacas con mejor genética aditiva para producción de leche. El 70% de probabilidad restante es que se seleccionen animales cuya mejor producción se debe a efectos ambientales o efectos genéticos dominantes y/o epistáticos.

Si bien es cierto que un 30% de las probabilidades de escoger a los mejores animales nos permite obtener avance genético para la característica seleccionada, este procedimiento es lento y siempre nos mantendrá muy por debajo del progreso obtenido en países donde se usan herramientas más sofisticadas para determinar el componente genético aditivo de un animal y seleccionar por esto y no por fenotipo.

3. EVALUACIÓN GENÉTICA

La evaluación genética cuantitativa consiste en separar el componente genético aditivo de los otros efectos que generan un registro de producción. Lo anterior se logra con registros productivos (control lechero) e información de pedigrí.

Existe bastante teoría estadístico-matemática en el mundo, que sido llevada a la práctica y aplicada en casi todas las especies domésticas donde se quiere hacer selección genética en alguna característica de interés.

No es objetivo del presente trabajo discutir las técnicas cuantitativas usadas en la identificación animales genéticamente superiores, pero es necesario mencionar que la metodología actualmente usada en todos los países con programas de evaluación genética, fue desarrollada hace más de 50 años y el progreso genético obtenido en las diferentes especies donde se ha usado ha sido muy positivo.

Chile, al igual que varios países latinoamericanos, no cuenta con un programa oficial de evaluación y mejoramiento genético que permita centralizar los registros de controles lecheros y evaluar los animales de forma que esta información sea de uso público y sirva a los productores y asesores en la selección de padres para los futuros reemplazos.

Lo más caro en un programa de evaluación de animales de leche son los controles lecheros, lo que se ha financiado totalmente por los productores de leche.

Chile cuenta con aproximadamente 80.000 vacas en control de leche, lo que corresponde al 12 % de la población total de vacas de lechería. Esto es más que suficiente para un programa de evaluación genética que genere información confiable para el uso de los productores de leche.

En Chile existen esfuerzos aislados de identificación de animales genéticamente superiores. Por ejemplo en la Duodécima Región, un grupo de 5 productores con un universo de 30.000 ovejas de la raza Corriedale mantienen desde hace 15 años un sistema de identificación y selección de reproductores. Esto los ha llevado desde hace algunos años a recibir los beneficios de tener una masa genéticamente superior de animales.

En la Décima Región una empresa de Control Lechero evalúa genéticamente un universo de aproximadamente 60.000 vacas de leche. Sin embargo, sus resultados no son de uso público con lo cual sus beneficios no son traspasados a los productores de leche.

La pregunta que surge entonces es ¿quién debe normalizar, supervisar y centralizar la evaluación genética?. En casi todos los países donde existen programas de evaluación genética cuantitativa, la iniciativa ha sido siempre del sector público quien a través de sus instituciones ha dado los primeros pasos en establecer sistemas de evaluación. Posteriormente una vez en funcionamiento y económicamente viables estos programas han sido paulatinamente traspasados al sector privado, principalmente organizaciones lideradas por ganaderos.

En Chile, considerando que los productores han hecho el mayor esfuerzo al implementar control lechero pareciera ser legítimo exigir a organismos públicos tomar la iniciativa en esto.

4. INTERACCIÓN GENÉTICO AMBIENTAL

Está demostrado en numerosas publicaciones que el efecto del genoma de un animal interactúa con el ambiente en el cual se encuentra. En términos prácticos y productivos, no son exactamente los mismos genes los que actúan para la expresión de una misma característica cuando el ambiente es diferente.

En un trabajo presentado recientemente por Barría *et al.* (2002) se comparó la respuesta a la selección de una población de vacas Holstein Friesian de la zona central de Chile con la respuesta obtenida usando los mismos toros de vacas del Noreste de Estados Unidos. Se concluye que la respuesta fue sólo la mitad comparado con aquella obtenida en Estados Unidos. Esto fue similar a lo indicado por Barría *et al.* (2002) donde la respuesta de vacas Frisón Negro de la Novena y Décima regiones fue también la mitad de aquella reportada para los mismos toros en Estados Unidos.

Esto también se puede deducir al analizar el Cuadro 1 (Cooprinsem, 2001), donde se presentan los resultados de evaluación genética realizada en el país a reproductores de diferente origen.

Los resultados indican que en el caso de reproductores de origen canadiense y estadounidense al menos uno de ellos, al ser evaluados en el país, obtuvo un valor de -223 y -66, respectivamente. En términos prácticos esto indica que en promedio sus hijas tienen una capacidad genética de producir 223 y 66 kilogramos de leche menos que el promedio de la población.

Si lo que se desea es mejorar la producción de leche es claro que con este tipo de reproductores no se consigue ese objetivo. Al ser estos reproductores importados se supone que estos fueron probados mejoradores en su lugar de origen y su precio de venta por dosis de semen congelado ha estado de acuerdo a esto. Sin embargo, esta superioridad genética no fue tal en nuestras condiciones de producción. Esto último refuerza la necesidad de evaluar reproductores en condiciones locales y usar la información extranjera sólo como información referencial preliminar de la capacidad genética del reproductor.

Cuadro 1. Evaluación genética a reproductores de diferente origen.

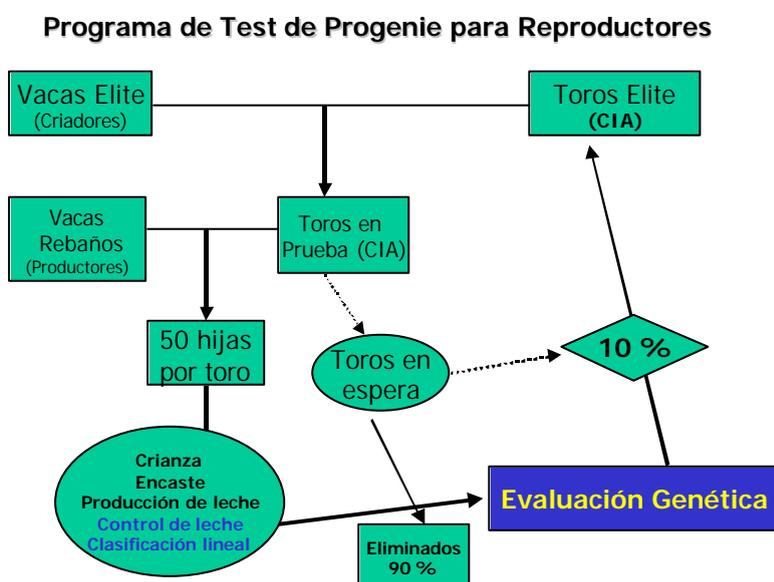
Grupo Origen	Número de Toros	DP ¹ Promedio Leche	DP Máxima Leche	DP Mínima Leche	DP Promedio Grasa
Holstein USA	441	427	933	-66	11,1
Holstein Holanda	15	378	671	55	13,4
Holstein Canadá	73	196	662	-223	5,5
Holstein N. Zelanda	59	159	602	-354	14,9
Holstein Chile	37	119	444	-312	3,4
Holando CIA UACH	74	-66	485	-592	-1,4
Holando Monta Natural	191	-184	442	-844	-4,6

¹= Diferencia Predicha.

Es necesario destacar también que la evaluación genética resumida en el Cuadro 1 indica que los toros Holando Monta Natural, es decir los toros de fundo en promedio tienen un valor genético de -184 kilogramos de leche. Esto significa que en su gran mayoría son inferiores al promedio poblacional y su uso es riesgoso ya que lleva a una disminución del potencial genético de producir leche. Sin embargo, entre los toros de fundo hubo al menos uno con una diferencia predicha para producción de leche de +442, es decir en promedio sus hijas tienen un potencial genético para producir 442 kilogramos de leche por sobre la media poblacional. Este tipo de animal podría, a través de un test de progenie, haber sido identificado y usado como reproductor en un centro de inseminación artificial.

La progenie de este último tipo de animal habría sido genéticamente superior al reproductor canadiense y estadounidense que fueron negativamente evaluados y las divisas gastadas en los anteriores hubiesen permanecido en el país; además, los productores habrían tenido acceso a una mejor genética, de origen nacional y más barata. La identificación y uso en inseminación de ese reproductor mejorador nacional hubiese significado un ingreso adicional a la actividad lechera del criador/productor.

Chile no tiene un programa de mejoramiento genético bovino estructurado el cual al menos debe contar con un programa de prueba de progenie y un sistema de evaluación genética el cual llegue al productor y a sus asesores. Este párrafo debe clarificarse. Un esquema de prueba de progenie se presenta en la siguiente figura:



5. CRUZAMIENTOS EN GANADO DE LECHE

A diferencia de la producción de carne bovina donde el uso de cruzamientos es una herramienta genética de uso frecuente, en producción de leche esta metodología ha sido poco explorada en condiciones locales.

Cruzamientos en ganado de leche han sido usados principalmente como una manera de absorber razas locales, es el caso del proceso de “holsteinización” que se ha manifestado en el rebaño Overo Negro nacional.

En la última década los productores de leche han tenido acceso a material congelado de otras razas lecheras (Jersey) y de doble propósito como Montbeliarde, Normando, etc. Estas razas han sido introducidas por grupos de productores y representantes de ventas quienes muestran los resultados de los cruzamientos entre las razas locales y la nueva raza.

En general el entusiasmo se produce al ver las bondades del vigor híbrido o heterosis que se produce al cruzar dos razas diferentes y obtener la primera generación (F1); siendo evidente una mejora en la producción de leche, en la sobrevivencia, en los parámetros reproductivos, etc.

Las numerosas ventajas de la heterosis han sido discutidas en trabajos clásicos de genética cuantitativa (Falconer y Mackay, 1996). El desafío se presenta cuando se encasta la F1, en este caso si se usa nuevamente semen de la nueva raza; la F2 ya no tiene un 100 % de heterosis y sus características no son tan sobresalientes como lo observado en la F1.

Si se mantiene el encaste de la F2 y F3 con semen de la nueva raza, la población o raza original habrá sido absorbida y las ventajas o problemas del nuevo rebaño serán los propios de la nueva raza introducida. La nueva raza formada debe ser mejorada genéticamente localmente o continuar importando semen congelado de países que hacen mejoramiento genético.

5.1. Cruzamientos Rotacionales

Una alternativa a la absorción de la raza y mantener vigor híbrido es el uso de cruzamientos rotativos en ganado de leche donde en cada generación, usando inseminación artificial, se cambia la raza paterna y de esta forma se aprovecha parte del vigor híbrido.

Esquemas de cruzamientos rotacionales usando dos razas son capaces de aprovechar un 65 % de heterosis mientras que el uso de 3 razas permite mantener hasta un 85 % de la heterosis observada en la F1.

El manejo de cruzamientos rotativos requiere de un buen sistema de identificación de los animales ya que con el sistema en funcionamiento las vacas a encastar son de diferentes genotipos y a cada uno de ellos les corresponde una raza diferente de reproductor.

Muchos rebaños de leche de la Décima Región pueden hacer uso de las ventajas de los cruzamientos rotacionales; ya que sus producciones no son muy altas, en promedio no superan los 6.000 litros por lactancia, existen en el mercado oferta de diferentes razas de producciones similares las que en programas de cruzamiento y como consecuencia del vigor híbrido pueden superar estos niveles productivos.

5.2. Cruzamientos Terminales

Cuando el productor lechero tiene estabilizado su desarrollo de masa tiene la posibilidad de cruzar algunos de sus vientres con razas de carne con el objeto de producir terneros para el mercado de la carne; los que a similar costo, deberían recibir un mejor precio de venta.

La estrategia consiste en inseminar un 20 a 30 % de las vacas con semen de razas especializadas en carne, esto genera una F1 que usa las ventajas del vigor híbrido. La elección de las vacas del rebaño a inseminar es una decisión fundamental dentro del proceso de cruzamiento, se deben elegir aquellos animales genéticamente inferiores lo que indica que el productor debe contar con alguna estimación del mérito genético de cada animal.

Los productores que llevan control lechero de Cooprinsem pueden hacer uso del “cow index” que es una estimación genética de cada vaca y que se incluye en los listados de información entregados por la empresa controladora. Las vacas con un bajo índice son aquellas que por su inferioridad genética nunca deberían ser madres de vaquillas de reemplazo del rebaño. Esto presenta una buena oportunidad de agregarle valor a las crías al ser producto de un cruzamiento y ser aptas para el mercado de la carne.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Los productores lecheros por muchos años han financiado completamente el control lechero que junto a registros de pedigrí constituyen la base para evaluar genéticamente a los animales y así identificar a aquellos que deben usarse como padres de la próxima generación. Sin embargo pese al esfuerzo realizado por el sector privado el país no cuenta con una entidad especializada en la estimación del mérito genético de los animales, labor que podría asumir el sector público.

Conocer el mérito genético de cada vaca y macho reproductor usado en el rebaño es una herramienta necesaria para la toma de decisiones en el momento de elegir los reemplazos en la lechería moderna.

Cruzamientos interraciales y terminales son herramientas genéticas que hacen uso del vigor híbrido y, considerando los niveles locales de producción de leche, deberían ser usados con mayor frecuencia en los rebaños lecheros.

7. LITERATURA CITADA

BARRÍA, N. R., VERDUGO, R. A. and JARA, A. A. 2002. Selection response of U. S. Holstein sires for milk production in Chile and Argentina. 7th. World Congress of Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier, France, August 2002.

BARRÍA, N., VERDUGO, R., TUOHY, T. y JARA, A. 2002. Respuesta a la selección por producción láctea de toros IA Holstein de Estados Unidos en una población de vacas Holstein en Chile. XXVII Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal A. G. Chillán-Chile. pp:197-198.

FALCONER, D. S. and MACKAY, T. F. C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th. Ed. Longman. England.

TREJO, C. 2001. "Evaluaciones Genéticas 2001". En Cooprinforma 61. Diciembre 2001.

BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y ASPECTOS AMBIENTALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

Francisco Salazar S.
Ingeniero agrónomo, Ph.D.
INIA-Remehue.

1.1. INTRODUCCION

El concepto de Buenas Prácticas Agrícolas, que en nuestro caso llamaremos Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) para la producción lechera, es de carácter sistémico y comprende no sólo medidas que salvaguardan el medio ambiente sino también la seguridad de las personas, bienestar animal y la higiene e inocuidad alimentaria.

En general, la implementación de BPG requiere de recursos. Sin embargo muchas veces esto implica una readecuación del manejo actual, haciendo más eficiente la producción lechera y por ende reduciendo los costos de producción como por ejemplo al valorar los purines. La implementación de BPG se traducirán además en un aseguramiento de mercado para el productor lechero a través de la diferenciación de su producto y el cumplimiento de demandas que están imponiendo e impondrán los mercados de la leche.

Si bien todos los componentes que conforman las Buenas Prácticas Ganaderas son importantes, en este trabajo vamos a focalizar en los aspectos ambientales, en especial los que dicen relación con el manejo adecuado de nutrientes y efluentes ganaderos en predios lecheros. Ello debido a la gran incidencia positiva, tanto económica como ambiental, que pueden tener manejos prácticos si son implementados adecuadamente. Además creemos que con la investigación desarrollada en INIA Remehue podemos hacer un aporte concreto en este tema.

En países desarrollados, la problemática ambiental asociada a la producción agrícola y pecuaria, ha sido abordada en parte por la creación de una serie de normas y manuales de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Estos pretenden servir de guía a los agricultores entregando antecedentes técnicos de manejo eficiente de los recursos naturales con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo de los sistemas de producción agropecuarios.

En Chile, una de las metas del Ministerio de Agricultura para el año 2010 es que al menos la mitad del producto agropecuario deberá tener su origen en sistemas productivos con Buenas Prácticas Agrícolas. Ello apunta a que el país se consolide en el futuro como exportador de productos agroalimentarios, cumpliendo con la normativa ambiental de los exigentes países importadores.

Algunos sectores del agro han avanzado desde hace algunos años en el tema, es así como la Asociación de Exportadores y la Federación de Productores de Frutas en conjunto el Gobierno de Chile, han puesto en marcha un Programa de Buenas Prácticas Agrícolas para la industria hortofrutícola de exportación.

En el sector pecuario las asociaciones de productores de cerdos y aves también han impulsado la creación de Buenas Prácticas para su industria con miras a la exportación. En nuestra región, el Programa de Desarrollo de Proveedores que está realizando una empresa faenadora de carnes con el apoyo del Gobierno y en conjunto con grupos de productores ganaderos de la zona pretende mejorar la calidad de la producción de carne para la exportación, siendo una de las principales metas la implementación de un Programa de Buenas Prácticas Ganaderas.

En la Zona Central del país, cooperativas agrícolas y lecheras e instituciones dependientes del Gobierno de Chile elaboraron una “Guía de Manejo y Buenas Prácticas para el Sector Lechero de la Zona Central”. Otra iniciativa ha sido desarrollada por la Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas quienes han elaborado un manual con especificaciones técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas para bovinos de lechería.

Otra iniciativa importante a nivel nacional es la implementación por parte del SAG y privados del Programa de Planteles Animales Bajo Control Oficial (PABCO). Esta señala una serie de Buenas Prácticas que deben ser implementadas en los predios ganaderos previa su certificación. Con ello se asegura la calidad y trazabilidad de los productos generados en cada predio.

Si bien todos estos avances en el tema son importantes, es necesario desarrollar investigación y validación a nivel nacional con la finalidad de contar con la información básica que permita precisar las Buenas Prácticas (ej. Dosis de aplicación de purines).

1.2. IMPACTO AMBIENTAL DE LA AGRICULTURA Y LECHERÍAS

La producción lechera al hacer un uso intensivo de los recursos naturales tiene un alto potencial de contaminación hacia el ambiente. Sin embargo, a diferencia de otras actividades como industrias, producción de salmones, producción porcina y otras, la solución a los problemas ambientales puede reducirse en el mismo lugar donde se genera. Esto es a través de un manejo eficiente del sistema de producción de leche reciclando y valorando los residuos generados a nivel predial.

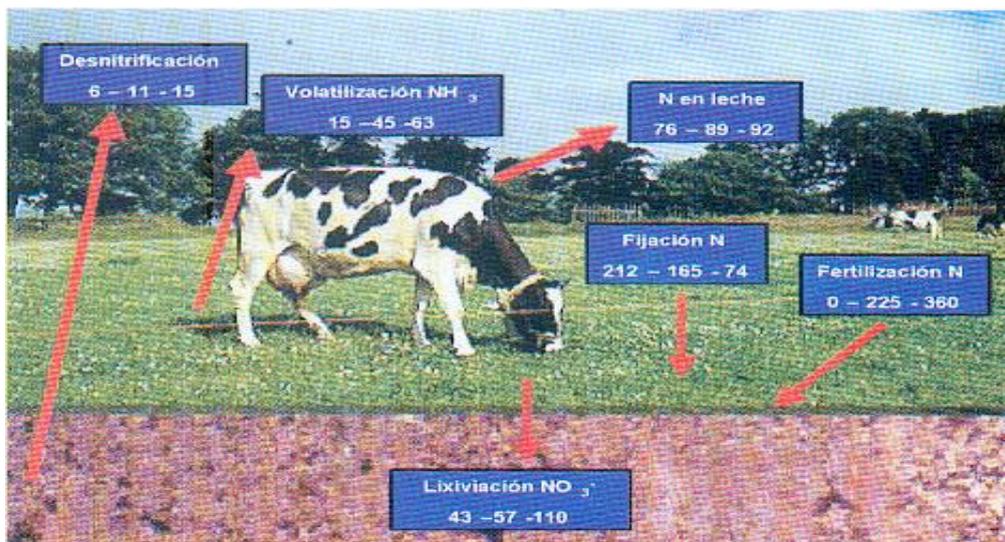
En países desarrollados, las actividades agropecuarias son una de las principales fuentes de contaminación de cursos de agua, a través del aporte de nutrientes y patógenos. Estudios en Europa han mostrado que entre un 37% a 82% del nitrógeno y entre un 27% a 38% del fósforo que llega a las aguas proviene de actividades agropecuarias, principalmente debido al mal manejo de purines en predios ganaderos (Isermann, 1990).

La actividad agrícola también es la que genera mayormente el amoníaco, el cual ha sido asociado con acidificación de suelos en Europa. Otros gases con efecto ambiental generado por la agricultura son el óxido nitroso y metano, los cuales son considerados dentro de los principales gases del llamado ‘efecto invernadero’.

Dentro de los sistemas agrícolas la ganadería es considerada una de los que mayormente aportan a estos efectos negativos hacia el ambiente, esto debido a su baja eficiencia en el uso de nutrientes y su alta dependencia de los recursos naturales (suelo, aguas y aire). En el Reino Unido por ejemplo, la agricultura genera más del 80% del amoníaco, siendo un 52% de este valor aportado directamente por sistemas de producción de leche y carne, principalmente a través de la urea excretada por los animales (Pain *et al.*, 1998).

Un aspecto muy importante en el riesgo de contaminación es la intensificación de producción. Investigaciones han mostrado que a mayor intensificación existe un mayor riesgo de contaminación. Al respecto, un estudio realizado en Nueva Zelanda muestra que al aumentar la fertilización nitrogenada se incrementan las pérdidas de N al ambiente (Figura 1).

Figura 1. Balance de nitrógeno en predios lecheros de Nueva Zelanda con tres niveles de fertilización (0 - 200 y 400 kg N/ha). Adaptado de Ledgard *et al.* (1997).



La población animal y la aplicación de fertilizantes, en especial de fertilizantes fosfatados, son los factores claves que controlan la entrega de nutrientes a cursos de agua superficiales a nivel de cuencas hidrográficas. Por ejemplo, en áreas donde se desarrollan sistemas intensivos de producción animal y se aplican importantes cantidades de fertilizantes fosfatados o nitrogenados, las pérdidas de nutrientes a cursos de agua pueden ser importantes.

Estudios realizados por Oyarzún *et al.* (1997) en microcuencas del Lago Rupanco (Xª Región) muestran una mayor pérdida de N y P desde microcuencas con praderas destinadas a la ganadería en comparación con aquellas en que prevalecen praderas con agricultura limitada, praderas con matorrales o bosque nativo, respectivamente.

Desde el punto de vista medio ambiental, se reconoce al pastoreo como una actividad contaminante, debido a la cantidad de nutrientes transferidos al medio ambiente, tanto aire como agua. Varios estudios han demostrado que las pérdidas de nitrógeno (N) por lixiviación y arrastre son mayores bajo pastoreo que en praderas utilizadas bajo corte, debido al efecto de las manchas de orina y la destrucción de la pradera (Ryden *et al.*, 1984). Así, cuando existe una mayor presión y frecuencia de pastoreo, en especial en invierno, existe un mayor riesgo de contaminación.

Las pérdidas de nutrientes y problemas de contaminación pueden ocurrir durante las distintas etapas de producción de los sistemas lecheros. Sin embargo, en un predio lechero el mayor riesgo de contaminación es durante la aplicación de purines al suelo, ello debido a la directa interacción de estos residuos con los recursos: aire, suelo y agua (Figura 2).

Los efluentes de las explotaciones ganaderas han sido citados en distintas partes del mundo como los causantes de contaminación de aguas superficiales, debido a su enriquecimiento con diferentes nutrientes, lo que ocasiona el fenómeno conocido como eutroficación (Freitas y Burr, 1996). Además, en países el uso inadecuado de efluentes ganaderos ha sido asociado a problemas de salud en humanos debido al incremento de la concentración de nitratos en aguas, contaminación biológica por patógenos y disminución del oxígeno disueltos en ésta, debido al alto aporte de materia orgánica (Freitas y Burr, 1996).

Figura 2. Mecanismos de pérdidas de nutrientes y contaminación durante la aplicación de purines de lechería (Foto gentileza IGER).



Asociados a los purines de lechería se encuentran además una serie de patógenos que tienen importantes implicancias para la sanidad de los animales del predio y contaminación potencial a humanos. Entre los más importantes están los de origen bacteriano causante de cólera, fiebre tifoidea, paratifoidea, paratuberculosis, gastroenteritis, disentería, salmonelosis. Los de origen viral con potencial para producir enterovirus, hepatitis infecciosa. Los protozoos, con potencial para producir amebiasis, giardiasis (Diarreas), en humanos y animales (e.g. Hooda *et al.*, 2000).

Estudios han asociado a aplicaciones de purines con la transmisión de las bacterias *Salmonella* y *Echerichia coli*, mencionando además que microorganismos como *Bacillus anthracis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Clostridia spp.* y *Leptospira spp.* pueden sobrevivir en el purín. El mismo autor menciona que en el caso de *Salmonella* esta puede permanecer viva a lo menos durante tres meses en el purín.

En cuanto a paratuberculosis, ha sido mencionado por agricultores y profesionales de la zona que aplicaciones de purines podrían estar diseminando esta enfermedad. No existe evidencia científica nacional de esto, sin embargo estudios realizados en Holanda han detectado contaminación de ovejas 'sanas' desde praderas aplicadas con purines de vacas con paratuberculosis. Los patógenos causantes de esta enfermedad, de acuerdo a lo señalado por algunos estudios, pueden sobrevivir hasta 1 año en el suelo.

Los problemas ambientales ocasionados por la aplicación de purines son la consecuencia de un manejo y utilización inapropiada (Ej Dosis altas, época inadecuada de aplicación, equipos mal calibrados, etc.). Las pérdidas de nutrientes por la aplicación de purines pueden reducirse considerablemente por una adecuada sincronización con los requerimientos de los cultivos y praderas donde son utilizados, junto con una adecuada planificación de los requerimientos de almacenaje de purines y la estimación del área requerida para su aplicación segura.

Un cambio en las prácticas de manejo puede influenciar el flujo de nutrientes. Sin embargo, es importante considerar que la intervención en una etapa del ciclo puede afectar la pérdida de nutrientes en sus etapas posteriores. Un ejemplo de ello es construir un techo sobre los pozos purineros con lo cual se reduce la pérdida de nitrógeno por volatilización. También, este nitrógeno puede ser mayoritariamente perdido durante la aplicación de los purines a campo si no se usa una técnica que minimice la volatilización. Por lo tanto el manejo de los nutrientes para reducir pérdidas debe ser realizado en forma integral considerando todas las etapas del sistema de producción.

Desde un punto de vista ambiental, el énfasis de la agricultura limpia debe ser por un lado, la reducción en el uso de recursos no renovables y por otro, optimizar la eficiencia de uso de los nutrientes en los predios ganaderos. Para ello se debe realizar un manejo adecuado en cada etapa de la producción lechera, teniendo siempre presente un enfoque sistémico de ella.

1.3. BALANCE DE NUTRIENTES COMO HERRAMIENTA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES

Los balances de nutrientes constituyen una herramienta importante para determinar la eficiencia de los distintos sistemas productivos, lo que bien utilizado puede significar un ahorro en fertilizantes y concentrados y por ende reducir los costos en la compra de insumos.

El uso de estos balances permite además comparar actividades distintas como por ejemplo la producción de salmones y la producción de leche desde el punto de vista de la eficiencia de utilización de nutrientes estratégicos.

Los balances son la diferencia entre las entradas y salidas de un nutriente a un sistema determinado, pudiendo ser enfocado a distinto nivel según el grado de precisión que se requiera: región, macrocuenca, predio, potrero, parcela experimental, etc. Los más comunes son los balances de 'portón del predio'. Este tipo de balance información del manejo del área y la eficiencia de conversión en producto de los nutrientes utilizados, y que por su facilidad de cálculo es el más usado en la determinación de políticas y reglamentos ambientales en otros países. Este tipo de balance puede ser usado por el agricultor anotando el ingreso de todos los nutrientes al predio: fertilizantes, concentrados, forrajes y otros. Por otro lado es necesario estimar la salida de nutrientes del predio: leche, animales, forraje y otros. La diferencia entre el ingreso y las salidas determinará la eficiencia del predio. Si este valor es positivo da cuenta de una acumulación o pérdida de nutrientes y por el contrario si el valor es negativo implica una agricultura de 'minería' con una sobre explotación de la fertilidad del predio.

En un balance de 'portón' realizado en una predio lechero de la región se determinó que los mayores ingresos de N al predio eran a través de fertilizantes (83kg N/ha) y concentrados (80kg N/ha), siendo las salidas casi exclusivamente la venta de leche (52kg N/ha).

1.4. EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES

Una estimación de la eficiencia de utilización del nitrógeno a nivel mundial señala que para la producción animal este promediaría solo el 10%, siendo para la producción bovina de 7.7%. En contraste, la producción de cultivos y praderas es mucho más eficiente con valores promedio de 60% (Van der Hoek, 1998). Estos bajos valores son explicados por la ineficiencia natural de los rumiantes en convertir el nitrógeno ingerido en productos como leche y carne.

El exceso de nutrientes es excretado en fecas y mayoritariamente como orina, regresado a la pradera directamente durante el pastoreo o acumulado en los pozos purineros. En países desarrollados, estimaciones de eficiencia de utilización de N muestran un excedente en sistemas de producción de leche y carne, en donde las eficiencia de utilización de N varían entre un 14% a 30%, con superávit de N que alcanzan los 470 kg N/ha/año en predios Holandeses. Información obtenida en Remehue en un módulo lechero solo con vacas en producción muestra una eficiencia del 25% en el uso de N, habiéndose actualmente implementado medidas para mejorar este valor (Salazar y Dumont, 2003).

Cuadro 1. Balance de nitrógeno en predios que desarrollan sistemas de producción de carne y de leche en distintos países.

País	Sistema de producción	Exceso de N (kgN/ha/año)	Eficiencia del uso de N (%)	Referencia
Nueva Zelanda	Leche	131	30	Ledgard <i>et al.</i> (1997)
Holanda	Leche	470	14	Aarts <i>et al.</i> (1992)
Inglaterra	Leche	270	20	Jarvis (1993)
Canadá	Carne y leche	288	17	Paul and Beauchamp (1995)
Chile, Remehue	Leche	260	25	Salazar y Dumont (2003)

Con la finalidad de mejorar la eficiencia de utilización de nutrientes en los sistemas de producción de leche, cada componente del sistema debe ser analizado separadamente, teniendo presente que existe una inter dependencia entre ellos. Para lograr este objetivo estudios muestran que el mayor énfasis debe estar en realizar estrategias adecuadas de alimentación del ganado que permitan mejorar la utilización de nutrientes.

Encuestas en predios lecheros de USA han mostrado que los alimentos representan entre un 62% a 86% del total de N que ingresa al predio, y que de éste entre un 64% a 76% queda en el predio producto de la excreción de los animales. En ganado lechero, investigaciones holandesas han mostrado que existe un potencial de utilización de un 43% del N consumido por vacas lactante, siendo este valor a nivel predial solo de un 15-20%. Al respecto, investigaciones en curso en Holanda estudian alternativas de manejo que permitan incrementar la eficiencia de transformación del N ingerido por las vacas a leche en un 30%, a través de una serie de prácticas como: reducir la carga animal, reducir el uso de fertilizantes, incorporación de maíz en las dietas, optimizar la demanda nutricional de los animales con el aporte de concentrados suplementarios, y mejoramiento del almacenamiento y aplicación de purines. Con estas medidas pretenden disminuir el superávit de N desde 470 kg ha/año a 200 kg ha/año, reduciendo con ello el potencial de pérdidas hacia el ambiente (Aarts *et al.*, 1992).

Utilizando modelos computacionales, investigadores Canadienses han mostrado que la combinación de Buenas Prácticas en distintas etapas de la producción de leche y carne permitiría incrementar la eficiencia de utilización de N a lo menos en un 50%. Los mismos autores mencionan que aumentando la eficiencia de utilización del N por vacas lecheras desde un 16% a un 25% a través de cambios en la alimentación se puede aumentar la eficiencia general del sistema de un 20% a un 29%. Si este mejoramiento se apunta solamente a optimizar la utilización de purines por los cultivos de un 27% a un 50% el incremento de la eficiencia general del predio aumentaría en solo un 2% (Paul y Beauchamp, 1995).

2. PROPUESTAS PARA EL MANEJO DE EFLUENTES DE LECHERÍAS.

Juan Carlos Dumont L.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
INIA-Remehue

2. INTRODUCCION

Las propuestas consideran las soluciones que a juicio del autor y bajo las actuales condiciones son las más económicas y factibles de implementar en una lechería considerando antes que todo , la disminución del problema, el reciclado, mínimo gasto, la simpleza del sistema y que cumpla con las disposiciones ambientales. Además, en algunos casos, se señalan alternativas a las propuestas planteadas.

2.1. Aporte de nutrientes de los desechos de lechería.

Para conocer el valor económico de los desechos orgánicos de las explotaciones pecuarias, se analizará el contenido de los principales minerales con importancia agronómica.

En el Cuadro 1, se muestran los resultados del análisis químico de diferentes tipos de residuos de lecherías en la Xª Región. Se observa un mayor contenido de nitrógeno y potasio, pero menor contenido de fósforo. Sin embargo, el estudio de Dumont *et al.* (2000), demostró una gran variabilidad de valores entre predios lo que limita el uso de los resultados en forma directa.

Cuadro 1. Características de los purines y estiércoles de lecherías de la Xª Región (base peso fresco).

Tipo de residuo	Rangos de materia seca	Nitrógeno total (N)	Fósforo total (P ₂ O ₅)	Potasio total (K ₂ O)
	(%)	(kg/t)	(kg/t)	(kg/t)
Aguas sucias	0,1 a 2,7	0,92	0,22	0,63
Purines	3,1 a 9,4	2,11	0,9	1,42
Fecas y orina	9,9 a 13,7	4,2	2,0	3,0
Estiércoles	16,7 a 17,3	4,5	2,3	1,55

Adaptado de Dumont *et al.* (2000).

Para tener una primera aproximación del contenido de minerales en los residuos de lechería, se estableció una relación simple entre parámetros relacionados con la materia seca (MS) y el contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio (Figuras 3, 4 y 5).

En la Figura 3, se observa la relación entre la materia seca y los residuos de lechería, tales como agua sucia, purines, fecas más orina y estiércoles. A medida que la materia seca aumenta, el nitrógeno total aumenta en forma lineal. Así por ejemplo, el agua sucia con 1% de MS aporta 0,92 kg de N/t; los purines con 5% de MS aportan 2,0 kg de N/t (base a purín fresco).

Con respecto al fósforo (P) se aprecia una respuesta lineal (Figura 4), similar a la respuesta del nitrógeno (Figura 3); aumentando linealmente en la medida que aumenta el contenido de materia seca. Así por ejemplo, el agua sucia con 3,0% de MS, contiene 0,54 kg de P_2O_5 /t (base al material fresco).

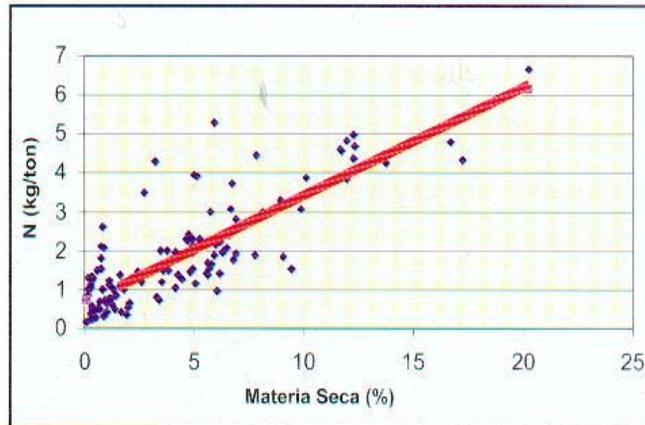


Figura 3. Relación entre materia seca y nitrógeno total en purines.

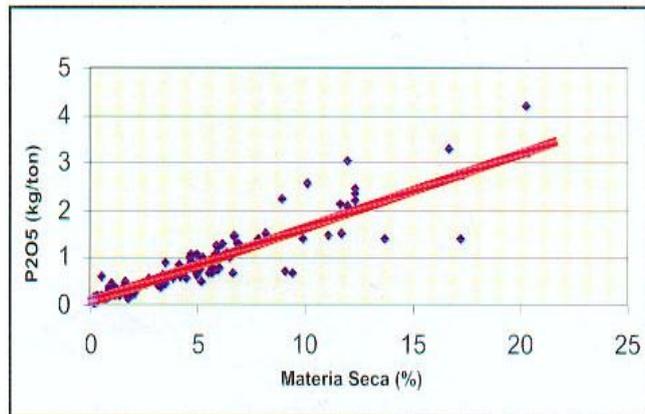


Figura 4. Relación entre materia seca y fósforo total en purines y estiércoles.

El potasio (K) sigue una tendencia similar a las relaciones mostradas en las Figuras 3 y 4. En este caso el agua sucia con 3% de MS aporta 1,0 kg de K_2O /t de material fresco (Figura 5).

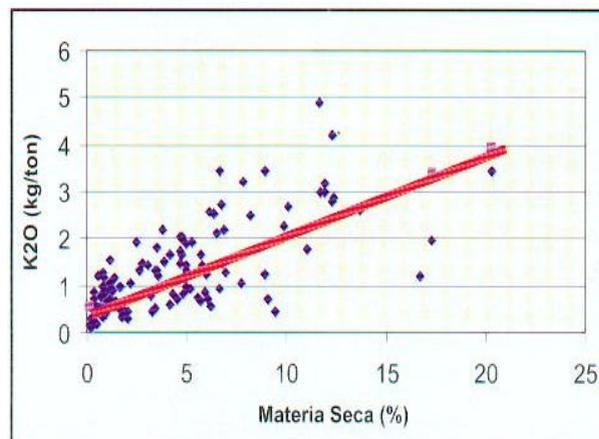


Figura 5. Relación entre materia seca y el contenido de potasio total en purines y estiércoles.

2.2. Valor económico de los nutrientes contenidos en los purines.

Diversos estudios han permitido determinar que el nitrógeno, el fósforo y el potasio de la fracción disponible en los purines, tienen el mismo valor nutricional para las plantas que los fertilizantes minerales. Sin embargo, en los purines parte de los nutrientes se encuentra en forma orgánica y por lo tanto no están totalmente disponibles en forma inmediata; requiriéndose un proceso de mineralización antes de ser absorbido por los cultivos o la pradera.

La valoración de los purines considera la mezcla de fecas y orina sin diluir, obtenidas desde 10 lecherías de la Xª Región, implementadas con patios de alimentación totalmente techados y por lo tanto sin contribución de agua extra (sucia y lluvia). Se valora exclusivamente el aporte de nitrógeno, fósforo y potasio, aunque también contiene otros nutrientes como azufre, magnesio, calcio, etc.; los que deberían ser considerados en un estudio económico más detallado. Para efecto de esta estimación, se ha descontado aquella fracción orgánica del residuo que no entrega nutrientes durante el año. Además arbitrariamente, se ha descontado un 20% por diferentes pérdidas que pueden ocurrir durante el manejo del material Cuadro 3).

Cuadro 3. Estimación del contenido de macro nutrientes en los purines.

Nutrientes	Total	Disponible primer año
Nitrógeno (N), kg/t	4,2	2,3 (55%)
Fósforo (P ₂ O ₅), kg/t	2,1	0,8 (38%)
Potasio (K ₂ O), kg/t	3,0	2,3 (77%)

Tomando los valores de la estimación indicada en el Cuadro 3; al aplicar una dosis de 35 t/ha de purín, se aportan los nutrientes mostrados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Dosis de purines y el valor de sus nutrientes.

Dosis de purín (t/ha)	Disponibilidad al 1 ^{er} . Año (kg/t)	Nutrientes aplicados (kg/ha)	Costo nutriente comercial (\$/kg)*	Valor equivalente aplicado (\$/ha)
35	2,3 (N)	80	380	30.600
35	0,8 (P ₂ O ₅)	28	340	9.520
35	2,3 (K ₂ O)	80	260	20.930
			TOTAL	61.050

*:Valores al 30 de julio de 2003.

En el Cuadro 4 se observa que mediante este cálculo, el valor de los nutrientes al aplicar 35 toneladas/ha de purines sin diluir (fecas y orina solamente), es de \$61.050. Este valor es más alto que el calculado por la vía indirecta, que consiste en comparar el rendimiento de materia seca obtenido utilizando dosis conocidas de fertilizantes inorgánicos con cantidades conocidas de purines. Así por ejemplo, en una pradera permanente se aplicó 300 kg/ha de una mezcla comercial que aportaba 28 kg/ha de N, 16 kg/ha de P₂O₅, 32 kg/ha de K₂O y 6,3 kg/ha de S, con un costo estimado de \$48.000/ha. El rendimiento de materia seca de la mezcla de fertilizantes indicada fue similar a la obtenida al aplicar 45.000 litros/ha de purines (Dumont y Medone, 2000).

Al considerar que el costo de arriendo de un equipo aspersor varía entre \$15.000 y \$18.000 por hectárea (o por hora) habría una evidente ventaja de la aplicación de los purines y el consiguiente ahorro de fertilizantes inorgánicos. Si la aspersión de los purines es con equipo propio, se reduce el costo de aplicación; sin embargo, se requiere una alta inversión inicial en equipos que la mayoría de los productores no está en condiciones de afrontar.

Análisis económicos realizados en INIA Remehue por Ponce y Dumont (2000), han determinado que para arrendar o comprar un equipo para aplicar purines, es necesario calcular el volumen de purines producidos. Esto depende principalmente del manejo del agua, del tamaño del rebaño, de las horas de estabulación, del material del pozo entre otras variables.

A modo de ejemplo, en la Figura 6, se observa que con un rebaño de 50 vacas que se ordeñan y suplementan por 4 horas diarias entre mayo y septiembre; el beneficio económico es positivo al arrendar el servicio, pero no para financiar la adquisición y mantención de un equipo propio debido al bajo volumen de purines producidos. Sin embargo, un rebaño de 150 vacas manejadas en las mismas condiciones anteriores, se justificaría un equipo propio (\$ año 2000).

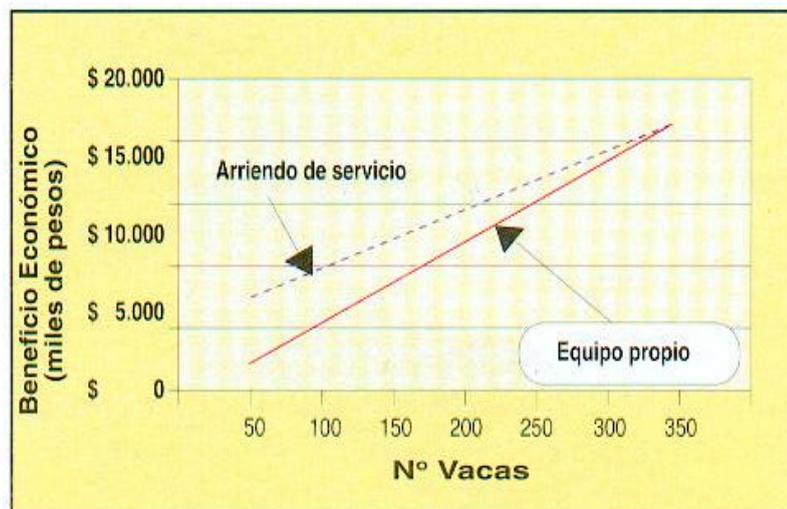


Figura 6. Relación entre el tamaño de rebaño y el beneficio económico para diferentes condiciones de manejo de purines.

El análisis realizado anteriormente, permite destacar el valor comercial de los purines, desecho orgánico que es necesario aprovechar al máximo para disminuir el gasto en la compra de fertilizantes comerciales.

2.3 Ingreso de agua extra al pozo purinero.

En base a las encuestas realizadas por Dumont *et al.* (2000) en lecherías de la Xª Región, queda claro que no son las fecas ni la orina los que originan el problema de los desechos orgánicos, sino el agua en exceso que componen los purines. En la Figura 5, se observa que en las lecherías de la Región, el tamaño del pozo podría reducirse dos o tres veces al desviar el volumen de agua extra (sucia y lluvia). También se ahorraría energía, tiempo y costo por bombeo.

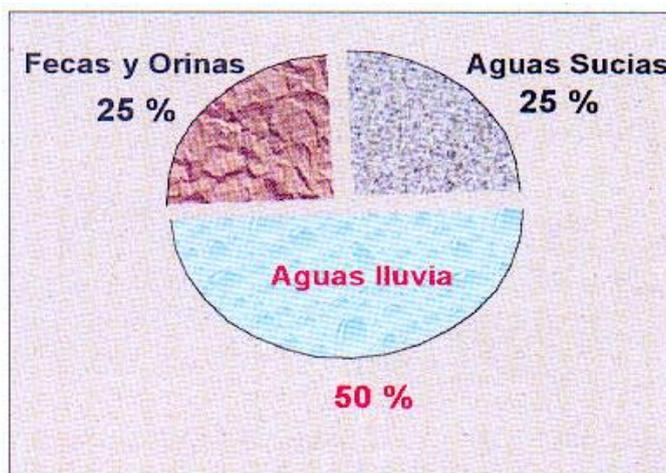


Figura 7. Composición de los purines en lecherías de la Xª Región.

Por lo tanto, se debe evitar en lo posible que el agua de lluvia llegue a los pozos de almacenamiento. Esto significa instalar canaletas en los techos para desviar el agua de lluvia; además de controlar al máximo el gasto de agua utilizada en el aseo de pisos y equipos de ordeño.

2.4. Reciclaje de las aguas sucias de la lechería.

En la mayoría de las lecherías analizadas por la encuesta la plataforma se lava con abundante agua limpia. Sin embargo, existe la posibilidad de ahorrar agua realizando el primer lavado de la sala de ordeño, del patio y de la plataforma de alimentación con el agua sucia proveniente del pozo donde ésta se almacena. El agua reciclada, posteriormente puede asperjarse a las praderas.

Otra alternativa de reciclado se refiere a la aplicación de los purines más concentrados y de los estiércoles en las praderas y en los cultivos, lo cual se describirá en detalle más adelante.

2.5. Uso de pendientes en el manejo y utilización de purines.

En muchos planteles lecheros de la zona sur es posible aprovechar los desniveles topográficos del terreno aledaños a la lechería, utilizando la fuerza de gravedad en el proceso de recolección, separación (sólidos y líquidos) y almacenamiento. En algunos casos, cuando el desnivel o diferencia de cota es superior a 40 metros se podría realizar la aplicación de los purines por aspersión utilizando este principio.

2.6. Pozo de tierra para almacenar y tratar los purines.

Los purines producidos en la época de otoño e invierno deben almacenarse en pozos apropiados. Esto significa que la capacidad del pozo se mide en meses de almacenamiento y no solamente en metros cúbicos de capacidad. Para que estos sean funcionales, el volumen a almacenar debe ser mínimo, evitando que el agua de lluvia llegue al pozo; además del control en el agua de lavado en todas las etapas, como se mencionó anteriormente.

La alternativa más económica la constituyen los pozos de tierra. Sin embargo, tienen la desventaja de filtrar por las paredes y piso, al no ser tratadas. El sellado de las paredes es un proceso que depende del tipo de suelo y del contenido de materia seca del purín. Es factible reducir significativamente la filtración de los efluentes cuando las paredes y piso del pozo recibe algún tratamiento.

Un ensayo realizado por Villenas *et al.* (2002) en una lechería de Puerto Octay, encontraron que en suelos muy permeables y de baja densidad aparente (0,53 g/ml), el factor más importante para disminuir la filtración de desechos en el suelo, fue el contenido de materia seca del purín. Además, el estudio concluyó que la compactación del suelo y la mezcla con arcilla gris en el perfil del suelo, disminuía significativamente el paso de los efluentes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del contenido de materia seca del purín y de la densidad aparente del suelo en la filtración del efluente.

Densidad aparente del suelo (g/ml)	Materia seca del purín			Promedio filtración
	0,3%	2,4%	7,2%	
0,53	970	190	28	396
0,69	607	177	27	270
0,76	149	82	18	83

Fuente: Villenas *et al.* (2002).

Alternativas de almacenamiento y tratamiento

A modo de información general, se describen brevemente algunas alternativas de almacenamiento y tratamientos de purines.

Sistema de un solo pozo.

Este es el sistema más utilizado en las lecherías del sur de Chile. Los efluentes de todas las secciones de la lechería se juntan en un solo pozo. Tiene la ventaja de su simpleza, pero es necesario calcular su tamaño para un correcto funcionamiento. Este sistema se adapta mejor en rebaños pequeños y la extracción se realiza normalmente con carros o por aspersión.

Sistema de pozos separadores.

En este sistema, los purines caen a un primer pozo que tiene las paredes ranuradas, para permitir la filtración de los líquidos que por gravedad pasan a un segundo pozo.

La porción sólida se retira una vez al año para ser aplicados con diferente tipos de carros, dependiendo de la consistencia de los sólidos; mientras que los líquidos se reutilizan en aseo de pisos, y finalmente aplicados a praderas y cultivos. El proceso de almacenamiento y separación de sólidos, disminuye en la fracción líquida la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y la carga de nutrientes junto a la materia orgánica reduciendo el impacto de estos efluentes en los cursos de agua.

El sistema de pozos separados para sólidos y líquidos, permite que los efluentes finalmente sean descargados directamente a los cursos de agua si cumplen con las normativas correspondientes. Sin embargo, en estos casos, los minerales “salen del predio” sin ser utilizados o reciclados al suelo.

Cuando la topografía del sector de la lechería es plana y no permite el uso de la fuerza de gravedad para movilizar los efluentes, existe la posibilidad de bombear los purines (1 a 2m de altura) y vaciarlos al primer pozo construido sobre el nivel del suelo. En este caso se requiere de una cámara para almacenar la producción de varios días y así accionar la bomba cuando el volumen de desecho se justifique.

Separadores de mallas por gravedad.

En este sistema el purín que sale de la plataforma por el foso recolector cae en una malla inclinada, permitiendo el paso del líquido y dejando retenidas las partículas sólidas que deben ser retiradas frecuentemente, manteniendo la malla limpia.

Sistemas mecánicos.

Existen varios tipos de separadores como los mecánicos, eléctricos, centrífugos, de escaleras, de prensas, etc. Estos, realizan un buen trabajo sin embargo, su costo es alto por lo que primero se deben agotar todas las posibilidades más simples y económicas antes de decidir su compra.

Sistemas biológicos.

Las lombrices pueden “procesar” estiércoles, purines y otros residuos orgánicos con mucha eficiencia. Otro sistema biológico se refiere al uso de lagunas donde crece vegetación que es capaz de absorber los nutrientes contenidos en los purines. Como en casos anteriores el reciclaje no existe y se pierde gran cantidad de minerales que no son reutilizados en el predio.

2.7. Utilizar los purines en el predio.

Para aprovechar los nutrientes, mejorar el balance general del predio y disminuir el impacto ambiental y eutroficación de cursos de agua, se propone que los purines sean utilizados en el predio en praderas y cultivos.

Con respecto a los sistemas de aplicación, la propuesta dependerá de las condiciones del predio, por lo que a continuación se describen algunos sistemas factibles de implementar en predios de la X^a Región.

Alternativas de aplicación.

Es importante destacar que la aplicación artificial o mecánica de los purines es más eficiente y menos contaminante que la deyección natural realizada por los animales, debido a la mejor distribución de los purines en el potrero. Las bostas y orina del animal

provocan alta concentración de nutrientes que las plantas no pueden absorber y el exceso se pierde por lixiviación y otros procesos. Además, provoca un daño en las plantas produciendo manchones en la pradera.

La aplicación por medios mecánicos significa una gran oportunidad de mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes reciclados. Básicamente existen dos sistemas de aplicación desde el punto de vista del lugar en que los purines quedan en el suelo:

Sistemas sobre el suelo.

El sistema de aspersión con equipos de riego de purines se adapta bien cuando los volúmenes a aplicar y la distancia al potrero seleccionado son grandes. Además, es una buena opción si la topografía del terreno impide hacer uso de carros purineros; especialmente si los callejones al momento de las aplicaciones se encuentran en mal estado.

También se deben tomar mayores precauciones ya que la deriva del efluente asperjado puede causar impacto ambiental. Esto sucede principalmente con días muy ventosos, cerca a lugares poblados y en caminos públicos.

El uso de carros de aspersión de purines tiene un costo de inversión inicial menor, se adapta mejor a empresas lecheras de menor tamaño aunque funcionan también con rebaños grandes. Producen menos deriva del purín por el viento. Se deben tomar las precauciones de aplicar cuando el suelo esté relativamente firme ya que se produce compactación del suelo.

En Europa se han desarrollado carros que mediante tubos depositan el purín en “bandas” a ras de suelo. En algunos sistemas el purín cae directamente sobre la pradera pero también existen algunos que usan una zapata en cada tubo que permite abrir la vegetación e ir depositando el purín en la base de las plantas. Así éste queda “escondido” en la pradera pero sobre el suelo, disminuyendo la volatilización de nitrógeno. Además, como lo señalan Laws y Pain (2002), se mejora notablemente la eficiencia de uso de los forrajes por parte de los animales.

Sistemas bajo el suelo.

La inyección consiste en la incorporación del purín en un horizonte del suelo superficial (7 a 10 cm) o profunda (50 a 60 cm) de modo de dejarlo enterrado y cubierto para evitar la volatilización de nitrógeno. Es un sistema que se desarrolló como respuesta a los graves problemas de contaminación del aire en países europeos. Estos equipos son de alto costo ya que junto a inyectar el purín a presión, se debe romper el suelo con el consiguiente gasto de energía necesitando para ello un tractor de alta potencia. La producción de forraje después de la aplicación, disminuye por la destrucción de raíces y partes aéreas de la planta; recuperándose posteriormente.

Otro sistema bajo el suelo, consiste en mezclar los purines con el suelo durante la preparación de la cama de semillas para las siembras tradicionales. Es uno de los sistemas más eficiente para evitar las pérdidas por volatilización, siempre y cuando la incorporación del purín sea realizada inmediatamente posterior a la aplicación (antes de 6 horas).

2.8. Aplicar los purines a fines de invierno y en primavera.

Los purines y los fertilizantes deben ser aplicados principalmente cuando las praderas inician su crecimiento o se encuentran en crecimiento activo. No es recomendable la aplicación a inicios de invierno, porque la baja temperatura en ese período inhibe el desarrollo de las plantas y las altas pluviometrías arrastran los nutrientes por escurrimiento superficial y por lixiviación a través del perfil del suelo. Esto además de perder los minerales, provoca su aumento de concentración en los cursos de agua (eutroficación).

Según Thomson y Pain (1987), es posible que ocurran pérdidas del 76 % del nitrógeno amoniacal en invierno comparado con un 47% en primavera. Esta aparente contradicción se debe a que en invierno, el suelo saturado de agua limita la infiltración del amonio quedando a merced del viento, en cambio en primavera, el suelo se encuentra más permeable y el amonio es “atrapado” en el perfil del suelo.

En verano no se debe aplicar purines, debido a la pérdida del amonio por volatilización especialmente en aplicaciones en superficie sin incorporar al suelo y prácticamente nula absorción por parte de las plantas por falta de humedad en el suelo.

2.8. Dosis de aplicación según los requerimientos de cultivos y praderas.

La dosis a aplicar debe estar en concordancia con los requerimientos del cultivo. Se tiene que calcular basada en el contenido de nutrientes del purín, del análisis del suelo, y el tipo cultivo entre otras variables. Por ejemplo, en purines con 4% de materia seca, las dosis no debería superar los 140.000 litros/ha. Si la aplicación se realiza a principios de primavera, se ha encontrado que las pérdidas por lixiviación son mínimas (Santana y Dumont, 2000). En cultivos donde se mezcla el purín con el suelo, la dosis puede aumentarse en un 50 %.

En los países europeos, la dosis de purín a aplicar se calculada generalmente en base al aporte de nitrógeno. Así por ejemplo en el reino Unido, en zonas sin restricción de uso, no se recomienda aplicar más de 250 kg de N total/ha/año. Si la dosis física resulta muy alta se recomienda parcializar su aplicación.

En nuestro medio agropecuario, la mejor propuesta es aplicar los purines e incorporarlos al suelo en los cultivos tradicionales, pero también es pertinente aplicarlos en sectores de ensilajes. Con relación a este tema tecnológico, se han realizado numerosos ensayos para comprobar el éxito de la aplicación de purines en cebada y maíz para ensilajes (Dumont y Valdebenito, 2000) y los resultados indican una significativa respuesta a la aplicación en praderas permanentes bajo corte, como lo indican Dumont y Medone (2000), Dumont *et al.* (1997). No aplicar en sectores de pastoreo, a menos que se tenga análisis de suelo que respalde tal decisión.

En algunos suelos, los purines requieren aplicaciones de nitrógeno y fósforo extra ya que normalmente presentan deficiencia de fósforo y nitrógeno sobre todo en casos de cultivos y praderas para ensilajes. Al respecto, en la zona de suelos rojos arcillosos de la Xª Región, se realizó un experimento donde se aplicó una dosis base de 80.000 litros/ha de purines en praderas para ensilajes. Sobre esta dosis, se aplicó cantidades crecientes hasta completar una dosis de 80 kg/ha de nitrógeno. El resultado fue una respuesta lineal a la dosis de nitrógeno suplementaria, demostrando que para esas condiciones es necesaria la complementación con nitrógeno extra Salazar y Dumont (1998).

2.9. Medidas para reducir la carga de patógenos en los purines.

Existen riesgos de distribución de patógenos que deben ser disminuidos a través de las siguientes medidas:

- detectar animales enfermos y sacarlos del predio;
- no alimentar terneros en potreros con animales adultos o en sectores con aplicación reciente de purines;
- eliminar la leche y el calostro infectado y
- comprar animales en predio libres.

La etapa de almacenamiento en el pozo purinero también es una posibilidad de control debido a los cambios que se produce en los efluentes durante la fermentación y las condiciones de anaerobiosis. Además, es posible inducir artificialmente condiciones adversas a los patógenos agregando productos en los pozos purineros.

En este sentido se menciona la oxigenación de los pozos, los cambios de pH, (ácido-básico), anaerobiosis, como actividades que pueden realizarse en terreno para modificar el hábitat de los microorganismos.

2.9. LITERATURA CITADA.

- AARTS, H.F.M.; BIEWINGA, E.E. y VAN KEULEN, H. 1992. Dairy farming systems based on efficient nutrient management. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40, 285-299
- FREITAS, R.J. y BURR, M.D. 1996. Animal wastes. En: Pepper, I.L.; Gerba, C.P. and Brusseau, M.L. (Eds.). *Pollution Science*, Academic Press. pp.237-251
- DUMONT, J.C. y MEDONE F. 2000. Efectos de la aplicación de purines en praderas permanentes en Chiloé. En: Investigación de purines y efluentes de lechería X^a Región. Informe Técnico Final. Proyecto FNDR. INIA Remehue.
- DUMONT J.C.; SALAZAR F.; SANTANA, M.; y VALDEBENITO, A. 2000. Prospección del manejo de purines en lecherías de la X^a Región. En: Investigación de purines y efluentes de lechería X^a Región. Informe Técnico Final. Proyecto FNDR. INIA Remehue.
- DUMONT, J.C. y VALDEBENITO, A. 2000. Uso de purines en maíz y cebada. En: Investigación de purines y efluentes de lechería X^a Región. Informe final proyecto FNDR- INIA Remehue.
- DUMONT, J.C.; SALAZAR, F.; y MENESES, G. 1997. The effect of slurry application on a white clover-grass sward in the south region of Chile. En: Fifth Research Conference. *British Grassland Society*. pp. 111-112
- HOODA, P.S.; EDWARDS, A.C.; ANDERSON, H.A. y MILLER, A. 2000. A review of water quality concerns in livestock farming areas. *The Science of the Total Environment* 250: 143-167.
- ISERMANN, K. 1990. Share of agriculture in nitrogen and phosphorus emissions into the surface waters of Western Europe against the background of their eutrophication. *Fertilizer Research* 26, 253-269.
- JARVIS, S.C. 1993. Nitrogen cycling and losses from dairy farms. *Soil Use and Management* 9, 99-105.

- LAWS, J. y PAIN, B. 2002. Effects of method, rate and timing of slurry application to grassland on the preference by cattle for treated and untreated areas of pastures. *Grass and Forage Science*. Vol: 57, 93-104.
- LEDGARD, S.F.; PENNO, J.W. y SPROSEN, M.S. 1997. Nitrogen balances and losses on intensive dairy farms. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 59, 49-53.
- OYARZÚN, C.E.; CAMPOS, H. y HUBER, A. 1997. Exportación de nutrientes en microcuencas con distinto uso del suelo en el sur de Chile (Lago Rupanco, X Región). *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 507-519.
- PAIN, B.F.; VAN Der WEERDEN, T.J.; CHAMBERS, B.J.; PHILLIPS, V.R. y JARVIS, S.C. 1998. A new inventory for ammonia emissions from U.K. agriculture. *Atmospheric Environment* 32, 309-313.
- PAUL, J.W. and BEAUCHAMP, E.G. 1995. Nitrogen Flow on Two Livestock Farms in Ontario: A Simple Model to Evaluate Strategies to Improve N Utilization. *Journal of Sustainable Agriculture* 5, 35-50.
- PONCE, M. y DUMONT, J.C. 2000. Aspectos económicos en el manejo de los purines. En: Investigación de purines y efluentes de lechería Xª Región. Proyecto FNDR-INIA Remehue. Informe Final.
- SALAZAR, F. y DUMONT, J. 1998. Efecto de la aplicación de purines y nitrógeno inorgánico sobre una pradera para ensilaje. XXIII SOCHIPA, Chillán 21-23 de Octubre, 1998. pp. 97-98.
- SALAZAR, F. y DUMONT, J.C.. 2003. Datos sin publicar. INIA -Remehue.
- RYDEN, J.; BALL, P. y GARWOOD, E. 1984. Nitrate leaching from grassland. *Nature* 311, 50-53.
- THOMSON, R. y PAIN, B. 1987. Slurry for grass production: Improving the utilisation of slurry N, and reducing pollution. En: Winter Meeting. Grassland For The 90's. British Grassland Society (UK). pp. 6.1-6.6.
- VILLENAS, S.; DUMONT, J. y SALAZAR, F. 2002. Efecto de la materia seca del purín y densidad del suelo en la infiltración del efluente. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrícola. Instituto Profesional INACAP (Temuco). 48p.
- VAN DER HOEK, K.W. 1998. Nitrogen efficiency in global animal production. *Environmental Pollution* 102, 127-132.

¿ES NEGOCIO CRIAR TERNEROS DE LECHERÍA?

Humberto Navarro D. Ing. Agr. MSc.
Ljubo Goic M. Ing. Agr. MSc.
INIA Remehue, Osorno.

1. INTRODUCCION

La crianza de terneros es una actividad común dentro de los sistemas lecheros, cuya finalidad principal es generar la reposición de hembras para producción de leche. Sin embargo, entre los productores lecheros existe la duda permanente de criar o no los terneros machos, enfrentándose a la incertidumbre del mercado de la carne.

El masivo cruzamiento de la masa lechera de la zona sur, con la raza Holstein Friesian, conocida como Holando Americano, ha traído importantes logros en la productividad y rendimiento de leche por vaca, contribuyendo con grandes incrementos en la producción de este rubro. Por otro lado, las crías machos de dicho biotipo de animal han sido afectadas en su conformación ósea para la producción de carne, lo que ha influido en menor precio en el mercado de los terneros con esas características. Hay diferencias de precio con respecto al ternero Holando Europeo o de razas de carne, lo que también se traduce en menores precios a la venta como novillo gordo. Lo que se agrava más, cuando se considera el alto costo que significa la crianza de un ternero hasta los 6 a 7 meses de edad, donde los terneros de tipo lechero (mestizos con Holando Americano), muchas veces no alcanzan a pagar los costos que demanda la crianza. Tiempo atrás, la tendencia y solución económica consistió en sacrificar dichos animales al nacimiento, lo que en cualesquiera circunstancia fue negativo para el incremento de la masa ganadera nacional; la que debe desarrollarse e incrementarse paralelamente con el mejoramiento de la productividad de las praderas en la zona sur de Chile.

La gran mayoría de la masa de terneros destinados a la producción de carne proviene de los machos de las lecherías, correspondiendo aproximadamente al 70%.

Las últimas cifras del mercado señalan una recuperación en el precio del ternero, originado por una alta demanda de ganado para destinar a la producción de carne.

Esto ha motivado a numerosos productores, especialmente pequeños, a comprar terneros machos de lechería recién nacidos, para criarlos directamente con la vaca (nodrizaje), como alternativa a la venta de leche a la planta debido al bajo precio del producto en el período de primavera-verano; además de la dificultad para cumplir con los requerimientos de calidad y volumen exigidos por la industria.

Actualmente el ternero macho recién nacido, alcanza valores que van de los 20 a 40 mil pesos. Variación debida al tipo de animal, sean estos especializados en leche o de doble propósito. Con una valoración mayor en el caso del ternero doble propósito de origen Overo Colorado, especialmente en el área sur de la Décima Región.

Sin dudas, una buena crianza del ternero generará un buen producto final como novillo gordo y en menor tiempo. Esto queda claro, cuando es el propio productor quien desarrolla el producto final. Sin embargo, la mayoría de los productores que sólo realizan la etapa de crianza para vender entre los 6 a 9 meses de edad, hacen esfuerzos en ahorrar al máximo en este proceso, en perjuicio del ternero y del productor que debe desarrollar la etapa posterior de recría hasta la engorda o finalización.

Las condiciones de un país que dispone de una pequeña masa ganadera y que piensa en el incremento de su ganadería, no se puede dar el lujo de sacrificar los terneros. Al respecto, se deben introducir algunas variables en la etapa de crianza, recría y engorda que apunten al desarrollo de atractivos sistemas de producción de carne con este tipo de animales; por lo tanto es posible motivar a los productores a desarrollar alternativas tecnológicas validadas, para su incorporación en los sistemas de producción de carne; a objeto de mejorar la eficiencia en la crianza y engorda, para ofrecer un negocio atractivo.

Se han hecho estudios parciales al respecto, tanto en la Universidad Austral de Chile como en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), donde se han demostrado algunas diferencias del ternero Holstein Friesian comparándolos con el tipo Holando Europeo y Overo Colorado, diferencias que hasta cierto punto pueden marcar alguna pequeña incidencia en el precio del animal gordo; sin embargo, éstas no justifican la discriminación de precio que se hace especialmente en el animal joven (ternero).

2. SISTEMAS DE CRIANZA DE TERNEROS DE LECHERÍA

Este tipo de animal requiere de modificaciones en el proceso de algunas de las etapas productivas, se necesitan investigar los tipos de raciones para lograr mayor eficiencia, con buen peso al destete y terminación a edad más temprana, obviando canales pesadas y de alto costo.

Se debe Investigar, validar y proponer sistemas productivos de carne con este tipo de animal, que involucren desde el racimiento hasta el peso de sacrificio, en busca de mayor eficiencia biológica y económica. La posibilidad de ofrecer alternativas atractivas, significaría mejorar la eficiencia en la producción de carne a partir del ganado lechero, evitando que un porcentaje importante de ellos se críe en forma deficiente, disminuyendo con ello la potencialidad de producir un volumen mayor de carne bovina.

Se han realizado numerosos estudios relacionados con la crianza de terneros de lechería. Ensayos que han buscado definir el momento adecuado para realizar el destete evaluando dietas lácteas desde 26 hasta 180 días, concluyen que no se justificaría prolongar el destete por más de 30 días; por el crecimiento compensatorio de los terneros destetados a temprana edad (Caballero y otros, citado por Hargreaves y Catrileo, 1983); siempre y cuando exista un buen estado sanitario y raciones altas en energía y proteína. Un destete precoz requiere importante consumo de alimentos sólidos, para evitar fuertes pérdidas de peso. Destetes a los 40 y 60 días con consumos de 27 y 14 kilos de concentrado, respectivamente, alcanzaron 72 kilos de peso vivo a los 60 días de edad (Lanuzza *et al* 1994).

3. ANALISIS ECONOMICO

Para dilucidar si es negocio criar terneros de lechería, se presenta el análisis económico de diferentes alternativas de crianza, estimando los costos y el peso vivo a los 180 días.

El análisis económico de terneros de lechería se basa en antecedentes de investigación, para terneros nacidos en otoño y primavera.

Los valores monetarios (\$) corresponden a junio de 2003, sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA). Se estiman los costos operacionales de la crianza, sin intereses, ni depreciaciones. Se obtienen los costos por ternero y por kilo de peso vivo hasta los 6 meses de edad. El valor de peso vivo del ternero recién nacido fue de \$25.000 por unidad.

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los costos de crianza de terneros con 70% de genética Holstein Friesian, en cuatro alternativas de crianza para los nacimientos de otoño y de primavera (Adaptado de Iraira y Lanuza, 1998).

Cuadro 1. Costos de la crianza artificial de terneros de lechería con 70% Holstein Friesian nacidos en otoño (\$ de junio 2003).

TRATAMIENTOS	NACIDOS EN OTOÑO			
	I	II	III	IV
* DIAS CON LECHE	35	35	49	49
* DIAS CONCENTRADO INICIAL	49	63	49	63
PESO INICIAL (kg)	43	41	41	42
PESO FINAL (kg)	135	132	143	130
DÍAS DE CRIANZA	180	180	180	180
COSTO PROMEDIO POR TERNERO	\$/TERN	\$/TERN	\$/TERN	\$/TERN
Ternero Recién nacido	26882	26882	26882	26882
Sanidad	6585	6585	6585	6585
Mano de Obra	12296	12296	12296	12296
Dieta láctea	13440	13440	19320	19320
Concentrado inicial	2894	6251	3241	4977
Concentrado crecimiento	24035	22080	25185	27025
Heno/Ensilaje	4160	3720	4320	3960
Paja piso	750	750	750	750
TOTAL	91.041	92.003	98.579	101.795
Costo del kg de p.vivo(\$/kg)	674,4	697,0	689,4	783,0

Fuente: Elaborado de Iraira y Lanuza, 1998

Cuadro 2. Costos de la crianza artificial de terneros de lechería nacidos en primavera (\$ de junio 2003).

TRATAMIENTOS	NACIDOS EN PRIMAVERA			
	I	II	III	IV
* DIAS CON LECHE	35	35	49	49
* DIAS CONCENTRADO INICIAL	49	63	49	63
PESO INICIAL (kg)	46	43	41	43
PESO FINAL (kg)	141	139	136	145
DÍAS DE CRIANZA	180	180	180	180
COSTO PROMEDIO POR TERNERO	\$/TERN	\$/TERN	\$/TERN	\$/TERN
Ternero Recién nacido	26882	26882	26882	26882
Sanidad	6585	6585	6585	6585
Mano de Obra	12296	12296	12296	12296
Dieta Láctea	13440	13440	19320	19320
Concentrado inicial	2894	4514	2084	4399
Concentrado crecimiento	28635	26910	28865	27140
Pradera	2310	2320	2550	2710
TOTAL	93.041	92.947	98.581	99.331
Costo del kg de p.vivo(\$/kg)	659,9	668,7	724,9	685,0

Fuente: Elaborado de Iraira y Lanuza, 1998

Se aprecia un leve menor costo en los terneros nacidos en primavera. Con costos por kilogramo de peso vivo muy similares al precio que se puede lograr al vender el ternero criado. Esto señala claramente que la etapa de crianza no constituye una alternativa de negocio para el productor.

La diferencia mínima entre las alternativas para ahorrar alimentos como factor de reducción de costos no constituye una buena decisión si se quiere continuar en el proceso de producción de carne.

En el Cuadro 3 se presenta el costo de crianza de otra experiencia experimental realizada en INIA Remehue comparando sistemas de crianza para terneros de otoño y primavera con 64 días de leche.

Cuadro 3. Costo de la crianza artificial de terneros de lechería con 64 días de dieta láctea (resultados experimentales).

	NACIDOS EN PRIMAVERA		NACIDOS EN OTOÑO	
Peso Inicial (kg)	37,5		40,5	
Peso Final (kg)	145-155		155-165	
Días de Crianza	180		180	
COSTO PROMEDIO POR TERNERO	\$	%	\$	%
Ternero recién Nacido	26.739	29,7	26.239	27,9
Sanidad	6.585	7,3	6.585	7,0
Mano de Obra	11.340	12,6	11.705	12,4
Calostro	3.060	3,4	3.060	3,2
Leche entera/sustituto	15.400	17,1	15.120	16,1
Concentrado	20.264	22,5	22.746	24,1
Heno/Ensilaje	0	0,0	6.260	6,6
Paja piso	500	0,6	1.750	1,9
Pradera	6.000	6,7	740	0,8
TOTAL	89.888	100	94.204	100
Costo peso vivo (\$/kg)	599		589	

Fuente : Adaptado de González y Bertín (1983)

Al igual que en la situación anterior, se aprecia un leve menor costo para la crianza de primavera. El costo unitario sigue siendo alto para pensar en esta etapa como negocio ganadero.

El principal costo lo constituye el valor del ternero dada la coyuntura actual del mercado, situación muy diferente a la que se presentaba años atrás en que el ternero prácticamente no tenía valor económico. Sigue en importancia el costo de los concentrados y la dieta láctea (Cuadro 2).

La mano de obra constituye alrededor del 12 % del costo en estos casos, la que puede variar entre el 7 y 13 % en función de la cantidad de terneros criados en el año. En sistemas automatizados este costo bajaría a un 4 y 5%.

Los costos de crianza en casos reales de productores, no difiere mayormente con relación al costo total del ternero hasta los 6 meses de edad, con valores muy similares a los presentados en los Cuadros 1 y 2. La mayor diferencia debería darse en el peso vivo logrado al destete, el que al bordear los 180 kg, a los seis meses, daría un costo unitario menor (entre \$520 y \$550/kg).

4. CONCLUSIONES

- Al valor económico que alcanza actualmente el ternero proveniente de lecherías, da lo mismo criarlo hasta los 6 meses que venderlo recién nacido.
- La crianza de los terneros de lechería hasta los 6 meses, como producto para el mercado, no constituye en sí una alternativa de negocio.
- La escasa diferencia económica entre las alternativas tecnológicas para ahorrar alimentos, como factor de reducción de costos, no constituye una buena decisión si se quiere continuar en el proceso de producción de carne.

5. LITERATURA CITADA

IRAIRA, S. y LANUZA, F. 1989. Evaluación de cuatro sistemas de crianza de terneros Holstein nacidos en otoño y primavera. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. CRI-Remehue. Boletín Técnico N°249, 8p.

GONZALEZ, M. y BERTÍN, P. 1982. Sistemas de otoño y primavera de crianza de terneros. Características y costos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. CRI-Remehue. Boletín Técnico N°60, 16p.

HARGREAVES, A.; y CATRILEO, A. 1983. Crianza de terneros y respuesta productiva. En Instituto de Investigaciones Agropecuarias IPA Carillanca, Año 2: N3. pp 6-9.

LANUZA, F.; STEHR, G. y BUTENDIECK, N. 1994. Comparación de dos sistemas de crianza de terneros nacidos en otoño. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue. Boletín técnico N°211, 14p.

ANÁLISIS COMPARATIVO COMPARATIVO DE SISTEMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS

La lechería en Nueva Zelanda

René Anrique y Luis Latrille
Facultad de Agronomía
Universidad Austral de Chile, Valdivia.

1. INTRODUCCIÓN

Extensas zonas de Nueva Zelanda se caracterizan por su clima templado que permite el crecimiento de praderas permanentes (principalmente ballica perenne y trébol blanco) y el pastoreo durante los 12 meses del año. No se requiere en ningún momento de alojamiento para los animales aunque la alimentación suplementaria puede ser beneficiosa en algunas circunstancias. Las temperaturas del suelo y las horas de luz limitan los rendimientos de cultivos de cereales y cultivos forrajeros, lo cual, junto a altos costos del combustible y de maquinaria significa que la mayoría de los alimentos concentrados sean más caros que la pradera.

Las praderas de ballica perenne con trébol blanco tienen el potencial de producir entre 18 a 28 ton MS/ha/año si se eliminan las deficiencias de humedad y de nutrientes y se optimiza la utilización de la luz (Clark, 1999). Sin embargo, este potencial no ha sido logrado ni en condiciones de investigación ni en predios comerciales. No obstante, investigación efectuada por la Dairy Research Corporation (DRC) en Ruakura, ha demostrado que sin riego, pero con una fertilización de 200 a 400kg N/ha/año se ha podido producir entre 18,7 y 21,0 ton MS/ha/año (Penno *et al.*, 1996, citados por Clark, 1999). Considerando el año completo es más común que se estime la producción entre 10 y 16 ton MS/ha, la que se cosecha con una eficiencia variable (60 a 85%) y que puede producir entre 70 y 90kg de sólidos lácteos (definidos como proteína más grasa) por tonelada de MS consumida o 500 a 1.200kg/ha de sólidos (Garrick *et al.*, 2001). (Considerando un contenido de "sólidos" de 8%, esto equivale de 6.250 hasta 15.000L/ha).

Los sistemas de producción de leche se caracterizan por sincronizar el crecimiento de las praderas y los requerimientos nutritivos de las vacas, tratándose de minimizar la necesidad de cosechar los excedentes o de aportar suplementos en épocas de déficit. Esto se ha logrado tradicionalmente empleando pariciones en bloque en primavera y utilizando altas cargas para poder cosechar el máximo del rápido crecimiento primaveral de la pradera. Las vacas deben caminar hasta las praderas luego de cada ordeña, lo que limita el tamaño físico (extensión) de la lechería.

El limitado crecimiento de la pradera en el verano disminuye la producción de leche y obliga al secado temprano de algunas vacas. Por tanto la longitud promedio de la lactancia es corta, de acuerdo a los estándares internacionales, (220 a 240 días, según Holmes, 2001, ver Anexo 3, Lic 2002). Sin embargo, las vacas deben parir cada 365 días y por tanto el manejo reproductivo es crítico.

Para tener éxito económico se requiere que los partos se concentren, lo que requiere que el período de reproducción se limite a 8 semanas, exigiéndose una alta tasa de concepción en este corto período. (Figura 1). Nueva Zelanda produce actualmente (2000/2001) alrededor de 12,32 millones de toneladas de leche (LIC 2002); de los cuales aproximadamente el 5% es consumido por la población local y el resto es exportado (más de 800 productos e ingredientes exportados a más de 120 países). A pesar de su escasa importancia en la producción mundial (i.e. contribuye con menos del 2% de ésta) Nueva Zelanda es responsable de aproximadamente el 30% de la exportación mundial de productos lácteos.

2. TENDENCIAS EN LOS COSTOS Y RETORNOS DE LA LECHERÍA

Los productores de leche neocelandeses eran pagados sólo por su producción de grasa hasta mediados de 1985. En ese momento el sistema cambió para pagar (premiar) separadamente la producción de grasa y de proteína, con un castigo por volumen, usando un sistema conocido como A + B – C. No hay cambio en el precio por la época en que se produce la leche excepto en algunas pocas instancias en los que la así llamada leche de invierno (antes llamada “town milk” o leche para ciudad) recibe un premio sobre la leche destinada a procesamiento industrial y exportación. La leche de alta calidad debe estar libre de antibióticos y otros residuos y tener menos de 400.000 células somáticas por mililitro. (Garrick *et al.*, 2001).

Los retornos por litro o por unidad de sólidos lácteos equivalentes, en general han disminuido en los últimos 50 años (Figura 2) . Se puede constatar que el precio más reciente (1999) en el gráfico era aproximadamente 2,81\$NZ/kg de sólidos, lo que equivale a 1,37\$US/kg. Esta cifra actualmente (2002) ha mejorado y es del orden de 5,35\$NZ/kg de sólidos (LIC, 2002; USDA, 2002), lo que es atribuido a una mejora en los precios de algunas “commodities” y a la debilidad del dólar neocelandés (Penno, 2001). Sin embargo, recientemente Fonterra ha anunciado que el precio probable para la temporada 2002/2003 sería de nuevo NZ \$ 3,70 por kg de sólidos lácteos (USDA, 2002), lo que confirmaría la tendencia a largo plazo.

Expresado como leche corregida (a 4,2% de materia grasa, 3,35% de proteína cruda, UFC 24.999/ml y recuento de células somáticas de 249.000/ml), el precio equivalente a agosto de 2002 era de 9,68 Euros/100kg de leche cruda (1 Euro =1,17 US\$). Es decir, equivale a 11,32 US \$/100 kg de leche cruda. Con fines comparativos la misma leche tiene un valor de 24,85 \$ en USA y el promedio de varios países de Europa es 31,22 US\$/100kg. (LTO Nederland, 2002). Se observa, por una parte la típica erosión de precios experimentada por los productos tipo “commodities” y por otra parte se demuestra que en Nueva Zelanda los precios son mucho más bajos que en Europa y USA.

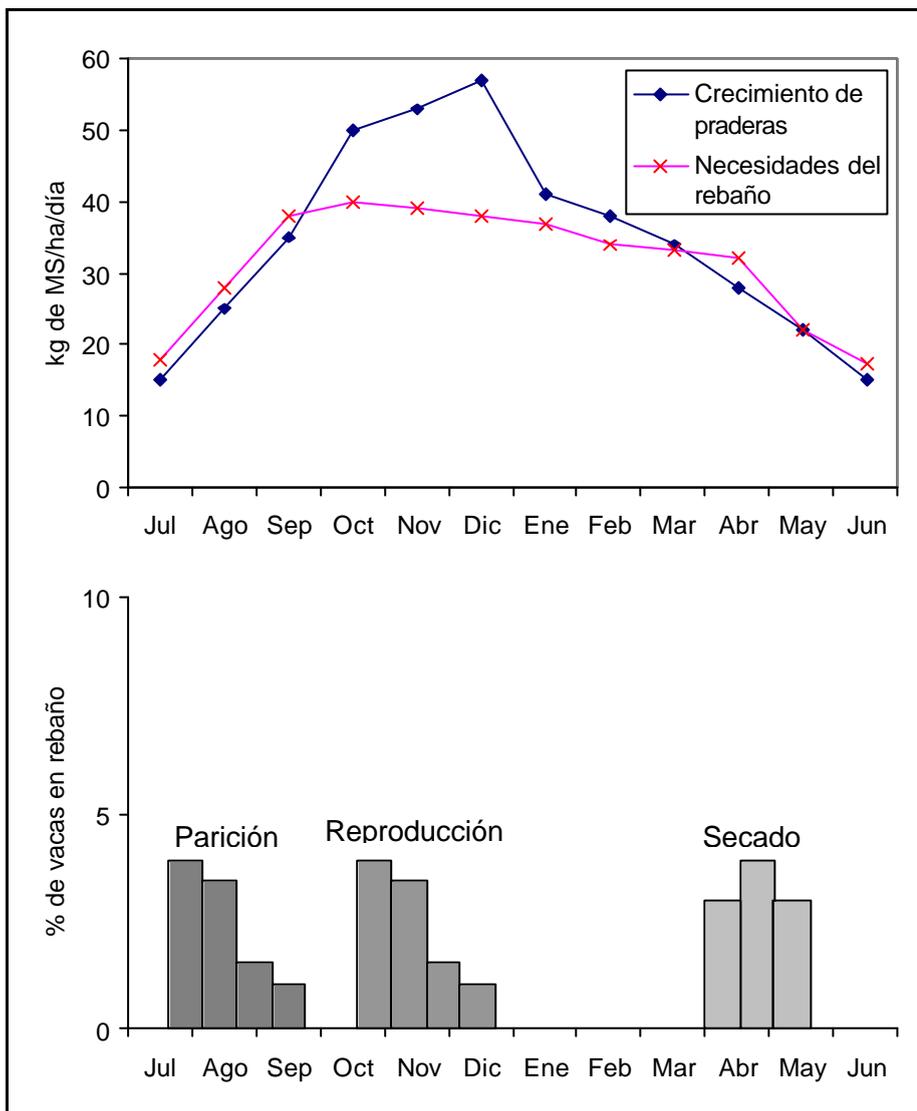


Figura 1. Patrón de crecimiento de las praderas, las necesidades de alimentación de las vacas y los períodos de parición, reproducción y secado de las vacas. (Garrick *et al.*, 2001).

Como una manera de defenderse de esta baja de precios (y ligera alza en los costos de producción) los productores neocelandeses han hecho grandes esfuerzos para mejorar la productividad a nivel predial.

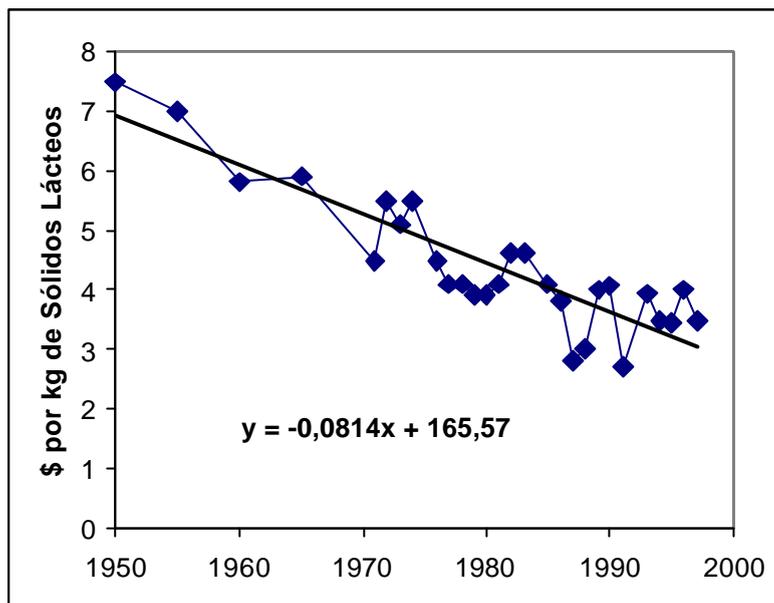


Figura 2. Tendencias en el precio real de la leche (\$NZ) expresada por kg de sólidos (proteína más grasa) (1\$ NZ = 0,48 US \$) (Garrick *et al.*, 2001). En el año 2002 hubo una mejora importante en el precio (ver texto).

CAMBIOS A NIVEL PREDIAL Y ORGANIZACIONALES EN RESPUESTA A LOS BAJOS PRECIOS DE LA LECHE

El país, y sus productores vía sus organizaciones entre las que se destaca LIC (Livestock Improvement Corporation, o Corporación de Mejoramiento Genético) han sido muy activos en implementar masivamente tecnologías que afectan directamente la productividad. Así, desde los años 40 se introdujeron programas cooperativos de control lechero y de prueba de reproductores. Actualmente, el 86% de los rebaños lecheros usan voluntariamente la inseminación artificial y el control lechero predial. Eso hace que la velocidad de progreso genético alcanzada en Nueva Zelanda está muy cercana a la velocidad teórica (Garrick *et al.*, 2001).

Los productores han respondido a la erosión de precios aumentando la productividad por vaca, por hectárea y por unidad de trabajo, así como incrementando el tamaño y la producción del rebaño (Cuadros 1 y 2). Paralelamente, y siguiendo una tendencia generalizada en el mundo han disminuido el número de lecherías, aumentado su tamaño y la intensidad de los métodos de producción (Latrille, 1995).

Es posible calcular, en base a los datos del Cuadro 1 que en 2001 la producción media por predio fue de 930.047L o 78.914kg de sólidos (proteína+grasa).

Cuadro 1. Evolución de la lechería en Nueva Zelanda.

Año	Número de rebaños	Vacas/rebaño	Vacas/ha	Sólidos lácteos/vaca	Sólidos ¹ lácteos/ha ²
1935	40.000	45	1,1	180	196
1965	29.300	65	1,7	225	380
1981	15.800	133	2,2	250	550
1991	14.660	163	2,4	260	620
2000	13.861	239	2,7	288	768
2001	13.892	251	2,7	310	825

¹ sólidos lácteos = Kg de grasa + Kg de proteína.

² ha efectiva. (LIC, 2002). Modificado de Garrick et al (2001).

Cuadro 2. Crecimiento experimentado por la lechería en Nueva Zelanda.

Parámetro	1980/81	2000/01	Cambio (%)
Tamaño promedio del rebaño	126 vacas	251 vacas	+ 99
% de rebaños > de 300 vacas	1,5 %	25,9 %	
Tamaño promedio del predio	62 ha	96 ha ¹	+ 50
Número total de vacas lecheras (000 ¹)	2.027	3.486	+72
Producción nacional de leche (millones de ton)	4, 91	12,3	+ 251
% aportado por Isla Sur	9 %	23 %	

Anónimo (2001); Datos de 2000/01 son de LIC (2002)

¹ Actualmente esta superficie es suplementada con superficie adicional para pastoreo y otros alimentos comprados (Holmes, 2001). Este no era el caso en los años 70, cuando la mayoría de las lecherías eran auto-suficientes en alimentos.

El número promedio de vacas por lechería en el país eran 251 en el año 2001; sin considerar el hecho que existían también lecherías pequeñas (10 a 49 vacas), las que prácticamente han desaparecido (Anexo 1, LIC, 2002). El tamaño más frecuente varía entre 150 y 199 vacas y hay una tendencia consistente a que aumenten las lecherías grandes (> de 300 vacas) de modo que en 2000/2001, el 25,9% de los rebaños tenía 300 vacas o más (LIC, 2002).

Cuadro 3. Características productivas de diferentes razas de ganado lechero en Nueva Zelanda. (Datos originales : LIC, 2000).

Raza	Lactancia ¹ (días)	Leche/vaca			Grasa		Proteína		Peso vivo kg
		(L)	kg	%	kg	%	kg	%	
Holstein	215	3.803	166	4,4	131	3,5	450		
Jersey	220	2.791	161	5,8	113	4,1	355		
H x J	217	3.445	170	5,0	127	3,7	420		
Ayrshire	218	3.452	151	4,4	122	3,6	417		

Fuente: Garrick y Lopez-Villalobos (2001), ¹ Ver Anexo 3.

La proporción de las diversas razas es: Holstein Friesian 56%; Jersey 15%; (HxJ) 21%, Ayrshire 1% y otras razas o cruza 7% en el año 2001 (LIC,2002). Las cruza se definen como teniendo al menos 13/16 de una raza.

La raza Jersey dominaba hasta fines de los años 60. Hacia 1970 la Holstein Friesian fue la raza dominante en Nueva Zelanda como resultado de cambios en el manejo de los predios y el alto número de terneros que se criaban para carne. De las razas de carne que se usan para inseminar vacas lecheras, la principal es la Polled Hereford, empleándose en menor medida Angus, Belgian Blue y Simental. Otras razas lecheras presentes en Nueva Zelanda son Shorthorn lechera, Guernsey y Pardo Suizo. Las cruza están emergiendo como una raza en sí misma al inseminar vacas lecheras (LIC, 2002)

3. FACTORES QUE EXPLICAN EL MEJORAMIENTO EN PRODUCTIVIDAD

Uso masivo de programas de control lechero.

El 84,4% de los rebaños estaba en control lechero en 2000/01 (LIC, 2002), esto representa una ligera baja en relación a años anteriores (i.e 1996/97 era 87,2%).

Cuadro 4. Predios en control lechero por regiones en 2000/01 (Datos originales : LIC 2002).

Región	Rebaños controlados	Total rebaños	% del total de rebaños	Vacas controladas	Total vacas	% del total de vacas
Northland	1.278	1.682	76,0	285.286	354.821	80,4
Auckland	4.608	5.629	81,9	1.129.259	1.328.111	85,0
Bahía de Plenty /Costa Este	670	771	86,9	167.514	187.243	89,5
Taranaki	2.037	2.350	86,7	430.390	495.869	86,8
Wellington/Bahía Hawkes	1.107	1.352	81,9	301.747	372.713	81,0
Isla del Sur	1.772	2.108	84,1	627.372	747.126	84,0
Nueva Zelanda	11.472	13.892	82,6	2.941.568	3.485.883	84,4

Uso masivo de la inseminación artificial.

En el año 2000/2001, un total de 2.893.438 vacas fueron inseminadas artificialmente (LIC, 2002). Esto representa el 86,3% de la masa lechera nacional, incluyendo a las vaquillas inseminadas.

Mejora constante en la calidad genética del ganado.

El país, vía la organización LIC, (Livestock Improvement Corporation) utiliza un eficiente sistema de mejoramiento genético. El mérito genético de las vacas y toros lecheros neocelandeses se estima empleando un sistema que permite la evaluación simultánea de las vacas y toros de todas las razas. Como la estructura del rebaño nacional incluye un gran número de vacas híbridas (Cuadro 3) y en gran número de rebaños se encuentran varias razas, se ha diseñado un sistema nacional de evaluación para comparar animales, independientemente de su raza.

Hay dos tipos de evaluaciones calculadas:

1. Evaluaciones de características productivas, para estimar el mérito genético (descrito con el parámetro Breeding Value o Valor de Cría), la productividad vital (Production value) y la capacidad productiva actual (Lactation value) para características como producción de grasa, de proteína, volumen de leche, peso vivo, longevidad y fertilidad.
2. Evaluaciones económicas, que combinan las evaluaciones anteriores para medir capacidad para convertir alimento en una ganancia económica, a través de la estimación de los parámetros Mérito reproductivo (Breeding worth), Mérito productivo (Production worth) y Mérito de lactancia (Lactation worth).

Para cada índice económico se calculan valores económicos (EV) para las características relevantes. Para valor genético (Mérito reproductivo), los EV representan el ingreso neto por unidad de alimento de animales de reemplazo con una mejora de una unidad en el mejoramiento genético de la característica. Para mérito productivo (Production worth), el valor EV representa el ingreso neto por unidad de alimento de vacas lactantes con una unidad de mejoramiento en la característica. En cada caso la unidad base de alimento son 4,5 ton de MS de una pradera de calidad promedio.

Las características relacionadas con ingresos económicos se combinan en un solo índice económico. Por ejemplo:

Breeding worth = (BV grasa x \$ EV grasa + BV proteína x \$ EV proteína + BV leche x \$ EV leche + BV peso vivo x \$ EV peso vivo + BV de longevidad x \$ EV de longevidad + BV fertilidad x \$ EV de fertilidad).

BV = valor genético de cada característica y EV = valor económico de cada característica para hembras de reemplazo (LIC, 2002, www.aeu.org.nz , 2002).

De esta forma los animales son categorizados de acuerdo a su potencial generador de ingresos por unidad de alimento consumida, es decir el sistema identifica aquellos animales en un rebaño que son los convertidores más eficientes de alimento en ganancia económica. Los índices Breeding worth (BW) y Production worth (PW) se basan en predicciones de los precios futuros para los componentes lácteos, mientras que el índice Lactation worth (LW) se basa en el precio predicho al finalizar la temporada actual.

Los valores económicos para 2000/01 se presentan en el Cuadro 5 (LIC, 2002). Estos valores EV se revisan anualmente y actualmente son diferentes (www.aeu.org.nz), lo que es una indicación de lo ágil que es el sistema. Por ejemplo para mérito genético (BW), la proteína tiene actualmente una ponderación de 34,0% versus 13,6% para la grasa. La leche (volumen) y el peso vivo tienen una ponderación negativa (-16,8 y -18,1% respectivamente). La longevidad tiene una ponderación positiva (7,5%) así como la tiene fertilidad (10,3%). El interés en mejorar los "sólidos lácteos" se justifica porque los costos de recolección y de elaboración de productos lácteos disminuyen si la misma cantidad de sólidos se procesa con un volumen menor de leche (López-Villalobos *et al.*, 2000).

Cuadro 5. Valores económicos asignados a los índices desde el 3 marzo de 2001.

	Grasa (\$/kg)	Proteína (\$/kg)	Leche (\$/kg)	Peso vivo (\$/kg)	Longevidad (\$/día)
Breeding worth	1.284	4.417	-0,059	-0,675	0,031
Production worth	1.548	4.579	-0,063	-0,745	–
Lactation worth	1.880	6.267	-0,082	-1,067	–

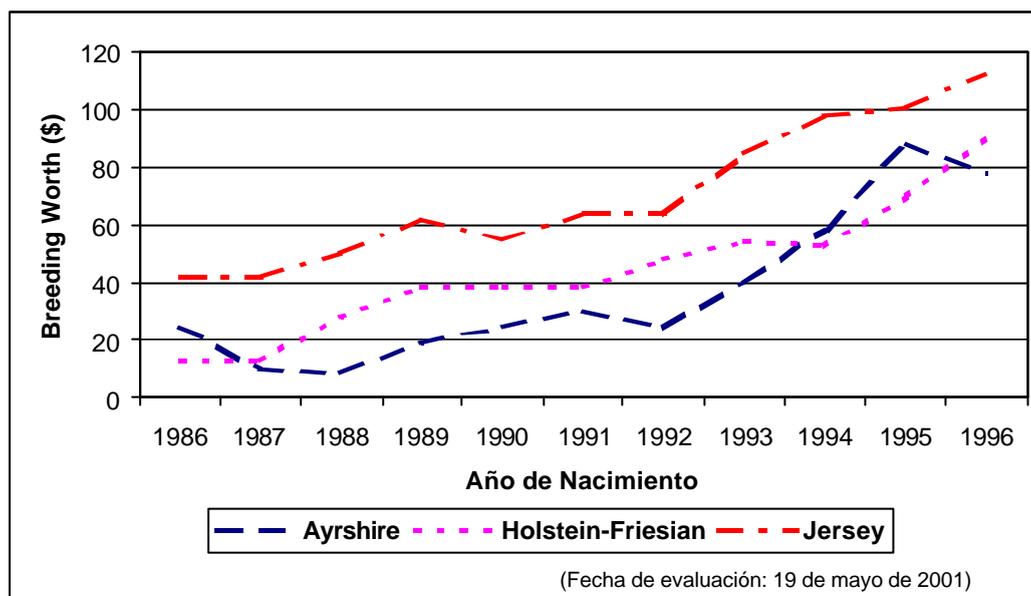


Figura 3. Tendencia genética de los toros probados por año de nacimiento (Confiability de un 75% o mayor).

La Figura 3 muestra el claro avance en el valor genético de los toros de distintas razas. Las vacas también muestran una clara tendencia a tener cada vez mejores BW (Figura 4, LIC 2002). Nótese que Jersey y (HFxJ) tienen valores ligeramente superiores a HF.

En el sistema tradicional neocelandés, en el cual la pradera representa la base de la alimentación, se considera que se requerirán menos vacas con alto mérito genético (BW) para producir la misma cantidad de sólidos lácteos de una misma cantidad de pradera producida (Penno y Kolver, 2000). Es evidente que los costos a nivel predial disminuirán en la medida que se pueda producir la misma cantidad de sólidos por hectárea con un menor número de vacas. Estos autores también piensan que la suplementación puede hacerse más económica ya que estas vacas de alto valor BW hacen un mejor uso de estos alimentos, especialmente hacia el fin de la lactancia. Finalmente opinan que se requerirán cambios en sus sistemas de producción, tales como una baja en la carga animal, o un aumento en la cantidad de alimentos disponibles, para satisfacer las mayores demandas de la vaca de alto BW y para mantener sus parámetros reproductivos.

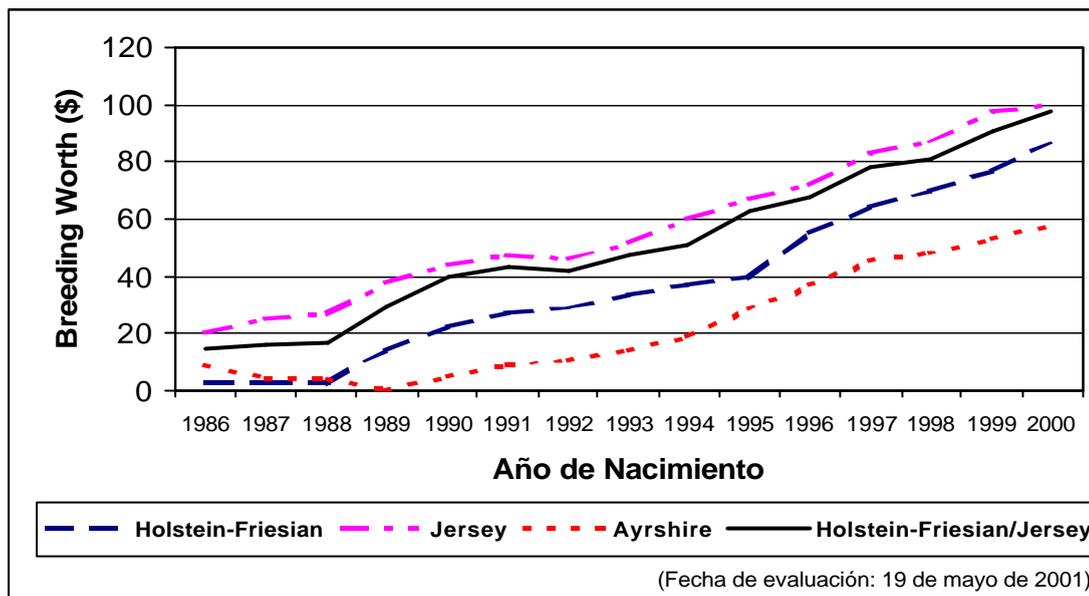


Figura 4. Tendencia genética en mérito genético (BW) para todas las vacas en 2000/01.

INFLUENCIA DE LA GENÉTICA EXTRANJERA

Nueva Zelanda ha utilizado mucha genética Holstein Friesian, sobre todo de Norte América y de Europa. En los últimos 10 años, un pequeño número de toros con ascendencia extranjera ha cambiado en forma significativa la composición genética del rebaño neocelandés. Se ha estimado que para el año 2002, el 50% de la genética Holstein Friesian que entra al rebaño nacional y más del 75% de la genética HF de los toros sería de ancestros extranjeros (Harris, comunicación personal a Penno y Kolver, 2000). Este origen genético ha sido ampliamente utilizado porque está asociado a altos índices BW para características productivas. Una tendencia similar es aparente en las vacas HFxJersey pero la proporción promedio de ésta genética en las vacas Jersey ha aumentado sólo en 1% (Harris y Winkenan, 2000, citados por Penno y Kolver, 2000).

Esta situación ha producido preocupación en Nueva Zelanda, dada la importancia de las praderas como alimento y su sistema estacional de producción. En un estudio realizado por Kolver (Penno y Kolver, 2001) se ha demostrado que vacas HF de genética extranjera (principalmente de EE UU) tienen lactancias más cortas, tiempos de ordeña más largos, caminan más lento, en pastoreo ganan peso con más dificultad durante la lactancia, terminan la lactancia en una condición corporal inferior y se preñan más difícilmente, al compararlas con HF neocelandesas. Esto a pesar de que todas las vacas del estudio tienen el mismo valor BW. Los autores Penno y Kolver (2000), concluyen que en el futuro cercano y en la medida que esta genética extranjera (no neocelandesa) se disemine más, las vaquillas tendrán una menor supervivencia en su sistema tradicional (basado en praderas, manejadas con altas cargas).

También se espera una mayor tasa de eliminación, mayores costos reproductivos y probablemente una lactancia más corta. Posiblemente se requiera también una mayor suplementación para poder aprovechar el mayor potencial productivo de estas vacas y para evitar problemas reproductivos. Los mismos autores concluyen que el HF neocelandés puro, es un genotipo muy valioso para la lechería basada en el uso intensivo de pasturas.

Uso generalizado de cruzamientos entre razas

El uso generalizado del cruzamiento, que permite capturar los efectos benéficos de la heterosis, está ejerciendo una gran y positiva influencia en el rebaño lechero neocelandés. Por ejemplo, la cruce de HF (extranjero) x Jersey produjo 15,8kg más de sólidos lácteos que la vaca promedio, tuvo un lapso parto-cubierta más corto que el promedio y tuvo mejores características reproductivas, evidenciadas por 70,4% de terneros de IA vs. 60,3% para la vaca promedio. También tuvo una mayor supervivencia hasta la quinta lactancia (74,4 versus. 56,1%) que el promedio de la población (datos de Harris y Winkleman, 2000, citados por Penno y Kolver, 2000). Estos autores concluyen que la cruce generalizada de HF, sea de origen neocelandés o con influencia extranjera, con Jersey puede aumentar significativamente la producción de sólidos lácteos, mejorar la reproducción y la supervivencia en sistemas pastorales de producción de leche.

En un estudio de simulación López-Villalobos *et al.* (2000), encontraron que las vacas cruzas (híbridas) eran más productivas y pueden ser económicamente más convenientes que las vacas puras. Los rebaños con F1 (HxJ) deberían considerarse como una opción importante para utilizar los beneficios de la heterosis. Sin embargo, los autores consideran que el desafío es establecer programas de cruzamiento que puedan mantenerse en el tiempo y que permitan utilizar al máximo los méritos de la F1. Estiman que programas de cruzamiento rotacionales (con 2 o 3 razas) sería la mejor opción para las lecherías comerciales en Nueva Zelanda. Esta práctica requiere el uso de cruzamientos controlados, lo que es posible en ese país dado el uso generalizado de la inseminación artificial. En su estudio estos autores demuestran claramente que la conveniencia relativa de las diversas razas y cruzas está muy influida por los precios relativos que se paguen por los sólidos lácteos y en menor grado, por la importancia económica de la carne en el negocio lechero. A su vez los precios relativos de la leche dependen de su destino industrial (Garrick y López-Villalobos, 2001).

Gran eficiencia en el uso de las praderas como alimento base

El éxito económico de la lechería neocelandesa se basa en la utilización de praderas muy productivas y en la capacidad de las vacas para cosechar directamente una alta proporción de la materia seca disponible; producto del manejo de pastoreo aplicado y en su capacidad para transformar este alimento en sólidos lácteos con máxima eficiencia.

Es sabido que la eficiencia de utilización de la pradera aumenta al aumentar la carga empleando vacas de alto mérito genético pero la eficiencia de la producción por vaca disminuye. El balance ("trade off") entre esta menor eficiencia por vaca y mayor eficiencia en el uso de la pradera (mayor % de cosecha) resulta en una producción de sólidos lácteos por hectárea que es insensible a cambios en la carga animal cerca del óptimo (Penno, 1999). En

Nueva Zelanda las ganancias se maximizan cuando la carga animal permite que el mínimo número de vacas produzca cerca del máximo de sólidos por hectárea.

La carga animal se describe actualmente en forma más precisa en términos de kilogramos de peso vivo por tonelada de materia seca (versus sólo el número de vacas/ha). Penno (1999), indica que en sus condiciones y sistemas productivos, la carga para optimizar la producción de sólidos lácteos por hectárea es alrededor de 105kg de peso vivo/ton de MS (Cuadro 6).

El peso vivo a utilizar es el peso de la vaca al inicio de la estación. La materia seca incluye toda la MS utilizable y no se considera aquella necesaria para la reposición, ya que los reemplazos generalmente se producen fuera del área lechera. Se ha sugerido que una medida de energía (e.g. Mcal de EM) podría ser una medición más precisa que sólo la MS.

Los neocelandeses han desarrollado toda una tecnología para facilitar la planificación del uso de las praderas a nivel predial. Esto incluye la evaluación permanente de la disponibilidad de forraje en el predio ("pasture cover"), la subdivisión del predio, el mejoramiento de los callejones interiores, de los métodos de pastoreo, el desarrollo de presupuestos forrajeros, el establecimiento de metas para las cantidades de forraje que es necesario mantener en el predio en distintas épocas del año, etc. (Mathews *et al.*, 1999).

Cuadro 6. Efecto de la raza y carga animal sobre la producción de sólidos lácteos por hectárea.

	Jersey			H Friesian		
Vacas/ha	3,6	4,4	4,5	3,9	3,2	4,0
kg PV/ha	1346	1640	1667	1456	1500	1815
kg PV/ton MS	84	103	104	91	94	113
Grasa, kg/vaca	198	169	163	211	201	153
Grasa, kg/ha	107	744	738	637	644	609
Proteína, kg/vaca	136	113	108	161	152	113
Proteína, kg/ha	486	496	489	486	486	458
Sólidos, kg/ha	1193	1240	1277	1123	1130	1067
Alimento consumido, t/ha	14,4	16,2	16,3	14,5	14,8	15,9

Fuente: Penno (1999) (datos originales de Bryant, no publicados). En negrita se indica el valor óptimo.

Uso de N como suplemento estratégico

La investigación ha demostrado que la fertilización nitrogenada es más eficiente cuando la dosis por aplicación varía entre 20 y 40kg N/ha (i.e. con una respuesta en producción estimada en 12kg MS/kg de N). Dosis más altas, i.e. sobre 40kg N/ha cada vez resultan en respuestas menores y a 100kg/ha solo se obtiene una respuesta de 7kg MS/kg N (Cameron, 1999). La respuesta depende también de la época de aplicación y de las condiciones de suelo, pradera y clima.

En general la mejor respuesta se obtiene en primavera, con una respuesta menor en otoño (Isla del sur). A menudo se recomienda una dosificación estratégica, es decir para disminuir déficit puntuales de alimento. Por ejemplo con una fertilización temprana se logra adelantar el inicio del crecimiento primaveral de la pradera; conceptualmente entonces la fertilización nitrogenada corresponde a una forma de “suplementar” las praderas.

La temperatura del suelo es crítica y si es muy baja (i.e. < 4° C en primavera o < de 7° C en otoño) no habrá respuesta. Como receta práctica se estima que una lluvia de 50mm en un suelo húmedo en primavera puede arrastrar el fertilizante nitrogenado a una profundidad de 100-150mm (dependiendo del suelo). Idealmente es mejor esperar una lluvia y luego fertilizar, para evitar que se pierda N por lixiviación. Cameron (1999), estima que hay una urgente necesidad de confirmar estas recomendaciones iniciales (para la Isla del Sur), basadas en ensayos con lisímetro realizados en la Universidad de Lincoln; se deberían estudiar dosis de fertilización y tiempos de aplicación en los suelos más típicos usados en producción de leche en la Isla del Sur.

Suplementación con diversas fuentes de energía

Las lecherías más eficientes ya producen grandes cantidades de MS/ha de pradera. Para seguir aumentando la productividad se hace necesario suplementar. Se han obtenido respuestas del orden de 60 a 100g de sólidos lácteos por kg de MS (0,75 a 1,25L de leche) cuando se ha suplementado con forrajes en sistemas apropiados que permiten capturar el efecto residual de la suplementación. Las mayores respuestas (75 a 100g de sólidos/kg de MS ó 0,95 a 1,25L de leche, empleando un valor promedio de 8% de “sólidos totales”) se han obtenido cuando se usan suplementos para aumentar la producción por lactancia (sin cambiar la carga animal), i.e. alargando la lactancia. Las respuestas son menores (50 a 75g de sólidos/kg de MS) cuando se usan para aumentar el número de vacas ordeñadas por predio (Penno y Kolver, 2000).

Cuadro 7. Efecto de distintos tipos de suplementos energéticos en un experimento en “farmlet” (más 200 kg N/ha/año).

	Suplemento aportado				
	Ninguno	Ninguno	Grano maíz	Ensilaje maíz	Concentrado balanceado
Vacas/ha	3,35	4,41	4,41	4,41	4,41
Suplemento:					
kg MS/vaca	0	0	1.043	1.134	1.224
kg MS/ha	0	0	4.600	5.000	5.400
Lactancia (días)	293	243	284	287	288
Sólidos (kg/vaca)	387	301	394	385	388
Leche (L/vaca) ¹	4.838	3.763	4.925	4.813	4.850
Sólidos (kg/ha)	1.296	1.327	1.739	1.699	1.710
Leche (L/ha) ¹	16.200	16.588	21.738	21.238	21.375

¹ Estimación (sólidos x 12,5, suponiendo 8% de “sólidos lácteos”).

Holmes (2001), (referencia original Penno. Dairy Farming Annual 1997, p 50).

Se observa que la suplementación y el incremento de carga aumentó la producción de sólidos lácteos entre 403 y 443kg/ha (5.038 y 5.538L), con una pequeña ventaja para el grano de maíz.

Algunos indicadores claves de desempeño

Investigadores neocelandeses se están preocupando en identificar indicadores claves del desempeño de las lecherías (abreviados en inglés como KPI, o Key Performance Indicators). Estos se usan como guías para orientar a los productores en sus procesos productivos. Un resumen preparado por Kidd (2000), se presenta en el Cuadro 8 por su interés para los productores del sur de Chile.

En el Cuadro 8 se observa que en el sistema neocelandés de producción de leche existe una serie de indicadores de desempeño que afectan eventualmente tanto la producción como el éxito económico de las explotaciones. Así es evidente que indicadores claves son la carga animal, observándose que la lechería N° 2, empleada como modelo, tiene una carga más alta expresada ya sea en vacas/ha o en kg de peso vivo por tonelada de alimento utilizada.

Otros indicadores son la producción por vaca y por hectárea, destacándose de nuevo la lechería N° 2. Se observa también que la lechería modelo es más eficiente en su planificación ya que internamente produce toda la suplementación necesaria, Al menos en parte esto se explica por la mayor superficie que dedica a la producción de ensilajes y heno. Finalmente, el número de días en lactancia hasta el 31 de diciembre son un indicador importante porque representa la producción antes de entrar a un período de ausencia de lluvias.

Además se observa que el 25% de los mejores productores se acercan en los diferentes indicadores a la lechería modelo N°2. Por otra parte el 25% de los productores menos eficientes tienen los peores indicadores, lo que eventualmente se refleja también en sus indicadores económicos; en este caso el así llamado Excedente Económico Predial (EFS en inglés) muy usado en Nueva Zelandia como un índice útil de la capacidad de un predio lechero para producir ganancias que permitan una expansión del negocio o el financiamiento del servicio de créditos utilizados para crecer o mejorar aspectos específicos de una lechería.

Cuadro 8. Indicadores claves de desempeño (KPI), con valores para el promedio de un grupo de productores, para el 25% mejor, el 25% peor y para la lechería N° 2 del DRC (1997/1998).

KPI	Promedio	25% mejor	25% peor	Lechería N°2
Carga animal, vacas/ha	2.87	2.98	2.8	3.34
Carga animal, kg PV/ton MS	82	85	78	108
“Sólidos”, kg/vaca	294	316	279	340
“Sólidos”, kg/ha	831	932	756	1.139
Disponibilidad de alimento (ton MS/ha)	15.6	15.7	15.6	15.7
Necesidades de alimento (ton MS/ha)	13.0	14.1	12.4	15.6
kg de MS/ton de “sólidos”	18.7	16.8	20.6	13.8
% del predio usado para ensilajes	16	18	19	43
Suplementos producidos (kg MS/ha)	447	555	562	804
Suplementos adquiridos (kg MS/ha)	470	510	591	0
Fertilización nitrogenada (kg N/año)	61	66	49	200
Días en lactancia al 31 de diciembre	139	144	No disponible	160
Excedente económico predial (\$NZ/ha)	554	1151	(103)	1.879

Los suplementos comprados no incluyen la alimentación de las vaquillas que pastorean fuera del área lechera. La producción de las praderas prediales (excluida la lechería N° 2) se estimó en 14,5ton de MS/ha/año, que corresponde a la de la lechería N° 2 (DRC), sin fertilización nitrogenada.

El excedente económico predial (EFS) corresponde al ingreso bruto menos a los costos variables del predio y un ajuste por el costo de la administración y la depreciación.

RESUMEN

La lechería neocelandesa tiene muchos aspectos que pueden adaptarse en forma directa a la lechería del sur de Chile. También en sus sistemas de producción se identifican aspectos que deberían ser estudiados experimentalmente en Chile, entre los que destacan identificar las ventajas potenciales de los sistemas de cruzamiento entre razas y la tecnología de la producción de leche en base a praderas pero con el uso de suplementación estratégica. También es de alto interés, la identificación de indicadores claves de desempeño que permitan evaluar predios y establecer metas de desarrollo. Hay que reconocer, por último, que el sistema neocelandés tiene también dificultades importantes y diferencias significativas con nuestros sistemas de producción.

Aspectos de mayor interés

- La estructura, totalmente coordinada e integrada de la industria y el gran desarrollo de organizaciones cooperativas.
- La capacidad de producir leche a bajo costo, en base fundamentalmente a praderas permanentes que se pastorean en forma directa (con bajos costos de alimentación, de alojamiento, de dispersión de los efluentes, etc.) y una gran producción por persona.
- El gran apoyo a la producción de leche, con un enfoque país y la participación masiva en el financiamiento de la investigación necesaria por parte de los productores, que son propietarios de las organizaciones cooperativas.
- Apoyo en el mejoramiento genético (LIC), en los métodos de producción y estudio constante de mejoras en productividad (DRC y actualmente Dexel), en el estudio de la diversificación de los productos lácteos, para ampliar cada vez más el número de productos lácteos elaborados (Dairy Research Institute), lo que facilita la exportación; y en la implementación de un sistema (organización) que asegura una presencia mundial para la comercialización de productos lácteos (Fonterra).
- Los métodos implementados para asegurar el “recambio” de los agricultores lecheros (“share milking system”), un sistema de medierías progresivas (Holmes, 2001).
- La gran habilidad para producir forraje con praderas permanentes y para utilizarlas como alimento (i.e. el manejo del pastoreo). La metodología neocelandesa desarrollada a través de muchos años de experiencia, podría ser de gran interés en el sur de Chile.
- El mejoramiento de nuestras capacidades en la producción y manejo de praderas debería ser una meta importante para productores, empleados y asesores chilenos.
- La alta calidad genética de sus animales y la alta capacidad para mejorarla continuamente con un enfoque que permite evaluar los animales en el método de producción usado predominantemente en el país, es de gran interés como fuente potencial más masiva de germoplasma para las lecherías del sur de Chile.
- Lo mismo es válido para el material vegetal (i.e. especies y cultivares de especies forrajeras y cultivos suplementarios).
- El tipo de animal utilizado (tamaño pequeño, produce menor daño por pisoteo, tiene alta capacidad para pastorear y caminar, con alta velocidad de ordeño, buena calidad composicional de la leche, buena longevidad, buena fertilidad, etc.), está en concordancia con los sistemas productivos.
- El uso generalizado de programas de cruzamiento entre razas (parece importante estudiar, por medio de técnicas de simulación, posibles aplicaciones de esta metodología en Chile).
- El hecho de que las vacas no se alimenten de acuerdo a sus requerimientos preocupa a investigadores neocelandeses (Kolver, 2000).
- El mayor uso de suplementación, incluyendo la fertilización nitrogenada estratégica, está complicando el sistema original basado principalmente en pastoreo directo, incluso con mínima conservación de forrajes. Sin embargo, esta reciente experimentación es de interés para Chile, ya que representa posiblemente el sistema que un número importante de agricultores deberá utilizar (i.e. alta eficiencia en el uso de las praderas permanentes, combinada con una suplementación estratégica con forrajes y/o concentrados).
- Finalmente, el enfoque experimental utilizando grandes unidades de investigación o sistemas cerrados (mini-lecherías o farmlets) es de gran interés para los investigadores en

producción de leche en el sur de Chile y sus posibles ventajas en nuestro medio deberían ser críticamente analizadas.

Dificultades importantes del sistema de producción neocelandés.

- La completa dependencia de los precios internacionales de los productos lácteos (lo que, sin embargo, se ha tratado de suavizar vía la integración vertical de la industria, aumentando su tamaño y presencia en muchos países y aumentando grandemente el número de productos lácteos elaborados).
- La gran variabilidad entre años en la producción de leche (por su alta dependencia de las praderas y por lo tanto del clima) así como en los ingresos (debido a lo anterior y a la dependencia de los fluctuantes precios internacionales de los productos lácteos, particularmente de las “commodities”).
- La producción estacional crea ineficiencias en el uso de las capacidades de las plantas lecheras (Anexo 2, que muestra la alta estacionalidad del procesamiento).
- La alta dependencia de la producción de leche en las praderas está asociada a lactancias cortas, (con tendencia a disminuir, Verker *et al.*, 2000) por la necesidad de secar vacas debido a la falta de forrajes en el verano; lo que también resulta en bajas producciones por vaca (no aprovechando su potencial de producción). Esto se está constituyendo en un problema al aumentar el mérito genético de las vacas, pero se está tratando de solucionar vía el uso de suplementaciones estratégicas.
- El aumento en el potencial productivo de las vacas está asociado a un deterioro de los parámetros reproductivos (e.g. anestro prolongado), lo que se atribuye (Verker *et al.*, 2000) a una alimentación insuficiente al inicio de la lactancia. El aumento sostenido del tamaño de los rebaños también contribuye a estresar las vacas, especialmente las de menor edad y a crear dificultades de manejo para la detección de celos y cubiertas. Estos problemas se están tratando de solucionar vía mejoramiento genético en el largo plazo y en el mediano plazo a través del uso de la heterosis. (Verker *et al.*, 2000).
- El bienestar animal es otro problema potencialmente importante desde la perspectiva exportadora (i.e. expectativas de exigencias crecientes de los compradores). En el sistema neocelandés se detectan muchos problemas en ese sentido (Burton, 2001). Por ejemplo la práctica de inducción del parto, la matanza de terneros muy jóvenes (el 46% o 1.250.000 terneros de la lechería se sacrifican anualmente como “bobby calves”, MAFF s/f), la práctica de cortar la punta de la cola (“tail docking”), los problemas de cojera, etc., son parte de la metodología empleada hasta ahora que está siendo cuestionada para mejorar la “imagen verde” de la lechería neocelandesa.

Diferencias importantes con la lechería del sur de Chile.

- La importancia relativa de la lechería para la economía de Nueva Zelanda es mucho mayor que en Chile y eso se refleja, seguramente, en una mucho mayor voluntad política e interés del país en la actividad.
- Los propios productores en Nueva Zelanda son los que ejecutan la mayor parte de las labores del campo, con alta motivación y buena formación técnica.
- El tamaño de las lecherías (número de vacas por predio), en general son mucho mayores que en Chile y las más pequeñas al igual que en Chile y en otros países, tienden a disminuir.

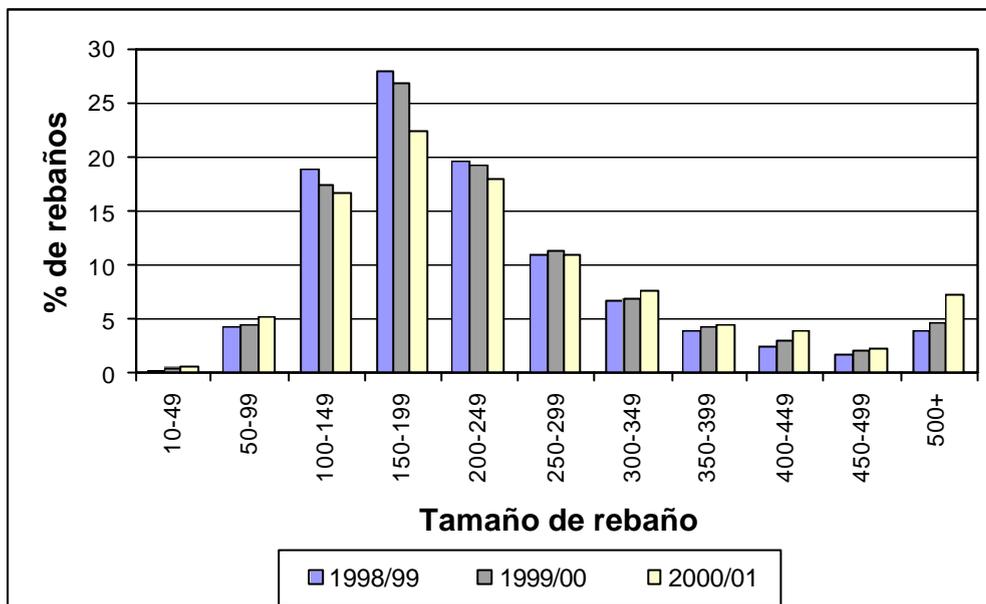
- El gran apoyo de parte de las organizaciones de productores a la investigación innovativa y la excelente organización del programa de mejoramiento genético de la ganadería lechera.
- Las diferencias edafoclimáticas que favorecen a Nueva Zelanda, significarían pequeñas ventajas en la capacidad de producción y de utilización de las praderas (e.g. por exceso de lluvias invernales en el sur de Chile).
- La producción de carne vía vacas lecheras de desecho y de terneros de lechería es menor en Nueva Zelanda que en Chile (Anexo 4). Este es un punto que merece mayor estudio y que requiere, entre otras cosas, poder establecer cuál es el potencial cárneo de los novillos de origen neocelandés según su origen racial.
- Finalmente, en forma creciente la producción de leche se ha especializado, externalizándose labores de ensilaje, aplicación de fertilizantes y encaladura e incluso actividades como la cría y recría de animales de reemplazo. Esta es una diferencia importante pero también constituye una idea que merece ser analizada para eventual uso en Chile.

LITERATURA CITADA

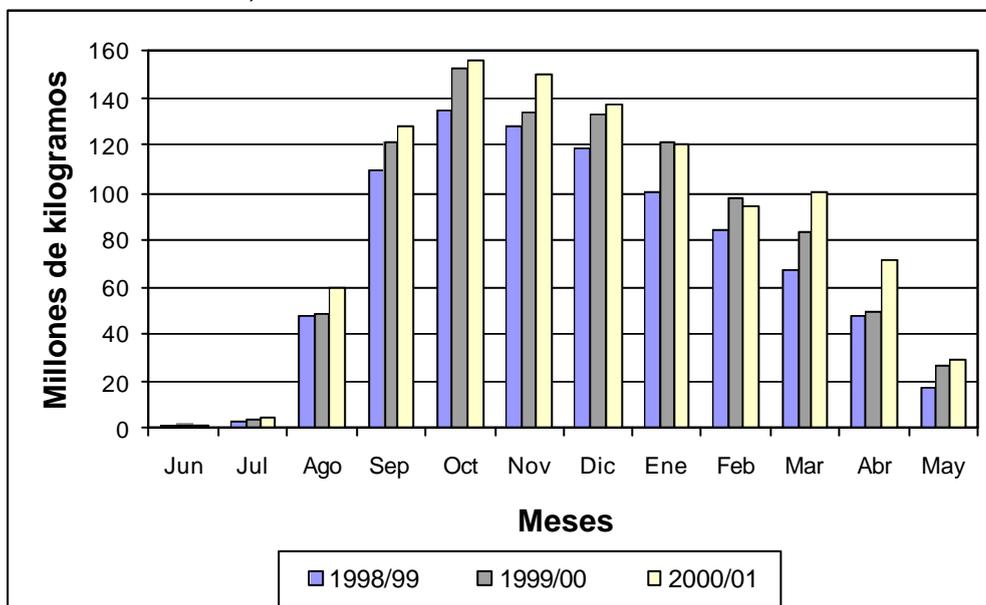
- BURTON, L. 2001. Animal health and welfare: market requirements in the future. En: Ruakura Dairy Farmers' Conference. p 44-47.
- CAMERON, K. 1999. Nitrogen what is appropriate?. En: Proceedings of the South Island Dairy Event. p 97- 105.
- CLARK, D. 1999. Research relevant to the south island – a scientist's view point. En : Proceedings of the South Island Dairy Event. p 4-13.
- GARRICK, D.J., et al. 2001. Recent pre- and post- farm gate developments in the New Zealand Dairy Industry. Adv. En: Dairy Technology, 13: 369-378.
- GARRICK, D.J. y N. LOPEZ-VILLALOBOS. 2001. Opportunities for genetic selection to increase milk quality. Adv. Dairy Technology 13:187-195
- HOLMES, C.W. 2001. Low cost production of milk from pastures: an outline of dairy production systems in New Zealand.
- KIDD, J. 2000. Options for increasing profitability. En: Ruakura Dairy Farmers Conference. (p 66- 85)
- KOLVER, E. 2000. Nutrition guidelines for the high producing dairy cows. En: Ruakura Dairy Farmers Conference. (p 17- 28)
- LATRILLE, L. 1995. Principales tendencias en los métodos de producción de leche bovina. En: (L. Latrille, editor), Producción Animal 1995, p 83-98.
- LOPEZ-VILLALOBOS, N., et al. 2000. Profitability of some mating systems for dairy herds in New Zealand. Journal of Dairy Science, 83:144-153.
- LTO Nederland. S/f. International price reviews. <http://www.milkprices.nl/>
- LIC.2002. Dairy Statistics 2000-2001. (http://www.lic.co.nz/pdf/dairy_stats/dairy_stats_2002.pdf)
- MAFF (s/f) . <http://www.maf.govt.nz/mafnet/articles-man/qkstat97/qksta102.htm#E10E1>
- MATHEWS, P.N.P. *et al.* 1999. Management of grazing systems. En: New Zealand Pasture and Crop Science. (J. White and J. Hodgson, eds) :Oxford University Press. pp 153-174.
- PENNO, J, 1999. Stocking rate for optimum profit. En: Proceedings of the South Island Dairy Event. p 25-43.
- PENNO, J. and ERIC KOLVER. 2000. Future farm systems. En: Ruakura Dairy Farmer's Conference. p 3-13.

- PENNO, J. 2001. Changing farm systems in response to current market signals. En: Ruakura Dairy Farmer`s Conference. p 1-8.
- USDA- Fas on line. 2002. Dairy production and trade development.
<http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2002/02-07Dairy/dairyprd.html#Summary>
- VERKER, G., et al. 2000. Management for sustainable reproduction. En: Ruakura Dairy Farmer`s Conference. p 53-65.

Anexo 1. Distribución de los rebaños lecheros por tamaño de la lechería (últimas 3 temporadas) (LIC, 2002).



Anexo 2. Distribución en el curso de un año del procesamiento de productos lácteos (sólidos totales).



Anexo 3. Datos productivos por regiones, incluyendo la Isla Sur (2000/2001). Según LIC (2002) el dato de días en leche (producción) refleja más precisamente la longitud de la lactancia al usar información de productores estacionales.

	Leche (L)	Grasa (kg)	Grasa (%)	Proteína (kg)	Proteína (%)	Células somáticas (cel/ml*1000)	Días en leche (Predios controlados)	Días en leche (producción)
Northland	3.555	161	4,53	126	3,53	202	226	291
Auckland	3.561	166	4,66	127	3,56	180	227	272
Bahía Plenty /Costa Este	3.719	167	4,50	130	3,50	216	224	267
Taranaki	3.444	174	5,10	130	3,78	199	224	259
Wellington/ BahíaHawkes	3.775	175	4,65	135	3,58	211	224	275
Isla Sur	4.190	191	4,54	151	3,57	118	221	244
Nueva Zelandia	3.706	173	4,68	134	3,59	196	224	268

Anexo 4. Importancia económica relativa (ingreso bruto y neto por vaca y por ha.) de la producción de leche y de carne en Nueva Zelandia (Lopez-Villalobos *et al.*, 2000)¹.

	Razas Puras			Rotación de 2 o 3 razas			
	H	J	A	HJ	HA	JA	HJA
Ingresos y costos por vaca							
Ingreso por leche, NZ\$/año	993	920	929	992	980	956	987
Ingreso por carne, NZ\$/año	82	54	66	63	73	57	63
Ingreso bruto, NZ\$/año	1.082	979	1.001	1.061	1.060	1.019	1.056
Costos de prod., NZ\$/año	917	829	872	868	889	848	868
Ingreso neto, NZ\$/año	165	150	129	193	171	171	189
Ingresos y costos por hectárea							
Ingreso por leche, NZ\$/año	2.392	2.629	2.436	2.591	2.471	2.599	2.578
Ingreso por carne, NZ\$/año	198	153	173	164	184	155	164
Ingreso bruto, NZ\$/año	2.607	2.799	2.626	2.772	2.671	2.772	2.760
Costos de prod., NZ\$/año	2.209	2.369	2.288	2.267	2.241	2.305	2.267
Ingreso neto, NZ\$/año	398	430	338	505	430	466	493

¹ H = Holstein Friesian, J = Jersey, A = Ayrshire.

El Ministerio de Agricultura Nueva Zelandia (MAFF) estima que las 3,2 millones de vacas de lechería producen 2,7 millones de terneros al año. De ellos el 28% se usan como reemplazos, el 46% se sacrifica como terneros de días ("bobby calves") y el 26% (700.000 terneros) se retienen para la producción de carne. El número de terneros provenientes de la lechería usados en producción de carne ha disminuido debido a bajas en los precios y aumento en los costos de crianza. Finalmente, se sacrifican al año alrededor de 600.000 vacas, la mitad de ellas proviene de la lechería.

MEJORANDO EL NEGOCIO LECHERO

Enseñanzas de una crisis

Marcelo Ponce V.
Ingeniero Agrónomo M. Sc.
INIA Remehue, Osorno.

Patricio Santibáñez M.
Ingeniero Agrónomo
CER Los Lagos, Frutillar.

1. INTRODUCCIÓN

El sector lechero nacional fue afectado por las turbulencias derivadas de la economía global y particularmente por la depresión del mercado mundial de lácteos. Lo anterior evidenció la fragilidad del sector en un contexto de mercado abierto y es sin duda un precedente fundamental, al momento de evaluar el desempeño de las empresas productoras de leche y el planteamiento de estrategias que busquen su consolidación económica. De hecho, el descenso de los precios cancelados a productor en el año 2002 significó el evento más negativo de la última década, situación que configuró una real prueba de fuego a la competitividad de la lechería nacional.

La diferente sensibilidad frente al precio de la leche de los distintos sistemas de producción que coexisten en el país cobró importancia, a tal punto que muchas de las unidades más intensivas no pudieron continuar en el negocio o bien, quedaron trabajando con márgenes negativos. Por otra parte, los sistemas pastoriles que aún no han logrado consolidarse y que presentan problemas persistentes de productividad, acusaron importantes caídas en su eficiencia económica, llegando en muchas ocasiones a una rentabilidad negativa. La mayor capacidad de los sistemas pastoriles para resistir los efectos de una coyuntura de bajos precios ha quedado en evidencia aunque se debe admitir que ello no es una condición que asegure su sustentación comercial.

Dado que no es posible tener seguridad en el pronóstico de los escenarios de largo plazo resulta indispensable reconocer y superar, las debilidades que persisten en las empresas lecheras y que se hicieron más evidentes en la última temporada. En consecuencia, la revisión integral de los sistemas productivos resulta de la mayor relevancia para corregir o mejorar aspectos que sean determinantes para enfrentar exitosamente una nueva depresión en el valor de la leche. Sólo ello nos permitirá dar mayor garantía al futuro de este sector de la economía en el sur de Chile.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la situación de los sistemas lecheros a pastoreo, en la perspectiva de los resultados del año 2002 y la posibilidad de que eventos como el ocurrido puedan repetirse en el futuro.

2. ANÁLISIS DE CONTEXTO

Antes de iniciar el análisis más detallado es conveniente exponer alguna información que permita comprender la trayectoria que viene exhibiendo el sector lechero nacional.

Inicialmente la lechería chilena estuvo enfocada a la sustitución de importaciones, aspecto que la sometía principalmente a los efectos de la oferta y demanda interna. En términos generales, en la medida que la demanda de lácteos aumentaba y se requería mayor producción interna, los precios a productor registraron sus niveles más altos.

Figura 1. Evolución del precio pagado a productor (\$/L) en la Décima Región.

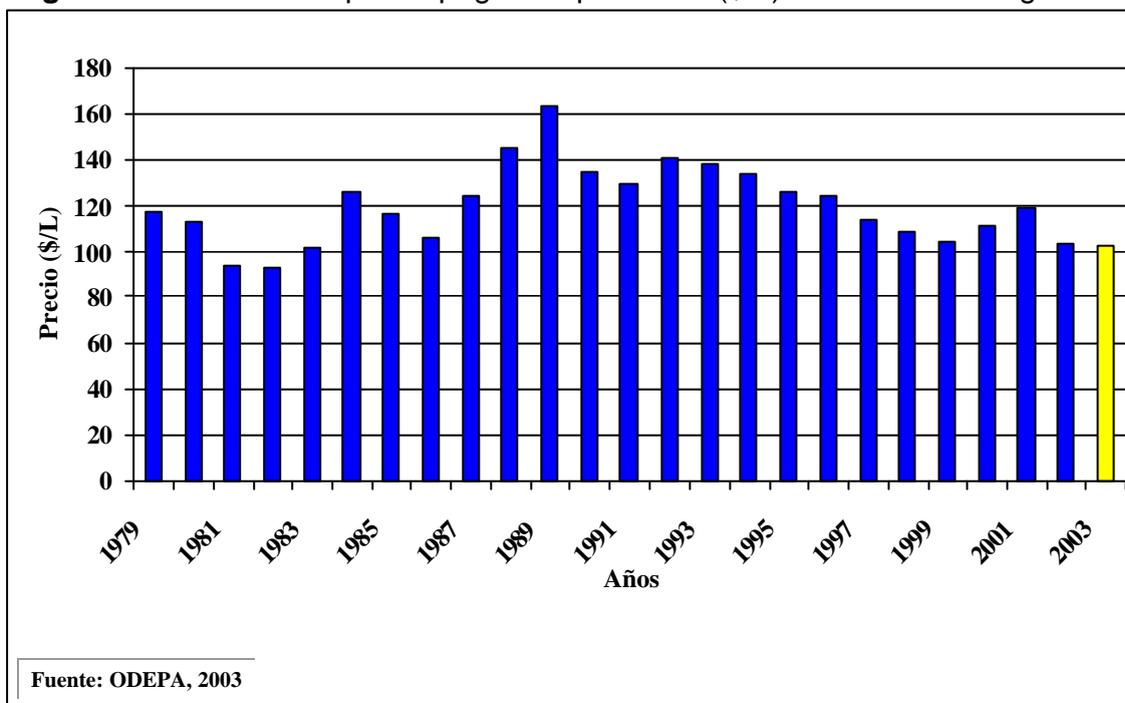


Figura 1. Evolución del precio pagado a productor (\$/L) en la Décima Región.

Lo anterior fue cambiando a medida que el modelo económico del país se consolidaba y a su vez se reforzaba la apertura comercial. A esto último se suma el alcance de un excedente exportable originado a partir de un fuerte y mantenido crecimiento de la producción nacional. La conjunción de estos factores actuaron como enlace de la lechería nacional hacia un contexto global, induciendo en consecuencia la estrecha relación del precio interno con el registrado en el mercado internacional, especialmente, en los países vecinos como Argentina y Uruguay, de donde provienen principalmente nuestras importaciones de lácteos.

Dado que el contexto de mercado cambió para la lechería chilena, desde una visión exclusivamente acotada al mercado doméstico a una de carácter global, el análisis de los factores de productividad, costos de producción y competitividad en general, alcanzan mayor notoriedad. Esto hace indispensable crear capacidades que nos permitan competir en el mercado externo, con la finalidad de retirar los excedentes de producción del mercado nacional y no afectar los precios a productor.

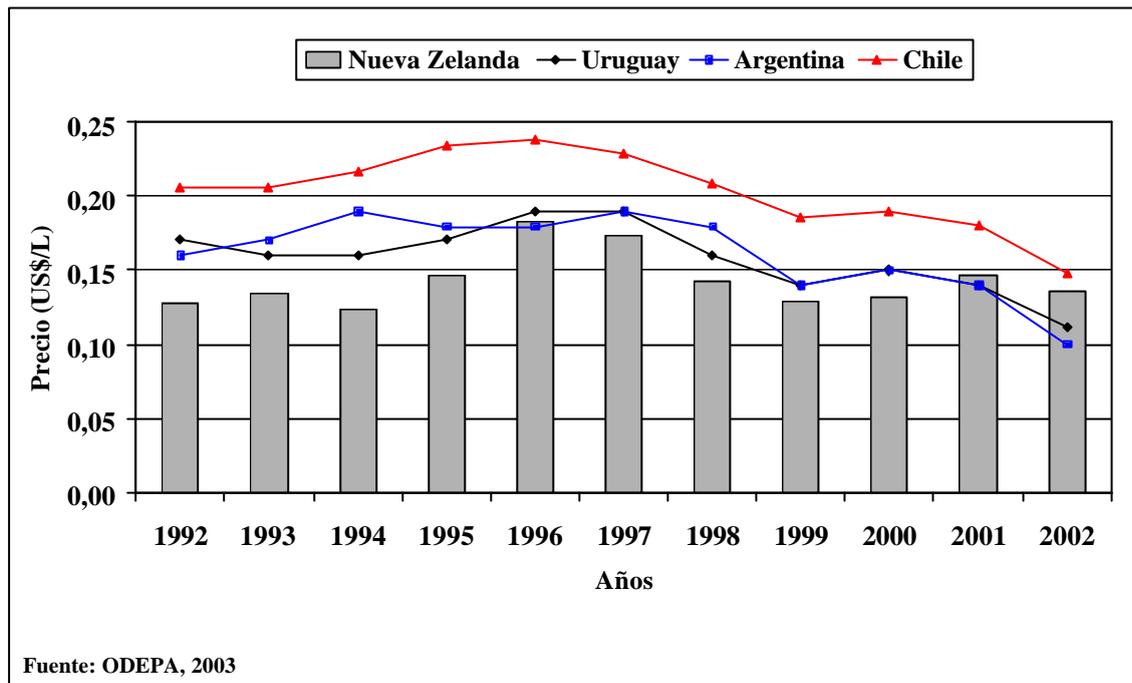


Figura 2. Precios a productor (US\$/L) en países competidores

No cabe duda del potencial que presenta la lechería de nuestro país y en especial aquella de tipo pastoril ubicada en la zona sur, sin embargo, del análisis comparativo de algunos indicadores se desprenden conclusiones que deben ser consideradas, al momento de pensar en nuestra capacidad para posicionarnos ventajosamente en el mercado externo. De hecho, aunque la unidad productiva básica sea la pradera y nos hallamos abocado largo tiempo a ella, no hemos alcanzado un nivel que refleje su real potencial productivo y que sustente adecuados índices de producción lechera por unidad de superficie. Esto se demuestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis técnico comparativo entre Nueva Zelanda y Chile.

Parámetro	Nueva Zelanda (1)		Chile (2)	
	Promedio	10% Top	Promedio	10% Top
Superficie Efectiva (ha)	90	100	82	78
Nª Vacas (cab)	231	293	133	133
Carga Animal (vacas/ha)	2,5	2,9	1,6	1,7
Prod . por vaca (lt/vaca masa)	3.625	4.025	3.840	5.028
Prod . por hectárea (lt/ha)	9.330	11.850	6.189	8.504
Fertilidad del Suelo (ppm P-Olsen)	37	42	10 - 15 ?	> 15 ?

Fuente: Marcelo Ponce a partir de (1) ANASAC - FIA, 2002 y (2) CER Los Lagos, 2003

Cabe destacar que las cargas animales expuestas en este cuadro no son del todo comparables debido a que los niveles de suplementación de las vacas son distintos, siendo más altos en el caso chileno.

No obstante lo anterior, es una realidad el avance en el ámbito del mejoramiento de praderas, siendo la inversión privada, el incentivo estatal a través del Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD) y la capacidad técnica nacional, sus protagonistas. De todas formas, es necesario señalar que el mejoramiento de las praderas es un proceso de largo plazo, existiendo aún una importante brecha entre los niveles actuales y el rendimiento potencial, considerando los niveles originales de fertilidad del suelo, las limitaciones propias del programa SIRSD y el nivel que se debería alcanzar, especialmente en lo que a fertilidad general se refiere.

En la Figura 3 se muestra una estimación del rendimiento de las praderas permanentes a partir de la variable de concentración de fósforo disponible en el suelo (n= 89 unidades experimentales). La curva de estimación se estabiliza con 37 ppm (P Olsen) en 0-10 cm, cifra similar al antecedente de Nueva Zelanda expuesto en el Cuadro 1, alcanzando un rendimiento de 14,4 ton MS/ha/año. Lo anterior representa la respuesta biológica y a partir de ella los niveles económicamente óptimos se estimaron, sobre la base del beneficio marginal, en 32 ppm para los sistemas lecheros y 26 ppm para los sistemas de producción de carne.

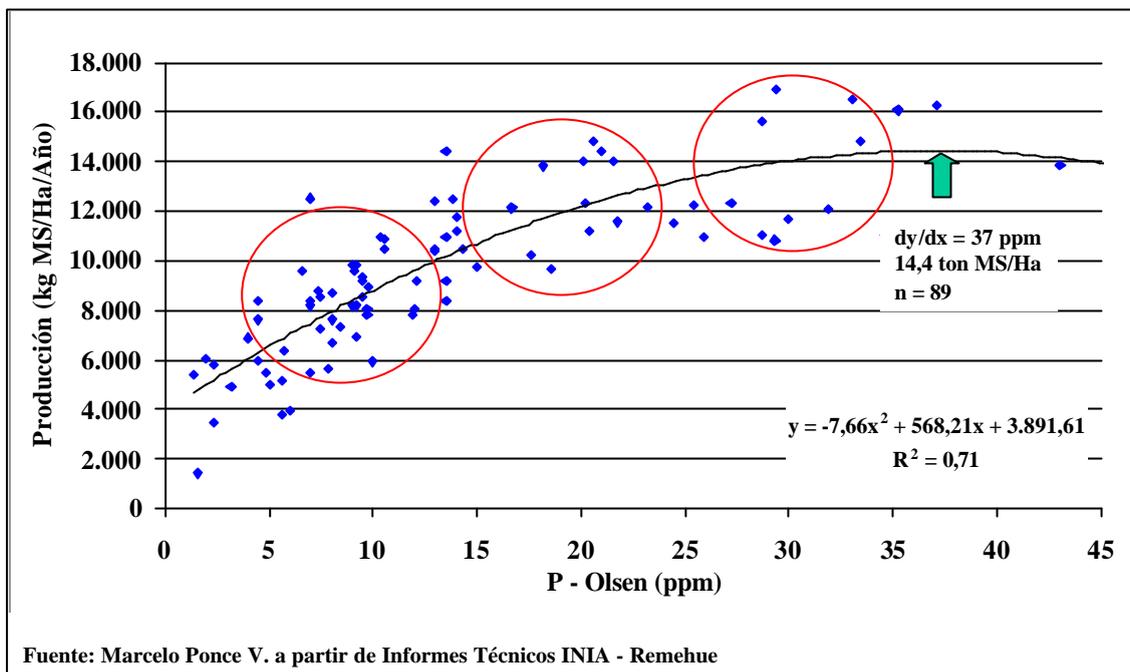


Figura 3. Estimación de la producción forrajera (kg MS/ha/año) en praderas permanentes a partir del nivel de fósforo en el suelo (P Olsen en 0-10cm).

Si bien la fertilidad del suelo es un elemento estructural en los sistemas ganaderos del sur de Chile, existen otros aspectos que deben ser considerados como parte del mejoramiento productivo; tales como el manejo del pastoreo, la planificación forrajera y la alimentación del ganado.

En materia de aprovechamiento de forrajes en pastoreo sólo existen esfuerzos individuales y aislados requiriéndose de iniciativas que generen más información y transferencia tecnológica, con el objetivo de solucionar los problemas técnicos asociados a la eficiencia de utilización del pastoreo con vacas lecheras y masificar las prácticas adecuadas.

Otro factor relevante tiene relación con la alimentación suplementaria del ganado como estrategia para el incremento de la productividad animal. En este tema no se observa la claridad necesaria a nivel del productor promedio como para responder adecuadamente a los cambios en el precio de la leche, de los concentrados y a las variaciones climáticas, factores importantes en la definición del nivel de adición de concentrados en las dietas. Es así como la suplementación con alimentos concentrados no es aún una estrategia consolidada, lo que queda en evidencia por la gran variabilidad en el rendimiento por vaca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Importancia relativa de los factores que explican las diferencias en el resultado económico los de sistemas lecheros en la Décima Región.

VARIABLE	INGLATERRA ^{/1}	CHILE (X° R.) ^{/2}
CARGA ANIMAL	59%	25%
RENDIMIENTO/VACA	35%	48%
PRECIO DE LA LECHE	3%	2%
COSTOS DE PRODUCCION	3%	25%

^{/1} J.M. Wilkinson, 1984

^{/2} M. Ponce y H. Uribe a (2001) partir de Estudios de Casos

3. ANÁLISIS DE CASOS

A continuación se presenta el análisis de las variables relevantes basados en el estudio de 70 predios lecheros ubicados principalmente en la provincia de Llanquihue, durante el ejercicio 2002, con el objetivo de disponer de cifras para la su discusión y análisis.

Los datos se han clasificado por estrato de productor según volumen de suministro de leche a planta (S1<300.000; S2=300.000 a 500.000; S3=500.000 a 700.000; S4>700.000 L/año) y dentro de cada categoría o estrato se ordenaron según "ranking" de rentabilidad, presentándose los valores para el promedio, el 20% superior y el 20% inferior.

La producción de leche por hectárea debería ser el indicador técnico fundamental al evaluarse sistemas lecheros a pastoreo, dada la importancia relativa del suelo entre los recursos de producción. En este sentido la mayor dotación de ganado por unidad de superficie combinada con el rendimiento lechero por vaca, este último ajustado a la estrategia productiva de cada predio, son el soporte de la productividad lechera.

La Figura 4 muestra los resultados en el año 2002 destacándose el incremento de la productividad del suelo a medida que aumenta el tamaño de las unidades lecheras. También resulta interesante que los mejores resultados económicos, determinados por la rentabilidad neta, concuerdan con los mayores niveles de producción de leche por hectárea.

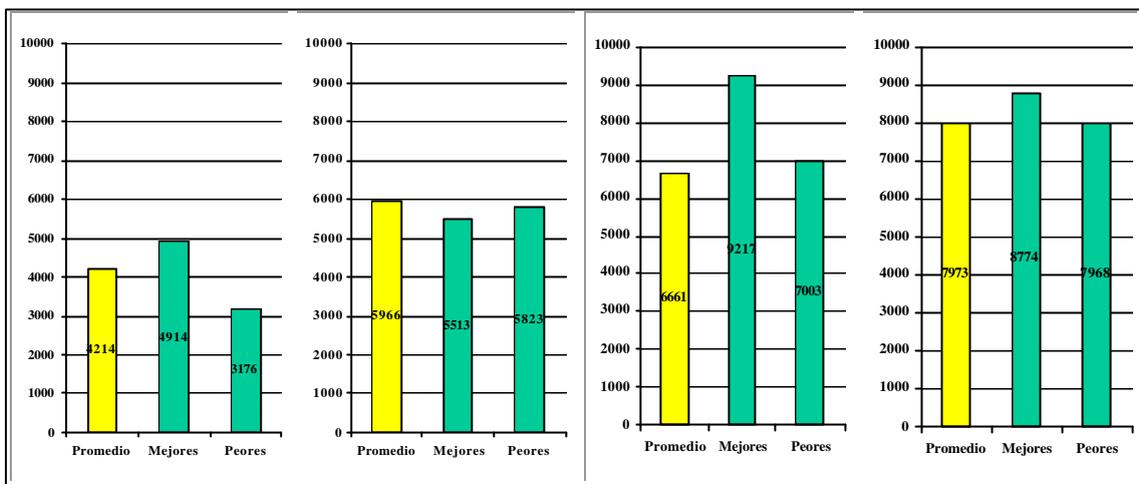


Figura 4. Producción de leche por hectárea (L) por estrato, base 70 lecherías ordenadas por resultado económico 2002. Estratos: S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/año.

La rentabilidad neta, como indicador de eficiencia económica, nos enfrenta a la realidad de la empresa lechera en el año 2002. Los mayores porcentajes de rentabilidad se registraron en empresas ubicadas en el estrato más bajo (S1<300.000 L/año) y más alto (S4>700.000 L/año), siendo compleja la situación para los estratos S2 y S3 (Figura 5). El estrato S4 presentó los mejores resultados promedios además de la menor dispersión para el parámetro (indicador de riesgo). En general, la posibilidad de rentabilizar los activos no se alinea al tamaño de la empresa lo que plantea un importante desafío para todos quienes presentaron resultados poco satisfactorios, independientemente del volumen de venta de leche.

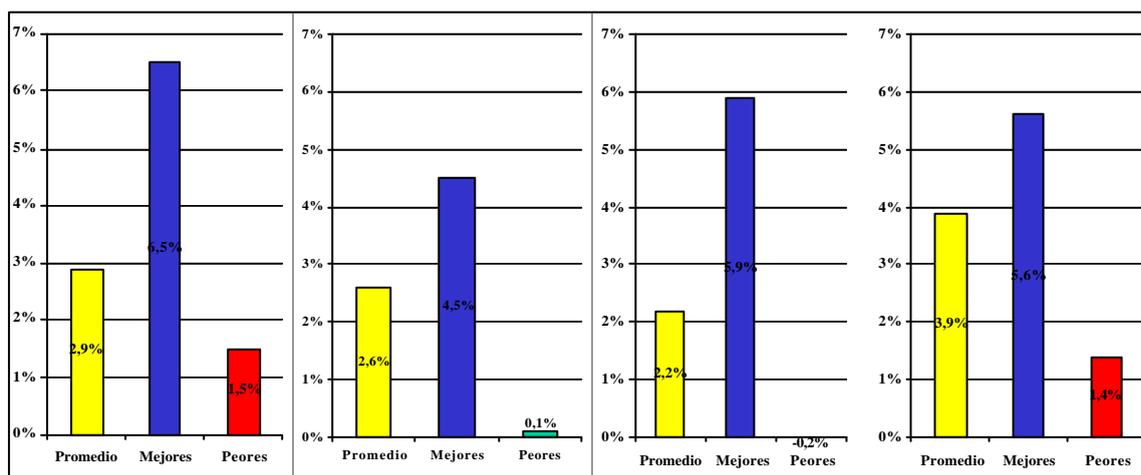


Figura 5. Rentabilidad neta de las empresas por estrato, base 70 lecherías ordenadas por resultado económico 2002. Estratos: S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/Año.

Probablemente el indicador más comentado en el mundo lechero sea el costo de producción del litro de leche, el cual nos orienta sobre el grado de competitividad del proceso productivo en términos comerciales. Siendo consistente con el análisis teórico de los costos fijos, los productores de mayor volumen de venta logran diluir algunos ítems como reposición, mano de obra, sanidad animal, mantención de infraestructura, inseminación artificial y depreciación. Pero al mismo tiempo, son los productores de mayor volumen los que gastan comparativamente más en alimentación animal (Figura 6).

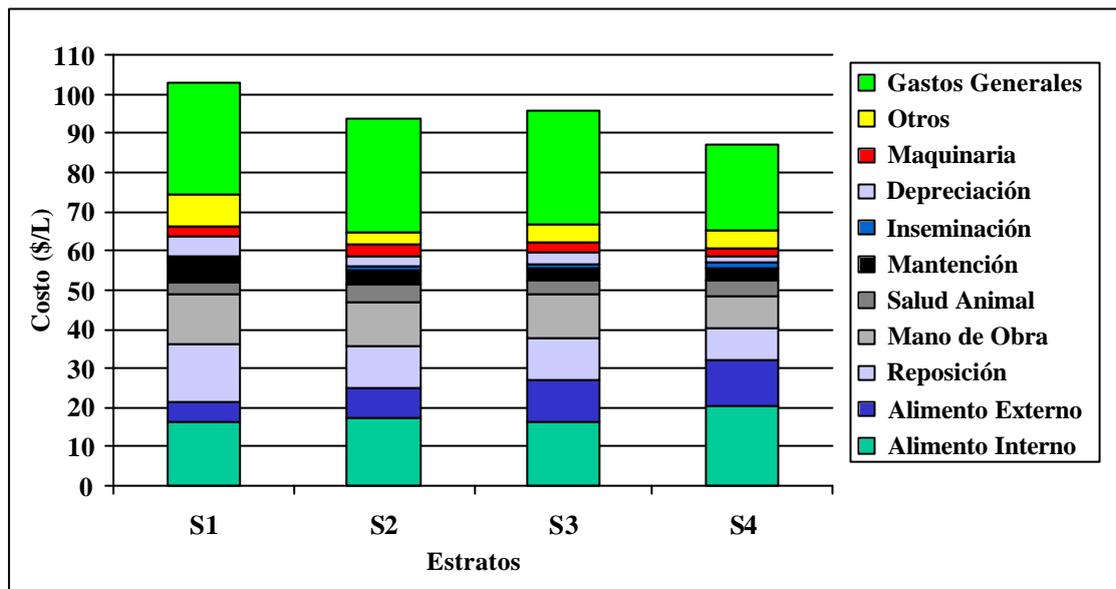


Figura 6. Estructura del costo de producción de leche (\$/L), base 70 lecherías en el ejercicio 2002. Estratos: S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/año).

En adelante se analizarán los costos de producción por ítem con la finalidad de exponer un análisis comparativo para los casos estudiados. En la Figura 7 se observa que el gasto asociado al ítem alimentación es significativamente mayor para los estratos de productores de mayor volumen de venta de leche.

Al enfrentar un período de crisis económica es esperable la contracción en el gasto en alimentación externa, constituido principalmente por los alimentos concentrados. No obstante, los mejores resultados económicos están asociados a un mayor gasto por concepto de alimentación externa. Esto es válido, tanto para el promedio por estrato como para los mejores resultados en cada categoría. Lo último resulta consistente con el concepto teórico de que la suplementación estratégica es una condición básica para sustentar una alta productividad lechera, un adecuado desempeño reproductivo del ganado y también, como la vía de disminución del costo unitario.

De hecho, si se contrasta el costo total del litro de leche se concluye que el menor costo unitario está asociado a un mayor nivel de gasto en alimentación externa. Esto permite dar mayor argumento a la recomendación de suplementar el ganado lechero dentro de una estrategia para sostener la producción durante las épocas críticas tanto de las praderas, como del animal, que tiene sus mayores requerimientos en el postparto temprano.

Mención especial tiene la alimentación interna, donde no se observan diferencias significativas, aunque muchas veces se confunden los gastos corrientes, como por ejemplo la fertilización de mantención de praderas, con inversiones como puede ser la siembra de praderas y la corrección de la fertilidad del suelo.

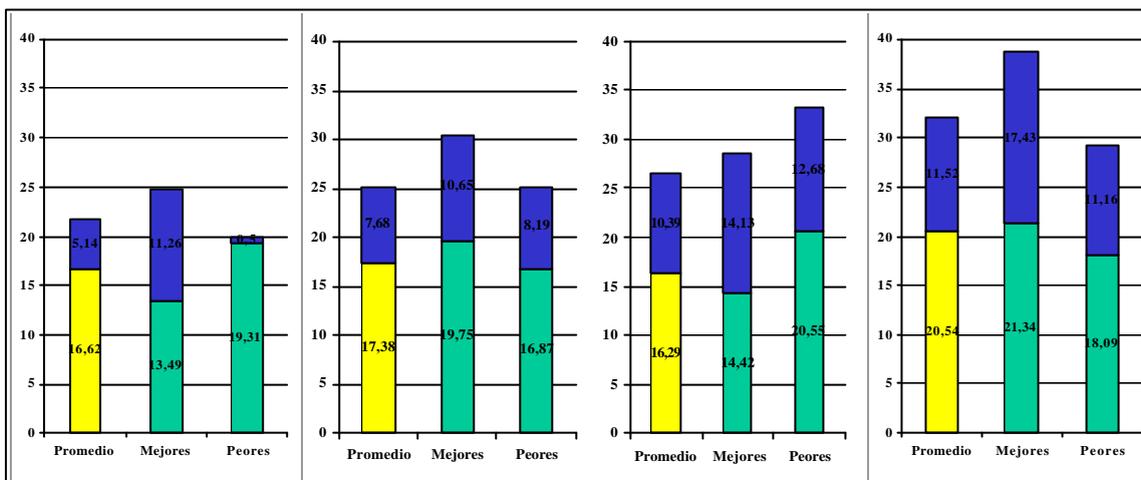


Figura 7. Alimentación interna y externa (\$/L) por estrato, base 70 lecherías ordenadas por resultado económico 2002. Estratos: S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/año)

En el ítem de reposición se relacionan tres factores técnicos: la tasa de reposición de vacas (eliminación), el eventual crecimiento de la masa de vacas (en este caso debiera corresponder a inversión y no gasto corriente) y el costo de producción de las vaquillas de reemplazo.

En la Figura 8 se exponen los costos asociados a la reposición de hembras en las 70 empresas analizadas, concluyéndose que el costo por litro de leche por concepto de reposición disminuye en la medida que el tamaño de la empresa lechera aumenta y por lo tanto, los mejores resultados económicos están asociados a menores costos vinculados a la reposición de ganado.

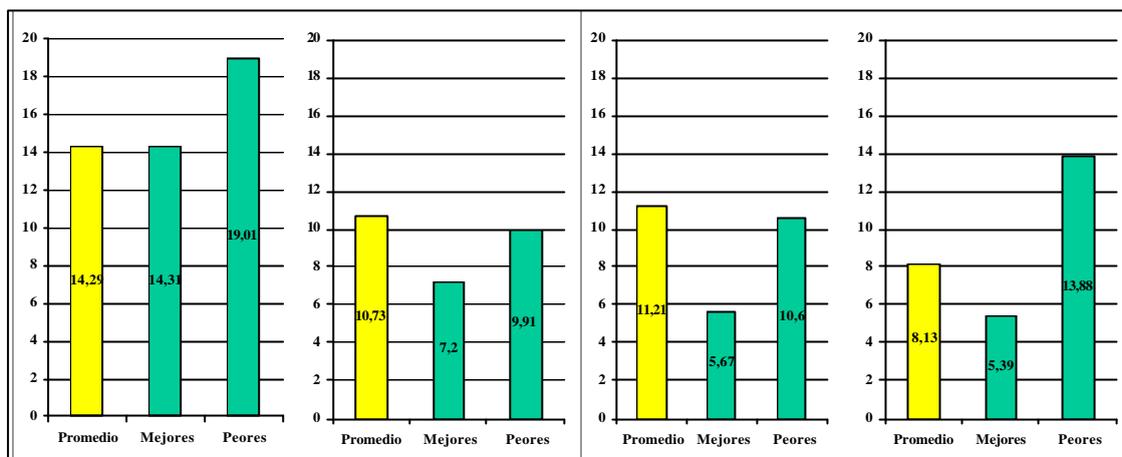


Figura 8. Costo de reposición (\$/L) por estrato, base 70 lecherías ordenadas por su resultado económico 2002. Estratos: S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/año.

En el grupo de costos vinculados a la mano de obra se debe considerar el incremento de las remuneraciones registrado en la última década, lo que se relaciona con el salario mínimo, como se expone en la Figura 9.

Este factor acusa una evolución clara a partir de fines de la década de los ochenta y su origen se vincula al crecimiento económico del país y el cumplimiento de metas sociales. De esta forma, la recuperación de la tasa de aumento de los salarios estará ligada al desempeño futuro de la economía nacional, la que se vislumbra positivamente en el horizonte de mediano plazo.

Esta es una situación que los empresarios lecheros deben considerar de máxima importancia; pues afecta de manera directa los costos de producción y además, en la medida que el crecimiento económico del país se recupere y por ende dicho parámetro siga elevándose, éste puede transformarse en un problema mucho mayor.

Como medidas de mitigación de esta situación aparecen: la racionalización de las operaciones intraprediales, la implementación de herramientas de control, la capacitación, los incentivos o participaciones al personal y la agregación de tecnologías sustituidoras de mano de obra.

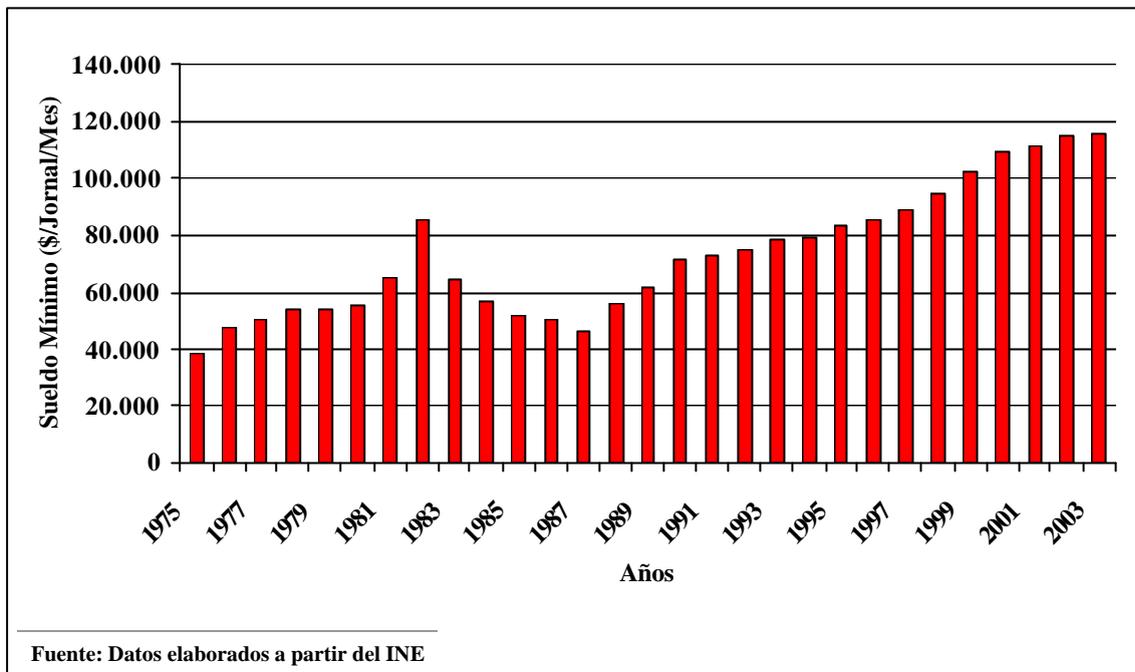


Figura 9. Evolución del sueldo mínimo mensual (\$/Jornal/mes). Serie 1975–2003 (en \$ de Junio de 2003).

Dentro del análisis de casos se destaca el mayor costo promedio por este concepto en aquellas explotaciones pertenecientes al grupo S1 (<300.000 L/año) y la gran dispersión entre los grupos extremos de cada categoría, ordenados por rentabilidad, especialmente en los estratos S1 y S2 (Figura 10). En estos últimos grupos urge la revisión comparativa y ajuste de los procesos de producción. Tal como se mostraba en otras variables de importancia, el costo asociado a la mano de obra desciende en las explotaciones de mayor tamaño por efecto de una mayor productividad, factor crucial para el control esta variable.

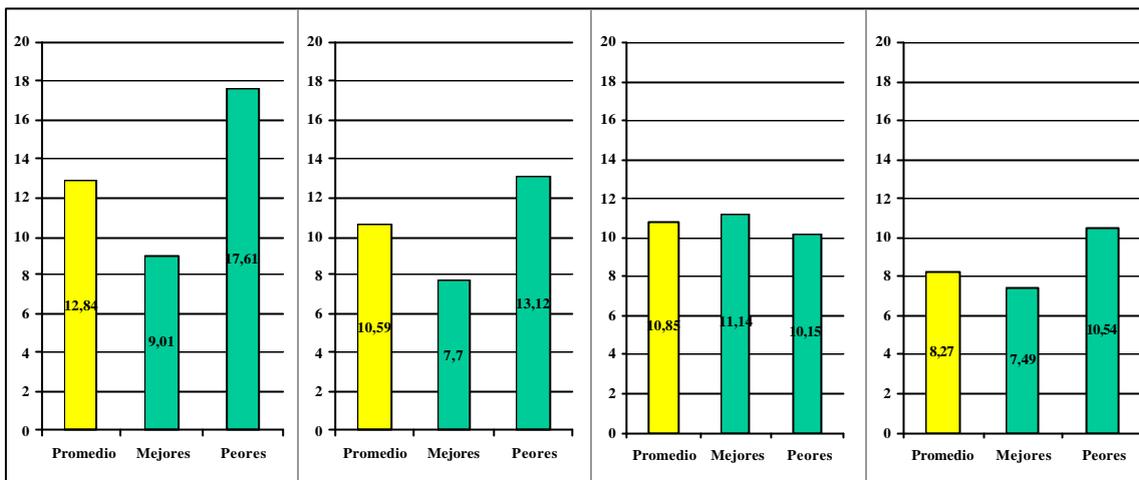


Figura 10. Costo de la mano de obra (\$/L), base 70 lecherías ordenadas por resultado económico 2002. Estratos: S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/año.

Como se señaló anteriormente el costo por litro de leche para la variable mano de obra es directamente dependiente del nivel de productividad de la misma. En la Figura 11 quedan en evidencia estas diferencias destacándose el rendimiento de los recursos humanos en el estrato S4.

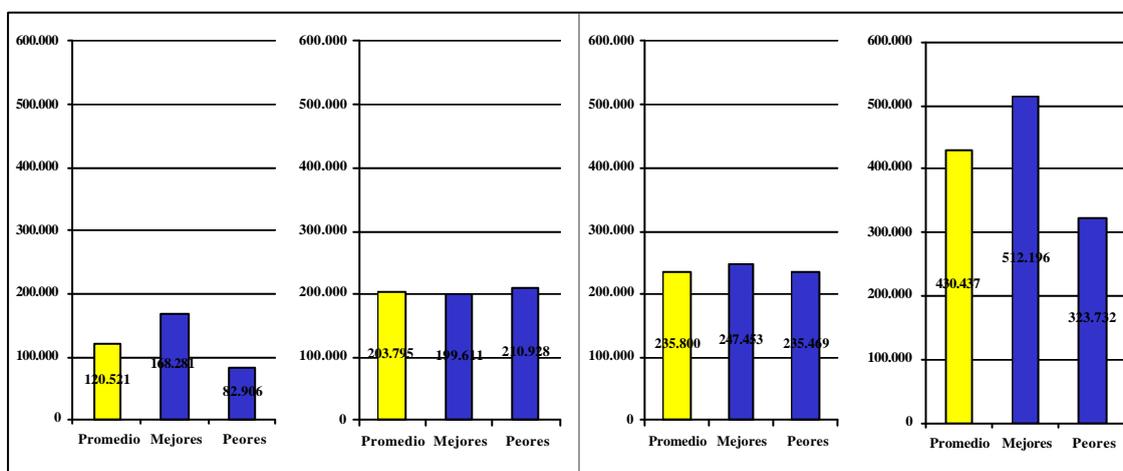


Figura 11. Productividad de la mano de obra (L/Jornal lechería/año), base 70 lecherías ordenadas por resultado económico 2002. Estratos S1<300.000; S2=300.000-500.000; S3=500.000-700.000; S4>700.000 L/año.

4. CONSIDERACIONES FINALES

1. El sector lechero chileno presentó cierto grado de fragilidad en el contexto de un mercado abierto y deprimido, lo que demanda una revisión exhaustiva de los sistemas de producción y gestión predial. En el análisis comparativo aún se registran diferencias importantes en los indicadores de productividad respecto de países competidores.
2. Del presente análisis se concluye que el tamaño de las unidades lecheras no condiciona significativamente su eficiencia económica, aunque los grupos intermedios (S2 y S3) presentan una situación más compleja. El origen de ello es difícil de precisar pero probablemente la relación de productividad sobre su activo fijo (infraestructura, maquinarias y vacas masa) sea la más desmejorada en relación a los estratos S1 y S4. Por otra parte, el grupo S4 es posible que alcance algún nivel de economía de escala, aunque es difícil de confirmar.
3. Si bien la eficiencia económica no se ve mayormente afectada por el tamaño de la explotación (volumen anual de venta de leche), los indicadores de retiro del empresario y las utilidades sí son limitadas por el volumen anual de venta de leche.
4. La productividad del suelo, determinada a través del índice de producción de leche por hectárea, presenta diferencias significativas entre los estratos y guarda relación con el costo unitario de producción de leche, lo que resulta determinante como factor de competitividad. Para elevar este indicador son fundamentales la carga animal y la producción por vaca, siendo entonces determinantes el mejoramiento de praderas y la suplementación del ganado lechero.
5. En comparación con el caso Neozelandés la situación de las lecherías analizadas acusa la existencia de cargas animales bajas, a pesar que en las lecherías del sur de Chile existe una mayor suplementación que sus similares de Nueva Zelandia. Ello origina que las cargas animales no siempre estén alineadas con la productividad de las praderas. Sobre esto último se hace necesario reafirmar que los criterios de suplementación se someten a consideraciones técnicas y económicas y están directamente relacionadas al precio de la leche, el período de lactancia y la oferta de forraje. En el análisis de casos se asoció un nivel de suplementación superior en aquellos predios que presentaron los mejores resultados económicos para cada estrato.
6. Tanto la participación del ítem de mano de obra en la estructura de costos del litro de leche, como el aumento histórico del salario mínimo, hacen urgente la necesidad de revisar el desempeño de los recursos humanos en los sistemas lecheros. El análisis de casos indica que existe una relación estrecha entre la productividad de la mano de obra y la participación de este componente dentro de la estructura de costos. Asimismo, en la medida que las explotaciones lecheras aumentan en tamaño existe una tendencia a disminuir el costo unitario asociado a la mano de obra. El problema de sobrecosto es más agudo en los estratos S1, S2 y S3 lo que sugiere la necesidad de racionalizar aquellas operaciones que graven de manera excesiva el ítem.
7. En general, el análisis de casos expuso menores costos asociados a este ítem para los mejores resultados económicos por estrato, lo que evidencia la necesidad de estudiar la tasa de eliminación de vacas y los tamaños de las unidades de cría de vaquillas desarrolladas en cada predio, con el objetivo de no sobredimensionarlas y así no aumentar innecesariamente los costos. Cabe destacar que en el modelo lechero del país todavía no se diferencian las empresas lecheras propiamente tales de aquellas generadoras de reposición, como existe en países como Nueva Zelandia.

5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CUSSEN, M. R. 2002. Factores claves en la competitividad de la producción lechera en Nueva Zelanda y Australia. En: Seminario Gestión Lechera en Chile y Argentina. Perspectivas y costos de producción. Todo Agro S. A., Fundación Chile. Osorno, Chile.
- OSAN, O. 2002. Análisis de los costos de producción de leche en Argentina. En: Seminario Gestión Lechera en Chile y Argentina. Perspectivas y costos de producción. Todo Agro S. A., Fundación Chile. Osorno, Chile.
- ODEPA, 2003. Indicadores Agroeconómicos. www.odepa.gob.cl
- PONCE, M. 2001. Respuesta económica en el mejoramiento de praderas permanentes. En: Seminario Praderas "Hacia un nuevo estilo productivo". Opazo, L.; Torres, A. y Siebald, E. (Editores.). Serie Actas N°9. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile 2001. 63-67 pp.
- PONCE, M. 2001. Respuesta económica a la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. Serie Informativos N°31. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile.
- PONCE, M. 2001. Resultados económicos en explotaciones lecheras de la Xª Región. Serie Informativos N°30. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile.
- PONCE, M. y BALOCCHI, O. 2001. Manejo de pastoreo de vacas lecheras. Serie Informativos N°28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile.

PROYECCIONES DEL RUBRO LECHERO

Información estadística básica

Francisco Lanuza A.¹ y Hugo Bidegain P.²

¹ Med. Vet. Dr. med.vet. INIA-Remehue

² Med. Vet. Instituto Producción Animal
Universidad Austral de Chile, Valdivia.

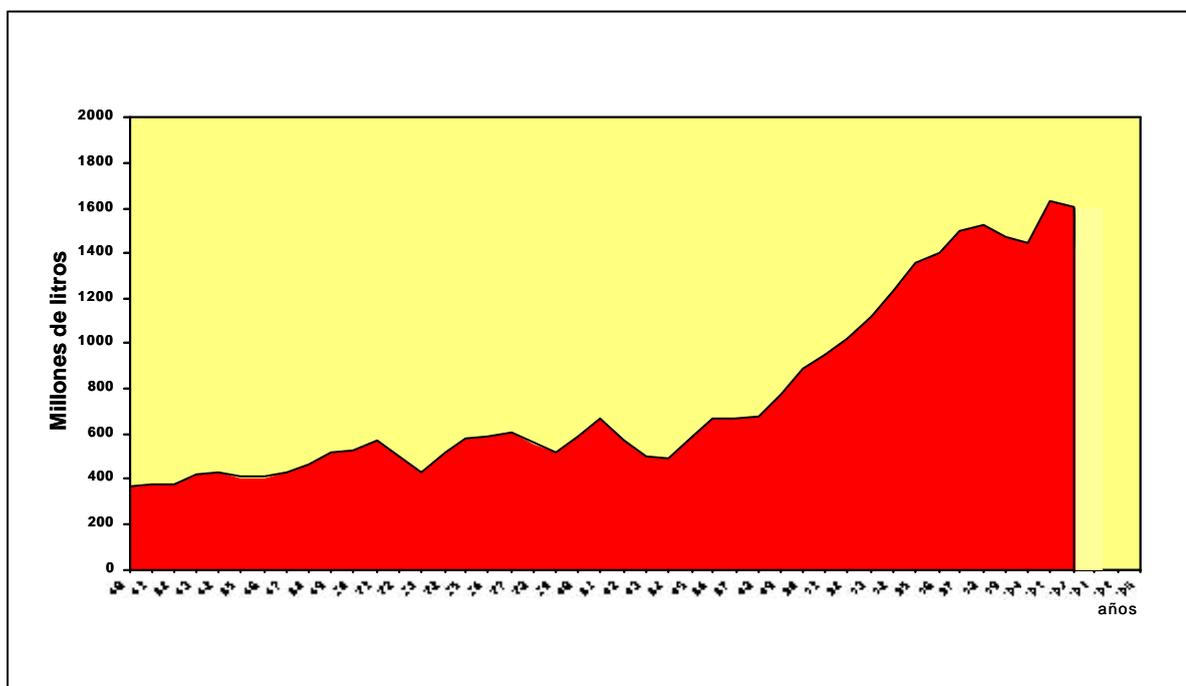
1. INTRODUCCIÓN

El sector lácteo chileno comprende cuatro grandes subsectores que constituyen la cadena agroalimentaria: la producción de la materia prima, la industrial que elabora los productos lácteos, la comercialización de ellos y el consumidor, que representa el mercado. En cada uno de estos eslabones existen relaciones de dependencia con factores bioclimáticos, bioeconómicos y sociales que lo hacen muy complejo de analizar.

Para enfrentar este cometido, se ha considerado necesario recurrir a la información estadística existente relacionada con el sector lácteo, que elaboran regularmente diferentes instituciones nacionales, ODEPA, INE, e internacionales como FAO y también a trabajos específicos publicados por varios autores y organizaciones.

2. RECEPCIÓN DE LECHE Y ELABORACIÓN DE LÁCTEOS

La evolución de la recepción de leche desde la década de los sesenta se presenta en la Figura 1.



Fuente: Elaborado en base ODEPA, 2003.

Figura 1. Evolución de la recepción nacional de leche bovina en planta 1960-2002.

Cuadro 1. Recepción de leche por decenio.

Año	LECHE POR DECENIOS (millones de litros)			
	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
1	380	572	663	947
2	376	500	567	1.021
3	420	430	502	1.121
4	430	520	491	1.235
5	410	580	588	1.347
6	410	590	666	1.406
7	430	607	667	1.497
8	460	558	681	1.530
9	520	519	770	1.470
10	525	592	890	1.447
TOTAL	4.361	5.468	6.485	13.021
PROM	436	547	649	1.302

Fuente: ODEPA, 2003.

La información de recepción de leche y elaboración de productos lácteos en plantas lecheras de las últimas dos temporadas, se observa en el Cuadro 2.

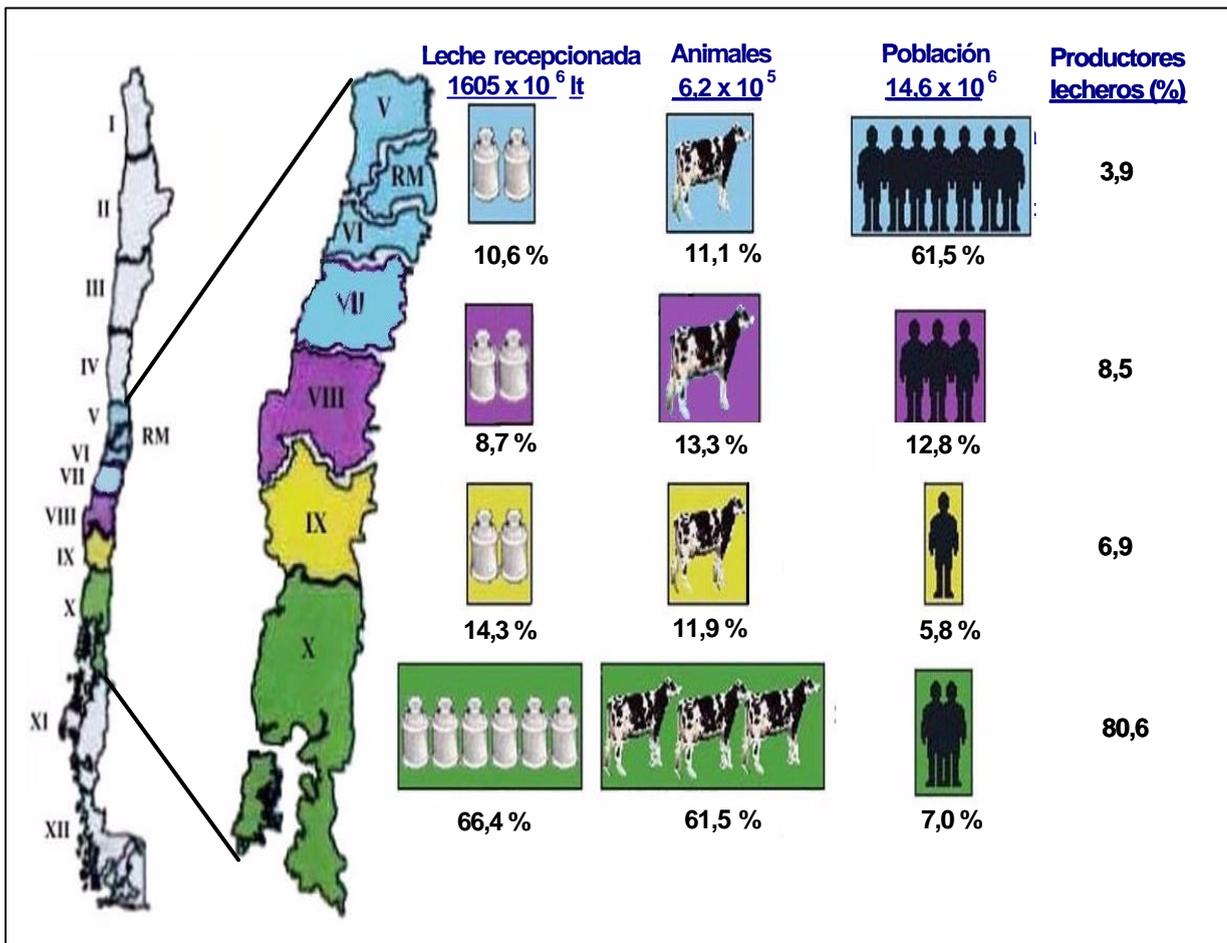
Cuadro 2. Recepción de leche y elaboración de productos lácteos en plantas lecheras.

Producto	Unidades	Enero-Diciembre		% Variación 2002/2001
		2001	2002	
Recepción de leche	L	1.636.461.297	1.605.391.798	-1,9
Elaboración de leche fluída	L	291.268.257	295.909.345	1,6
Leche pasteurizada 3,0% M.G.	L	2.330.562	10.830.423	364,7
Leche pasteurizada 2,5% M.G.	L	18.216.695	18.353.290	0,7
Leche pasteurizada descremada	L	30.510	777.552	2448,5
Leche esterilizada con sabor	L	55.225.010	55.599.581	0,7
Leche esterilizada descremada	L	33.335.876	33.126.580	-0,6
Leche esterilizada	L	182.129.604	177.221.919	-2,7
Elaboración leche en polvo	Kg	71.463.856	67.709.599	-5,3
Leche en polvo 26% M.G.	kg	59.514.164	56.224.175	-5,5
Leche en polvo 18% M.G.	kg	31.778	411.855	1196,0
Leche en polvo 12% M.G.	kg	2.674.080	1.887.785	-29,4
Leche en polvo descremada	kg	9.243.834	9.185.784	-0,6
Quesillos	kg	7.150.433	7.479.974	4,6
Quesos	kg	50.416.509	53.074.751	5,3
Yogourt	L	95.249.538	127.057.261	33,4
Crema	kg	17.544.062	17.631.470	0,5
Mantequilla	kg	11.836.134	11.551.232	-2,4
Suero en polvo	kg	15.783.682	14.285.559	-9,5
Leche condensada	kg	25.418.149	24.190.214	-4,8
Manjar	kg	24.139.771	26.105.067	8,1

Leche modificada	kg	3.293.470	1.484.270	-54,9
Leche evaporada	kg	1.003.430	93.180	-90,7

Fuente: Elaborado por ODEPA en base a antecedentes proporcionados por las Plantas Lecheras

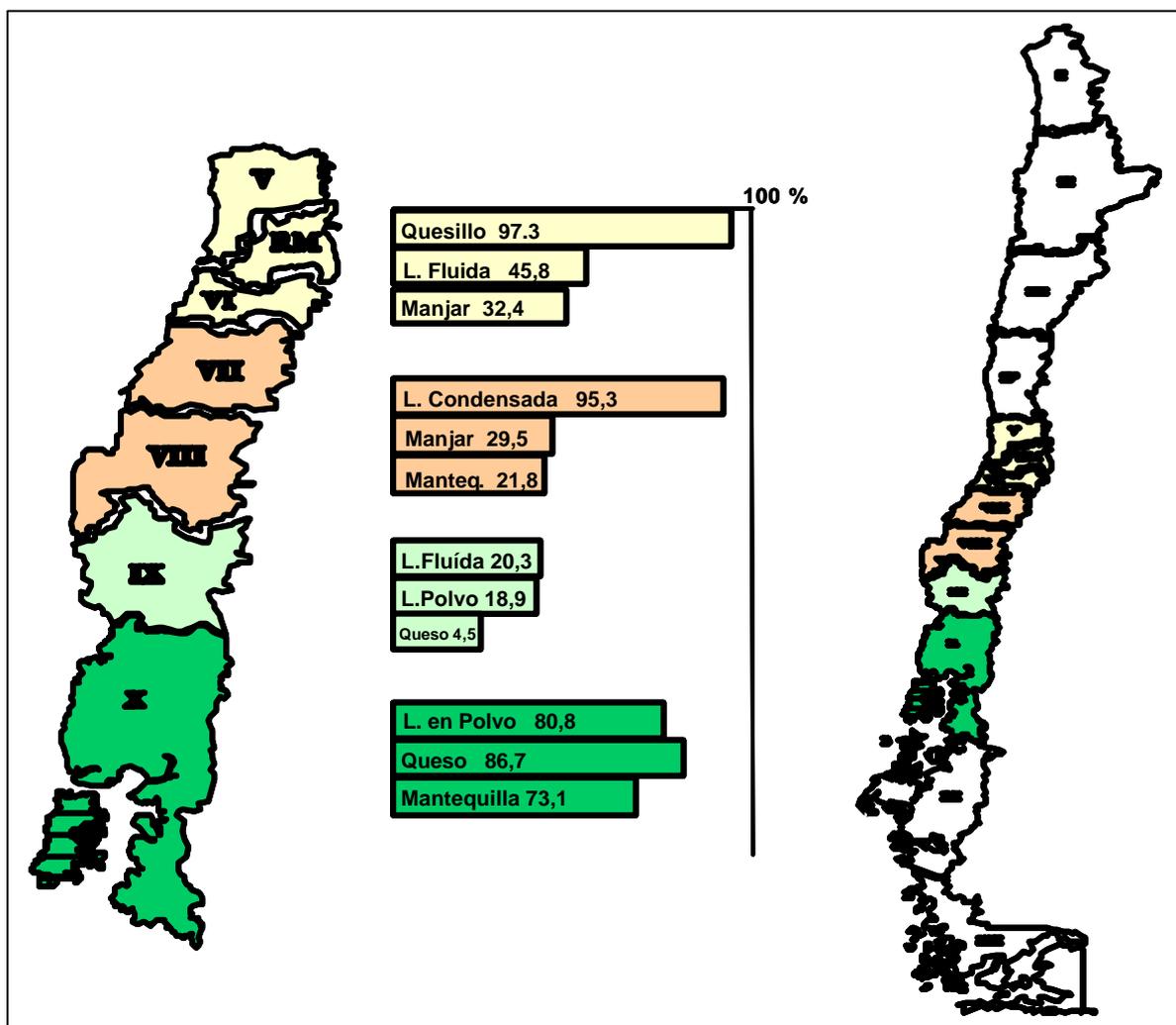
En la Figura 2, se presenta la distribución de la producción de leche receptionada en planta en las principales zonas de producción del país, en relación con la población de animales de los productores de leche, y de los consumidores.



Fuente : Elaborado por F. Lanuza en base a datos del VI Censo Nac. Agropecuario (INE, 1997); ODEPA ; 2003, INE, 1992; Anrique y *et al* col., 1999.

Figura 2. Distribución de la leche receptionada, población de habitantes, vacas lecheras y productores de leche.

La focalización en la elaboración de lácteos en las distintas zonas de producción/recepción de leche, se observa en la Figura 3. Las cifras porcentuales representan la participación de los principales lácteos de la elaboración nacional.



Fuente: Elaborado por F. Lanuza en base a datos de ODEPA, 2003.

Figura 3. Elaboración de los principales productos lácteos en las zonas de producción de leche del país.

3. CONSUMO DE LECHE Y PRECIOS

La evolución del consumo aparente anual estimado de leche por lactante se observa en la Figura 4.

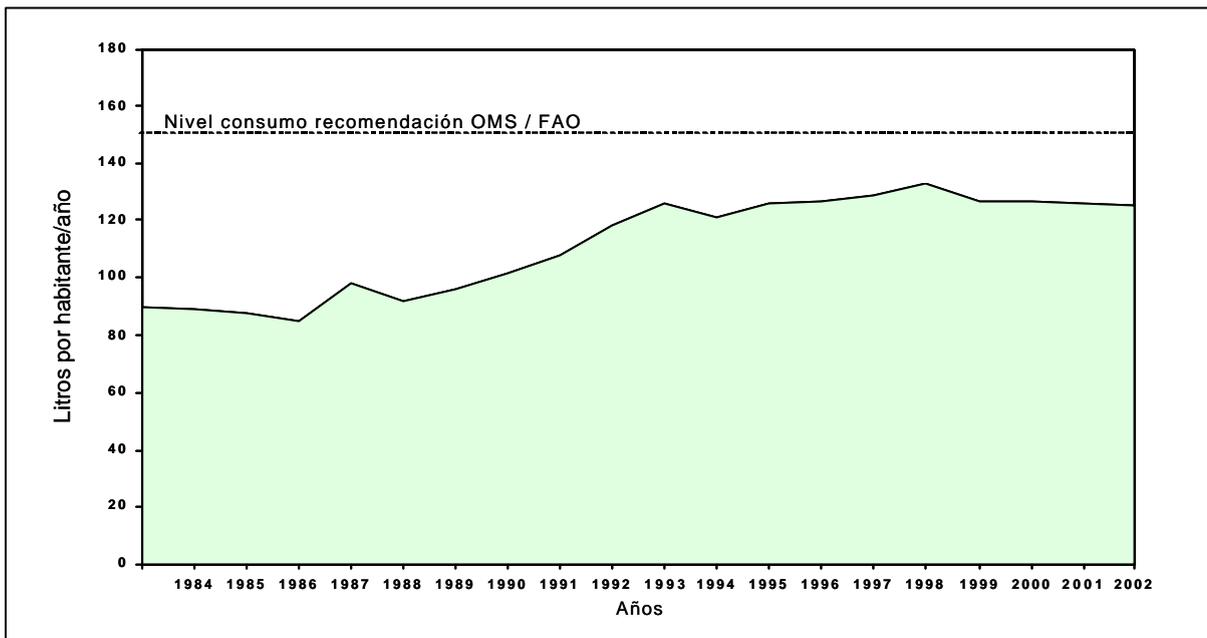
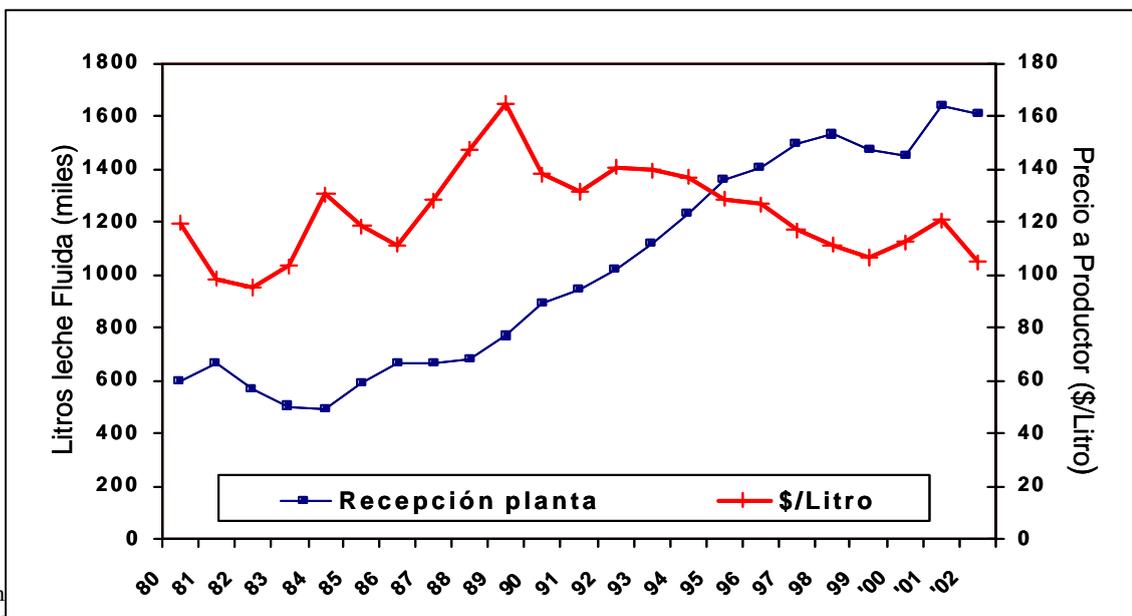


Figura 4. Evolución del consumo aparente promedio anual de leche por habitante.

La evolución de precios y de la recepción de leche se presenta en la Figura 5.



In
Se

Fuente: ODEPA 2003, Precio reales sin IVA con IPC de Mayo del 2003.

Figura 5. Evolución de la Recepción de leche fluída en planta y precio pagado a productor.

La evolución de los precios mayoristas de los principales lácteos (leche fluída, leche en polvo y queso gauda), que determinan mayormente el precio pagado a productor, se observan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Evolución de precios promedio pagado a productor y de los precios a mayorista de los lácteos, leche fluída, leche en polvo y queso. (Precios reales sin IVA con IPC, Junio 2003, ODEPA).

Años	Leche Productor \$/Litro	Leche Fluída \$/Litro	Leche Polvo \$/Kg	Queso Gauda \$/Kg
1980	119,2	235,2	2.274,2	2.335,4
1981	98,2	226,9	1.971,2	1.818,5
1982	95,3	226,0	1.752,3	1.889,1
1983	103,2	240,5	2.133,9	1.986,3
1984	130,1	255,0	2.489,9	2.134,8
1985	118,6	239,5	2.331,3	2.025,4
1986	111,4	237,7	2.200,3	2.009,3
1987	128,3	265,6	2.461,2	2.256,1
1988	147,4	287,6	2.632,5	2.488,5
1989	164,6	310,0	2.878,0	2.450,2
1990	138,1	266,0	2.666,6	2.201,9
1991	131,1	262,3	2.459,0	2.177,7
1992	140,5	297,0	2.097,8	2.223,1
1993	139,3	321,8	1.864,3	2.125,2
1994	136,8	330,3	1.730,8	1.978,0
1995	128,9	317,7	1.850,3	1.985,1
1996	126,6	313,5	1.937,7	2.084,5
1997	116,8	296,9	1.628,2	1.819,2
1998	112,0	302,7	1.591,2	1.735,1
1999	106,3	288,2	1.589,4	1.626,0
2000	112,7	309,6	1.663,1	1.776,6
2001	120,5	345,8	1.792,4	1.896,0
2002	104,9	305,7	1.639,3	1.899,0

4. COMERCIO EXTERIOR

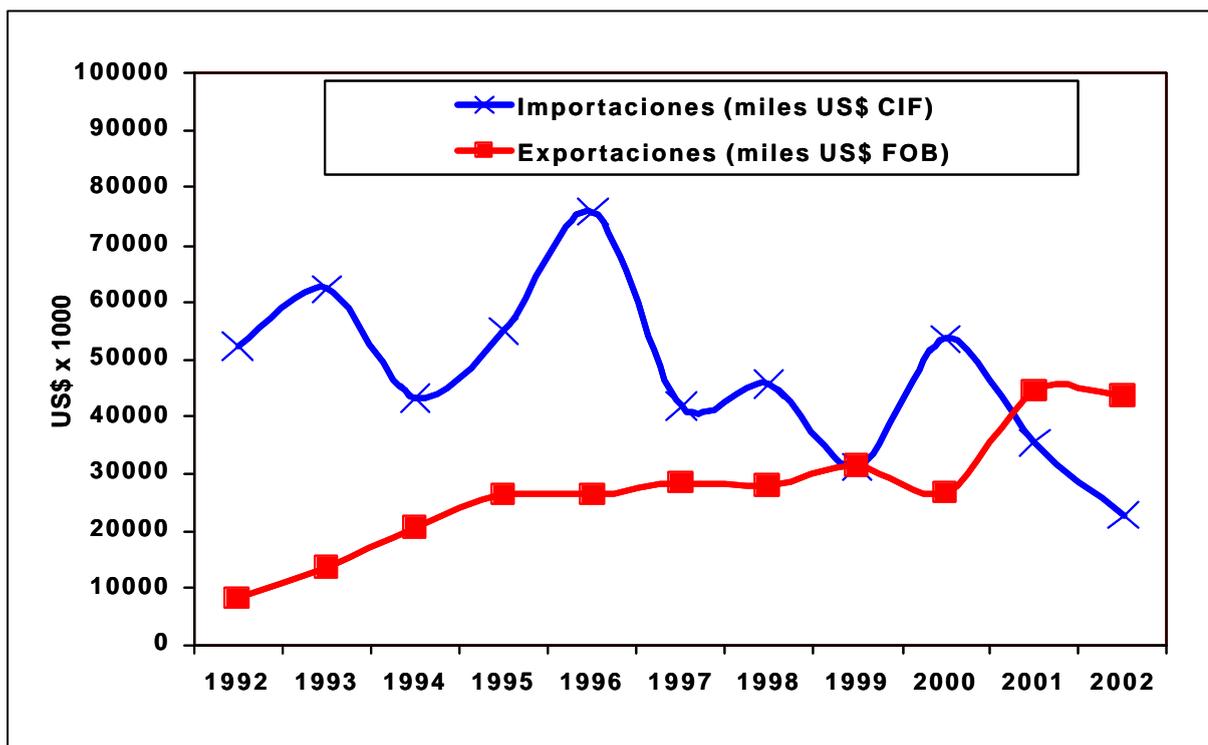
En el Cuadro 4, se presenta el balance del comercio exterior de los últimos tres años señalándose las cantidades de los productos lácteos que se transaron.

Cuadro 4. Balance de Comercio Exterior año 2002 (en ton o miles de litros de producto y en miles de litros equivalentes).

Item	2000	2001	2002	Variación 2002/2001(%)
Importaciones				
Lácteos UHT	1.357	330	515	56,1
Leche en polvo descremada	104.973	67.262	63.172	(6,1)
Leche en polvo entera	58.262	37.195	19.807	(46,7)
Cremas	17	6	13	
Leche evaporada	3.770	300	4.415	1.371,7
Leche condensada	273	70	437	523,1
Yogourt	3	4	36	800,0
Mantequilla	1.961	971	479	(50,7)
Quesos	66.310	31.150	32.930	5,7
Manjar y otros			717	
TOTALES	236.926	137.289	122.522	(10,8)
Exportaciones				
Lácteos UHT	3.447	7.842	2.033	(74,1)
Leche en polvo descremada	540	287	2.516	
Leche en polvo entera	18.320	52.525	85.067	52,0
Leche en polvo entera mod			29.256	
Cremas	707	1.039	816	(21,5)
Leche evaporada	5	15	35	
Leche condensada	39.736	46.761	39.574	(15,4)
Yogourt	681	360	193	(46,4)
Mantequilla	226	329	270	(17,9)
Quesos	15.420	30.570	24.460	(20,0)
Manjar y otros		5.060	7.850	55,1
TOTALES	79.082	144.789	192.070	32,7
BALANCE ANUAL	-157.844	7.500	69.548	827,3

Fuente: ODEPA, 2003.

La evolución de las importaciones y exportaciones expresadas en miles de US\$ CIF y FOB, respectivamente para el período 1992-2002, se observa en la Figura 6.



Fuente: Elaborado en base a ODEPA con información de Aduanas.

Figura 6. Evolución del total de las importaciones y exportaciones de lácteos.

En el Cuadro 5, se señala el volumen y valor de las importaciones de los principales productos lácteos durante el año 2002 y el primer trimestre del 2003. Además, se señala el valor transado en relación al total del sector pecuario.

Cuadro 5. Importaciones de los principales lácteos y su valor en relación al total pecuario.

Sector Producto	Volumen (toneladas)			Valor (Miles US\$ CIF)		
	2002	Ene-Mar 2002	Ene-Mar 2003	2002	Ene-Mar 2002	Ene-Mar 2003
Pecuario				229.760	43.815	57.360
Lácteos				22.665	3.766	5.397
Leche	5.497	920	819	7.865	1.509	1.239

descremada						
Leche entera	2.361	214	925	3.098	301	1.462
Lactosuero	1.767	178	863	1.704	349	723
Otros	2.996	298	635	2.853	428	786

Fuente: ODEPA, 2003 en base a información de Aduanas.

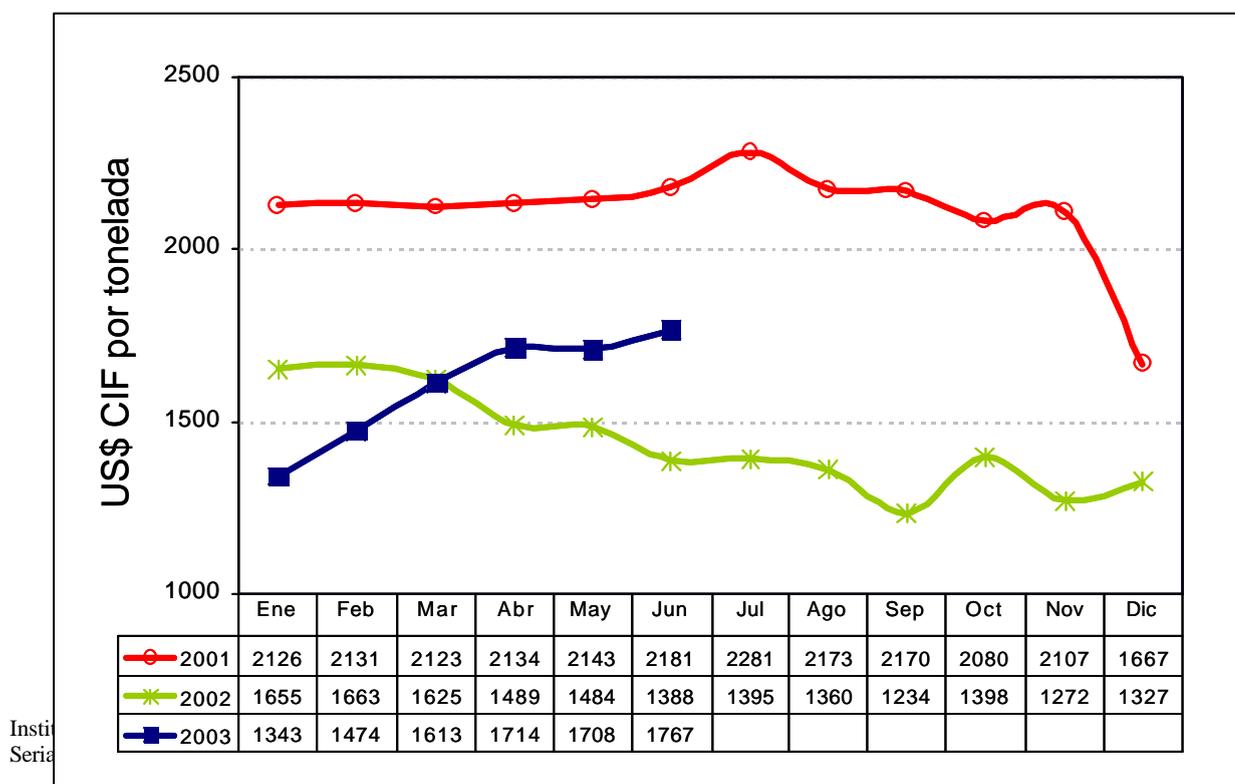
Cuadro 6. Importaciones de leche en polvo por país de origen.

Países	Volumen (toneladas)				
	2000	2001	2002	Variación (%)	Participación (%)
Argentina	7.061	8.947	5.681	-36,5	72,3
Uruguay	2.875	1.275	1.432	12,3	18,2
N.Zelandia	3.601	57	374	555,9	4,8
U. Europea	1.141	3	85	2.733,3	1,1
Australia	694				0,0
EE.UU					0,0
Otros	700		287		3,6
TOTAL	16.072	10.282	7.858	-23,6	100,0

Fuente: ODEPA, 2003

En el Cuadro 6, se observa el volumen de leche en polvo importado desde el año 2000 al 2002, su variación y porcentaje de participación por país de origen.

En la Figura 7, se observa la evolución de los precios de la leche en polvo descremada durante los años 2002 y el primer semestre del año 2003.



Instit
Seria

Figura 7. Evolución del valor unitario de importación de leche en polvo descremada.
(ODEPA, V. Esnaola, Comunicación personal)

5. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LECHE

La producción mundial de leche ha venido creciendo en las últimas décadas a tasas anuales levemente superiores al 1%, FAO estima que en la actualidad los países desarrollados concentran alrededor del 65% de la producción.

En el Cuadro 7, se observa la producción de leche en varios países y grupos de países durante el año 2001, una estimación para el 2002 y el pronóstico para el 2003. A esto, el autor le agrega la información de Chile, estimada por ODEPA.

Cuadro 7. Principales países o grupos de países productores de leche

	2001	2002 estim.	2003 pronóst.
	(millones de toneladas)		
TOTAL MUNDIAL	584,8	593,5	600,5
UE	126,1	16,7	126,7
India ¹	81	82	85
E. Unidos	75	77,3	78,4
Fed. Rusa	33	33,5	33,9
Pakistán	27	27,7	28,4
Brasil	22,4	22,8	23,4
N. Zelandia ²	13,2	13,9	14,3
Ucrania	13,4	14,1	14,3
Polonia	11,9	12,2	12,2
Australia ³	10,5	11,3	10,4
México	9,5	9,6	9,7
Argentina	9,6	8,2	7,8
Chile		2,2 (0,37%)	

Fuente: FAO Información facilitado por V. Esnaola, ODEPA.

1/ Campañas que comenzaron en Abril del año indicado.

2/ Campañas que terminaron en Mayo del año indicado.

3/ Campañas que terminaron en Junio del año indicado.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ANRIQUE, R.; LATRILLE, L.; BALOCCHI, O.; ALOMAR, D.; MOREIRA, V.; SMITH, R.; PINOCHET, D.; VARGAS, G. 1999. Competitividad de la producción lechera nacional. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 2 vol.

FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) ANNUAL REPORT. <http://www.fao.org>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE) 1997. VI Censo Nacional Agropecuario, total nacional.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI) <http://www.agricultura.gob.cl>

PROYECCIONES DEL RUBRO LECHERO

Desarrollo del sector lácteo

Francisco Lanuza A.
Med. Vet. Dr. med. vet.
INIA Remehue, Osorno.

1. INTRODUCCION

El sector lácteo en Chile representa una de las cadenas agroalimentarias de mayor importancia para la economía nacional, por la enorme inversión involucrada en infraestructura en los distintos eslabones que la componen (producción, industria, comercio) y por la gran cantidad de empleos que genera.

Particularmente se destaca su importancia en la zona sur (Regiones IX y X) que tienen la mayor recepción de leche en planta, superando el 80% nacional (Figura 2). Otra connotación importante, es el aporte fundamental del rebaño lechero a la producción de carne ya que se estima que sólo el 20% de la masa bovina corresponde a razas especializadas con aptitud cárnica.

El fenómeno de la globalización económica que se ha desarrollado vertiginosamente en la última década ha ido paulatinamente generando amenazas y oportunidades para el país y en particular, se observan nuevos escenarios de crecimiento y desarrollo, para los distintos sectores de la economía. En el sector silvoagropecuario, el de leche bovina es uno de ellos.

Siendo el rubro lechero muy dependiente de múltiples factores y teniendo en cuenta las limitaciones de espacio sólo se bosquejará una proyección de desarrollo del sector basado en el sustrato actual del rubro, focalizando las acciones, que en consideración del autor puedan contribuir a generar un crecimiento sostenido de mediano a largo plazo.

2. DEMANDA DEL MERCADO

La leche de vaca es un alimento de alto valor nutricional que complementa la dieta materna del lactante en sus primeras etapas de crecimiento y luego ofrece ventajas importantes frente a otros alimentos para el niño mayor y el adulto principalmente. Además, con el mejoramiento permanente de las expectativas de vida permite una mayor demanda por habitante.

El desarrollo y crecimiento del sector lácteo nacional dependerá de la demanda del mercado consumidor del exterior y del propio país.

Mercado exterior

La demanda mundial de leche se relaciona directamente con el creciente desarrollo económico de los distintos países. (Stephenson, 1999). Por ello es que se observan grandes diferencias en el consumo de lácteos por habitante; en países desarrollados se entregan cifras de consumo de 250 litros o más de leche equivalente por persona, en cambio en otros, se dispone de menos de 40 litros por habitante año. Sin embargo, en general la tendencia en las últimas décadas ha sido la del crecimiento sostenido de la producción mundial de leche alcanzando en la actualidad los 590 millones de toneladas de leche y estimándose para el año 2003 una cifra de alrededor de 600 millones de toneladas. Respecto de la producción anual en la década de los ochenta ha habido un aumento cercano a los 100 millones de toneladas, promediando crecimientos anuales de alrededor de 1%.

La producción de leche de los países se destina mayoritariamente a satisfacer el mercado doméstico. Sólo se comercia internacionalmente alrededor del 7% de la producción mundial, concentrándose en 3 países (Nueva Zelandia, Australia y Estados Unidos) aproximadamente el 55% de la exportación y si se agrega los países de la Unión Europea, que actúan como bloque económico, la participación se acerca al 90% del total exportado. En el otro 10% participan países de la región como Argentina y Uruguay.

Es particularmente destacable la situación en Nueva Zelandia y Australia en que del total de la leche producida aproximadamente el 95% y 85%, respectivamente se destina a la exportación.

Las expectativas para Chile de colocar productos lácteos en el exterior son auspiciosas, porque ya existen acuerdos comerciales que permitirían una vez ya firmados, exportar en la actualidad un total aproximado de 50 millones de litros, cifra que puede ir aumentando gradualmente por la degravación de aranceles y por el aumento de un 10% anual (acuerdo con EE.UU.) de las cuotas en un horizonte de 12 años, después del cual, se podrá liberalizar totalmente de gravámenes y cuotas. En el acuerdo con la Unión Europea (U.E.) se contempla una cuota inicial de 1.500 toneladas, con un incremento de 5% anual.

La situación actual de las exportaciones es favorable, pues en los dos últimos años han superado a las importaciones (Cuadro 4). En la década de los ochenta el proceso exportador se inició con pequeños volúmenes que valorados fluctuaron entre US\$ 2 y US\$ 3,5 millones, para luego a partir del año 1990 superar los US\$ 5 millones. En los tres años siguientes hubo un aumento sustantivo, alcanzando cifras cercanas a los US\$20 millones. En estos dos últimos años las exportaciones han superado los US\$43 millones anuales.

En el primer trimestre del año 2003 hubo un aumento del 43% en el valor de las importaciones con alrededor de US\$1,6 millones más que en igual período del año 2002. En litros de leche equivalentes, el incremento es de 112%.

La situación para cada lácteo se observa en el Cuadro 5. El total de leche en polvo importada fue un 54% superior a las 1.135 toneladas importadas el primer trimestre del año 2002. En el Cuadro 6 se puede observar la procedencia de la leche en polvo según país de origen; Argentina y Uruguay con 72,3% y 18,2% respectivamente, son los principales proveedores.

La evolución de las importaciones y exportaciones expresadas en miles de US\$ CIF y FOB, respectivamente en la última década, se observa en la Figura 6.

2

Respecto de las exportaciones durante el primer trimestre de este año hubo un incremento en el valor de las exportaciones, que alcanzó a US\$10,6 millones, siendo un 29% más que lo exportado en igual período del año 2002.

Las leches en polvo destacaron en primer lugar pues se subió de 1.888 a 3.371 toneladas (78%), por un valor de US\$5,1 millones. También se exportó 2.420 toneladas de leche condensada (80% de aumento)

El 7 julio del presente año, el Director de ODEPA, Carlos Fürche, informó que en el primer semestre del año 2003, las exportaciones de quesos alcanzaron una cantidad superior a 2.400 toneladas. Esta cifra es equivalente al total de lo exportado en el año anterior. En tanto, las importaciones de queso han caído casi un 20% llegando a 1.200 toneladas, con lo cual por primera vez se está alcanzando un balance positivo en el comercio exterior de quesos.

Los principales países de destino de las exportaciones de lácteos en el año 2002 fueron México con compras superiores a los US\$14 millones, Cuba US\$7,7 millones y luego Brasil y Perú con cifras superiores a US\$5 millones cada uno. También países que han sido tradicionales compradores de lácteos a Chile son Brasil, Venezuela y Bolivia.

Mercado Interno

El mercado interno no está distribuido uniformemente, pues existen grandes concentraciones de la población entre la V y VIII regiones (75% del total) y sólo cuenta con el 24% del rebaño y alrededor del 20% de la recepción de leche en planta. Por el contrario la X y XI Regiones concentran el 80% de la recepción de leche en planta y tienen el 13% de la población consumidora. (Figura 2). Esta situación de tener alejado el mercado de consumo hace que las plantas procesadoras elaboren productos lácteos con altos coeficientes de conversión como son la leche en polvo y el queso, para disminuir el costo de transporte. Esto se ve reflejado en la alta participación en la elaboración de estos lácteos que tiene, por ejemplo, la X Región (Figura 3).

La evolución del consumo de lácteos promedio por habitante/año desde hace veinte años se observa en la Figura 4. Después de tener consumos bajo los 100 litros, en la década de los ochenta se aumentó progresivamente hasta 135 litros el año 1999, para luego bajar a los niveles actuales de 124 litros por habitante de leche equivalente.

Los principales productos lácteos consumidos son leche en polvo, quesos y leche fluida, que representan en conjunto alrededor del 85% del consumo total en litros de leche equivalente. En Chile se consume anualmente una alta proporción de leche como leche en polvo (mayor a 33%) y una baja proporción como leche fluida (alrededor de 18%), esto contrasta con la situación de países mas desarrollados o con otros hábitos, en que el consumo anual de leche fluida sobrepasa los 100 litros de leche por habitante. Un aumento del consumo de leche fluida en desmedro de la leche en polvo generaría una mayor demanda de leche fresca nacional a través de todo el año, favoreciéndose probablemente el precio a pagar a los productores.

Comparado con los estándares de consumo recomendables por organismos internacionales éste es bajo y está por debajo del consumo estimado de países del área como Argentina y Uruguay y de países desarrollados en donde se superan fácilmente los 250 y más litros de³

leche equivalente.

Aumentar el consumo interno será un desafío permanente. Al respecto, durante el año 2002 se llevó a cabo una campaña de promoción de consumo que aparentemente según la evaluación realizada, consiguió elevar la venta de lácteos en supermercados. Esta campaña fue financiada por partes iguales entre los productores, las plantas lecheras y el Estado. A la fecha no ha sido posible involucrar el total de los productores.

Como la demanda interna de lácteos depende fundamentalmente del crecimiento económico del país y dada las modestas tasas actuales, no se observaría un incremento sustantivo del consumo para el corto plazo. También hay que hacer notar la gran agresividad de las bebidas de fantasía distribuidas por empresas transnacionales que mantienen campañas sostenidas de "marketing" con elevados costos.

3. COMPETITIVIDAD

Se reconoce ampliamente que el mercado internacional de lácteos está distorsionando fuertemente por la aplicación de políticas de protección que imponen los países y grupos de países (bloques como NAFTA, MERCOSUR, UE). Estas políticas incluyen diferentes tipos de medidas como cuotas de producción y precios de intervención, barreras de tipo arancelarias y para-arancelarias (sanitarias), subsidios directos (exportaciones) e indirectos (factores de producción) etc. Algunas de éstas se han regulado y disminuido a partir de los acuerdos de la Organización Mundial de Comercio. Sin embargo, a pesar de estar disminuyendo progresivamente los subsidios en los países de la UE y EE.UU principalmente, el nivel actual de protección no permite ofrecer un escenario de competitividad en igualdad de condiciones.

Costos de producción

Los costos de producción de la materia prima y su calidad son determinantes para optar a transformarse en un país exportador. Así también, la eficiencia en la elaboración del producto lácteo y la eficacia de su colocación en el mercado, son exigencias obligadas para el resto de la cadena agroalimentaria.

En la mayoría de los estudios de costos de producción de leche a partir de casos reales, se observa una gran heterogeneidad en la distribución de los costos entre los recursos de producción. En muchas ocasiones a pesar de tener estructuras productivas similares la diferente eficiencia de la producción, manejo tecnológico y de la gestión económica, generan productividades muy distintas, que conducen a rentabilidades desde negativas a positivas. Ejemplos de éstas situaciones ha sido posible rescatar a partir del funcionamiento de los Centros de Gestión (Fundación Chile, 2000).

En un análisis global de competitividad del sector lechero las estructuras productivas del sistema de producción generan diferencias importantes de costos. Al respecto, en un estudio internacional de la competitividad de la industria lechera, Hemme *et al.* (1996), observaron⁴

diferencias importantes de costos (rango de US\$0,15 a 0,45) para predios lecheros base a 100 vacas con producciones de 600 a 900 toneladas de leche/año.

Los países con alto costo (Alemania, Dinamarca, Holanda, Francia) tienen sistemas muy mecanizados, con construcciones para estabulación y dependen mucho de alimentos comprados; también tienen elevados costos de mano de obra. Por el contrario aquellos países con bajo costo (Nueva Zelandia, Australia, Argentina), tienen una estructura más simplificada, con menos alimentos comprados y bajos costos variables en la producción de forrajes, pocas construcciones y maquinaria, y bajos costos de mano de obra. Esto último no por no tener mano de obra con altos salarios sino que por la alta productividad de ella. En una situación intermedia se encuentran países como Irlanda, Gran Bretaña y EE.UU, con costos de alrededor de US\$0,35/L

Las mayores ventajas que se observan para los países de clima mediterráneo en el Hemisferio Sur, es la no estabulación de los animales y el uso intensivo de praderas bajo pastoreo.

Para el período de estudio se pudo detectar tres niveles de precio de leche. Los precios más altos se alcanzaron en la UE con 0,35 a 0,40 US\$. En EE.UU fue de 0,31 US\$ por kg de leche. En ambos casos este mercado está protegido del mercado mundial mediante restricciones en la importación de lácteos y subsidios a las exportaciones de excedentes. Los otros países funcionan relativamente de manera independiente de alguna influencia política en el mercado mundial. Estos países obtuvieron un precio de leche de aproximadamente 0,15 a 0,20 US\$ por kg de leche.

Antecedentes entregados por Griffin (1999) de la red lechera de FAO, señalan que existen diferencias de precios pagados a productor de hasta un 400% entre el país con mas alto precio en relación al país con menor precio. A continuación se entrega el detalle de ésta información.

Precios Productor (US Centavos/kg)	
Rangos Precios	Países
61-70	Japón
51-60	Suiza
46-50	El Salvador
41-45	Jordania, Noruega
36-40	Guatemala, Israel, Pakistán, Sudán
31-35	Austria, Canadá, Colombia, Francia, Alemania, Irlanda, Holanda, Panamá, Portugal, Reino Unido, Venezuela
26-30	Bangladesh, Bosnia, China, Costa Rica, Croacia, República Checa, República Dominicana, Etiopía, Hungría, México, Nepal, Tanzania, Estados Unidos de Norteamérica, Vietnam
21-25	Botswana, Bulgaria, India, Nigeria, Paraguay
16-20	Chile , Estonia, Moldovia, Polonia, Rumania, Rusia, Sudáfrica, Uganda, Zimbabwe
10-15	Argentina, Australia, Brasil, Lituania, Malawi, Nueva Zelandia, Uruguay

Fuente: FAO, adaptado de Griffin, 1999.

Este mismo autor señala que con los actuales precios de mercado, productores con precios menores de US\$0,20 por kilogramo de leche, será la línea divisoria entre los países que puedan exportar productos lácteos sin subsidio y los que no pueden hacerlo. Sin embargo,

esto no es generalizable, pues depende de los retornos económicos del mercado interno del país, que siendo favorables puedan compensar bajos retornos de exportaciones.

A nivel nacional también existe una gran heterogeneidad en los costos de producción, así como también en los precios pagados al productor.

Información de costos de producción de leche y rentabilidad en productores de varios Centros de Gestión, (Fundación Chile, 2000), señalan que no existe ninguna variable o parámetro tecnológico de los sistemas productivos analizados que por sí solo permitan explicar las diferencias en eficiencia económica. Lo mismo sucede con componentes de costos en que ninguno destaca en particular en los predios más rentables, frente a los menos rentables. Por lo tanto se deduce que las diferencias solo pueden provenir de las distintas capacidades y habilidad general de administrar y manejar la empresa y los procesos productivos. Los productores más rentables muestran menores costos unitarios en todos los componentes de costos, reflejando con esto que para esta muestra analizada, no existen tecnologías más rentables o un sistema productivo específico como receta.

Básicamente se trata de ser más eficiente en el uso de los factores de producción. Según estudios de casos en la Xª Región (Navarro, 1996), los componentes de costos directos más relevantes asociados a la producción de leche son la alimentación, la reposición y la mano de obra, que en conjunto constituyen entre el 70 y 80% del total de costos directos; la alimentación por sí sola representa alrededor del 50%.

La participación de esta variable aumenta en la medida que el sistema de producción se intensifica y existe una mayor preocupación individual por la vaca. En general esto se acerca más al tipo de sistema de producción del Hemisferio Norte. (escuela Americana o Europea).

El productor puede intervenir la alimentación, factor que se puede transformar en el motor de cambio del sistema tecnológico, al mejorar sustancialmente el componente forraje proveniente de la pradera permanente que es el recurso disponible más económico en el sur de Chile. Su producción, utilización y manejo, así como su inserción en la dieta alimenticia con otros componentes como concentrados, serán expuestos por otros expositores con mayor profundidad y antecedentes. Así también otros colegas abordarán el manejo de variables económicas de los sistemas de producción de leche.

Por último, se destaca la importancia del componente mano de obra que participa entre un 7 y 25%. Estas diferencias de costo en mano de obra pueden deberse a índices de salarios distintos, o en el caso de índices de salarios iguales, pueden tener su explicación en las diferencias de productividad laboral.

En el estudio de competitividad a nivel internacional presentado en párrafos anteriores, se entregan valores de salarios de entre 18 US\$/hora en Dinamarca y 2 US\$/hora en países de Europa del Este; los países en el rango intermedio tienen entre 7 y 14 US\$/hora.

Se señala que los predios en Australia, Nueva Zelanda y EE.UU tienen ganancias significativas en la productividad laboral por el elevado número de vacas que maneja una persona y/o está asociado también a la productividad de leche por hora.

Un agricultor de Nueva Zelanda “produce” dos veces más leche por hora que sus colegas

de Alemania. La razón principal de esto es la explotación de las ventajas climáticas (pastoreo todo el año, sin estabulación)

Calidad de leche

El tema de calidad de leche es crucial al enfrentar escenarios futuros de competitividad. Con una buena calidad de leche se beneficia tanto el productor, porque sus vacas al estar sanas producen más y también porque recibe un mejor precio por litro de leche, como también la Planta Lechera que al contar con una mejor calidad de leche puede elaborar productos lácteos con alto valor nutricional y con mayor valor económico.

La calidad higiénica de la leche en Chile ha mejorado notablemente en la última década. En un reciente Seminario de Calidad de Leche, Kruze (2003), destaca los principales factores que han influido siendo éstos:

- a) La promulgación del Decreto Ley 271 del Ministerio de Agricultura, que obligaba a las Plantas Procesadoras a clasificar la leche según calidad;
- b) el progresivo cambio del sistema de almacenamiento de leche a nivel predial de tarro a estanque con refrigeración;
- c) la introducción del recuento electrónico de células somáticas en reemplazo del "test" del viscosímetro;
- d) la introducción del Recuento Estándar en placa y luego el recuento microscópico electrónico de bacterias;
- e) la implementación voluntaria y progresiva a partir de 1995 de los esquemas de pago por calidad higiénica a nivel de planta para bonificaciones para leches de mejor calidad y posteriormente con castigos para leche de baja calidad;
- f) la readecuación constante de los esquemas de pago tanto en relación a los umbrales de contenido celular y bacteriano como a las bonificaciones (menores) y castigos (mayores) a medida que mejoraba la calidad y
- g) la centralización y estandarización de los métodos de recuento celular y bacteriano en laboratorios especializados y de alta confiabilidad y credibilidad.

Kruze (2003), destaca como el factor de mayor impacto en la calidad de leche a la implementación de los esquemas de pago por calidad, que ha puesto a Chile a la cabeza de los países de Latinoamérica en cuanto a calidad y muy cercano a los estándares óptimos.

Para cumplir con todas las exigencias los productores han introducido diferentes medidas en sus sistemas productivos como el control de mastitis, mejoras en la condición higiénica de utensilios, equipos de ordeña, capacitación de ordeñadores demostrando una alta capacidad de adecuación a la demanda.

Patrimonio sanitario y medio ambiente

El contar con una masa bovina libre de Fiebre Aftosa sin vacunación y de Encefalitis Espongiforme Bovina se traduce en un factor determinante para abrir mercados en el exterior. Explotar esta condición sanitaria y acrecentarla con el progresivo control y/o

erradicación de otras enfermedades, nos permitirá ir a la cabeza en la oferta de alimentos provenientes de animales sanos y que además, están insertos en sistemas de buenas prácticas ganaderas.

La ganadería chilena por su escaso tamaño debe propender a diferenciarse con el fin de ofrecer alimentos para nichos de mercado elite que puedan pagar mayores precios. Junto a lo anterior, el cuidado del medio ambiente debe ser un complemento obligado para optar a la diferenciación de productos. Primero por la posibilidad de ofrecer alimentos de alto valor biológico, sin residuos de elementos nocivos para la salud y también por la propia sustentabilidad del ecosistema donde se desarrolla la producción. Con todo, tanto a nivel de productor como de plantas procesadoras se deben adecuar a las normas regulatorias que los países importadores impongan. Estas exigencias se podrán regular en el marco de la Organización Mundial de Comercio que solo podrá ayudar en parte a conciliar los intereses de los países en desarrollo frente a las potencias económicas que son los países desarrollados.

Tecnologías

Existe aún un amplio margen para elevar la productividad en las lecherías utilizando opciones convencionales de tecnologías en alimentación, genética y salud de los animales, en la producción y utilización de forrajes, entre otros. Sin embargo, las nuevas exigencias de competitividad obligarán progresivamente a mejorar notablemente la gestión de los recursos y ello traerá consigo una eventual adecuación a tecnologías de mayor impacto o de menor costo. Según sea el factor de producción a mejorar.

Como se comentó anteriormente frente a un mercado abierto y sin subsidios la estructura productiva debe adecuarse mas hacia sistemas con una mayor productividad en base a forrajes y uso estratégico de otros alimentos, que permitan bajar los costos unitarios. Todo esto en un contexto de producción de alimentos “tradicionales”. Sin embargo, el avance vertiginoso de la ciencia en áreas como la Biotecnología abren nuevos caminos de desarrollo de la industria láctea (Butendieck, 2003). Estos esfuerzos no necesariamente son dirigidos a los componentes nutricionales de la leche, sino que va a la producción de productos farmacéuticos en la glándula mamaria de animales transgénicos, utilizados como bioreactores.

Para llevar adelante un proceso masivo de innovación tecnológica en el sector lácteo se debieran concertar los diferentes actores de la cadena junto al Estado, para llevar adelante un plan estratégico de desarrollo. Ejemplos de sectores lecheros fuertes se observan en países como Australia, Nueva Zelandia y Dinamarca, entre otros.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- Se proyecta un aumento de la demanda de lácteos por aumento de la población mundial con una mayor expectativa de vida. En países del Asia, además por la creciente

incorporación de leche y derivados a la dieta alimenticia.

- Existe una gran cantidad de países deficitarios de lácteos. Solo unos pocos son exportadores netos de productos lácteos tipo “comodities”. En América latina existe aún una demanda importante de productos lácteos, destacando países como México, Brasil, Venezuela y Perú.
- Los acuerdos económicos vigentes y aquellos por concretarse permitirán incorporarse gradual y crecientemente al proceso exportador. En una primera etapa de desarrollo la base de la exportación serán “comodities” con bajo valor agregado.
 - Más adelante con una oferta de materia prima mas estable y regular a través del año, y con nichos de mercado de productos más específicos (segmentos de mercado) se podrá incorporar mayor valor agregado por ventajas de diferenciación con otros países por estatus sanitario (aftosa, vaca loca, tuberculosis y otras), entorno natural de la producción (medio ambiente sustentable), bienestar animal, etc.
- Una ventaja sustantiva del país lechero es su tamaño relativo que no permite optar a grandes participaciones de mercado a nivel de los mercados totales. Por lo tanto es necesario propender a una selección adecuada de productos y/o mercados elite para conseguir economía de escala.
- La calidad de producto será condición esencial para ser competitivo tanto en la fase de la producción como en la industrialización, para cumplir con las exigencias y normativas de los países importadores.
- La producción con costos competitivos a nivel internacional permitirá sostener en el mediano-largo plazo la sustentabilidad del sector lechero nacional.
- Es factible aumentar la productividad de leche a nivel país y en particular en las regiones IX y X. En el corto plazo, el mercado interno no sería capaz de absorber un crecimiento sostenido de la producción, como el ocurrido en la década de los 80 a 90.
- Existen tecnologías disponibles como para incorporarlas masivamente al sector productivo; se hace necesario concertar los intereses de los diferentes actores de la cadena del sector lácteo (integración vertical) con el Estado para llevar a cabo un “Plan Estratégico-País”, en el marco de una Alianza Publico-Privada.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

BUTENDIECK, N. 2003. Componentes lácteos, importancia presente y futura. En: Lanuza, F. (Editor), 3er Seminario, “Calidad de leche”. Asociación de Médicos Veterinarios de Osorno A.G. 19-20 Mayo, p59-60.

FUNDACIÓN CHILE, 2000. Economía y gestión de la producción lechera.
<http://www.agrogestion.com>

GRIFFIN, M. 1999. Visión general del desarrollo del mercado mundial de la leche. En Memoria, V Congreso Holstein de las Américas, Santiago, Chile.

HEMME, T.; HEINRICH, I.; ISERMAYER, F. 1996. Competitiveness of dairy farming-an international comparison. Inst. of Farm. Economics. Federal Agr. Research Centre (FAL) EDF-STAR-Analysis 95/96.

KRUZE, J. 2003. Evolución de la calidad higiénica de leche cruda en Chile en los últimos 10 años. En: Lanuza, F. (Editor) Seminario Calidad de Leche. Asociación de Médicos Veterinarios de Osorno, A.G. 19-20 Mayo; p11-17.

NAVARRO, H. 1996. Caracterización de los costos de producción de leche y variables a₉

- intervenir para mejorar competitividad. En: Lanuza, F. y Bortolameolli, G. (Editores) III Seminario "Aspectos técnicos y perspectivas de la producción de leche. Serie Remehue N° 64:117-130.
- RODRÍGUEZ, C. 1996. Exportación de lácteos. Evolución y perspectivas de competitividad en los mercados de América Latina. En: Lanuza, F. y Bortolameolli, G. (Editores) III Seminario Aspectos técnicos y Perspectivas de la producción de leche. Serie Remehue N° 64:169-182.
- STEPHENSON, M. 1999. Estándares de calidad. Demanda futura de la industria y consumidores. En: Memoria V Congreso Holstein de las Américas, Santiago, Chile.
- ODEPA, 2003. Leche: situación 2002 y perspectivas 2003, www.odepa.gob.cl

PROYECCIONES DEL RUBRO LECHERO

Hugo Bidegain P.
Médico Veterinario
Instituto de Producción Animal
Universidad Austral de Chile, Valdivia.

1. INTRODUCCION

La producción lechera en nuestro país constituye una de las más ágiles y dinámicas actividades del sector agropecuario y ha permitido ofrecer al mercado un producto esencial a la nutrición y alimentación de la población, con un crecimiento permanente a través del tiempo para ir satisfaciendo las crecientes demandas del mercado con productos cada vez más desarrollados en cantidad y calidad.

La presencia de poderes compradores permanentes, el desarrollo tecnológico y el aumento de la demanda por incremento de la población y de su capacidad adquisitiva, sumada a la presencia de productos de mayor y mejor conservación, distribución y disponibilidad permanente, han permitido el desarrollo del sector. En este escenario los productores han jugado un rol determinante al incorporar recursos y tecnologías que han permitido aumentar significativamente la eficiencia y la oferta de producto al mercado en cantidad y calidad.

A través del tiempo se ha apreciado un desplazamiento de la recepción lechera desde la zona central del país a la zona centro sur para concentrarse la producción en las Regiones VIII, IX y X. Ellas han alcanzado una participación del 85.5 % del total del país (Anrique, 1999). La trascendencia económica que esta actividad tiene en estas regiones adquiere un carácter mayoritario siendo su peso en el PGB de cada región cada vez más importante, por lo que las variaciones de volúmenes y precios del producto tendrán un efecto relevante en la economía de ellas.

Esta es una de las razones que justifica el análisis permanente del estado y de las perspectivas que la actividad presenta, de tal modo de explorar soluciones que permitan enfrentar en mejores condiciones las situaciones de mercado. Estas cada vez son más exigentes al estar actuando interacciones con mercados nacionales e internacionales, políticas de estado y efectos de globalización que sin duda tienen efecto en el sector productor, industrial y consumidor.

2. ANTECEDENTES GENERALES

La producción de leche del país equivale a un 8,9 % del PIBS, el cual a su vez un 6 % del PIB nacional. El área pecuaria alcanza un 28 % de participación en el PIBS y el valor total de la producción lechera fue de 201.226,3 millones de pesos en 1997. Anrique, (1999).

A nivel regional, estos valores adquieren mayor relevancia ya que en la X Región la producción lechera alcanza un valor de 66,3 % del PIBS. La IX Región participa con 16,9 % y la VIII con 7,4 %, en circunstancias que la R.M. participa solo del 2 % del mismo. Estas cifras permiten apreciar claramente la significancia que tiene para la X Región la producción de leche y el efecto de la misma sobre su economía. En términos de volumen físico, la X Región genera el 63,6 por ciento de la leche que llega a plantas lecheras en el país.

Las cifras que se han expuesto permiten afirmar que la producción de leche es la actividad agropecuaria más importante en la X Región y de allí entonces emergen las consecuencias económicas que se generan al producirse efectos favorables o desfavorables que actúan sobre el mercado de la leche tanto en sentido positivo como negativo.

En lo referente al número de productores, en el estudio de Anrique (1999), se establece que en el país existían 13.478 productores en 1997, de los cuales 10.859 se ubican en la X Región, lo que viene a confirmar una vez más la trascendencia de esta actividad. Así mismo se consigna que la cantidad de vacas lecheras alcanza las 378.853 sobre un total existente en el país de 615.924. Esto significa que en esta región existe el 61,5 % de la masa lechera nacional.

El estudio de Anrique (1999?), además determinó que en el país la superficie destinada a lechería alcanza a 625.000 hectáreas, de las cuales 418.750 se ubican en la X Región.

El sistema industrial existente en la Región está constituido por 14 plantas lecheras de mayor o menor tamaño, siendo cinco de ellas mayoritarias en su participación con instalaciones de proceso para leche en polvo y queso en forma mayoritaria y con importancia equivalente en el mercado de la leche y productos lácteos. En cuanto a la utilización de la leche recibida en plantas, esta se concentra especialmente en leche fluida, leche en polvo y queso, con la distribución para el año 2002 señalada en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Recepción y elaboración de productos lácteos. Leche fluía, leche en polvo y quesos. Año 2002

Recepción país	1.605.392 (x000 L)	Leche fluida equivalente	Participación (%)
Leche fluida	295.909 (x000 L)	295.909.000	18
Leche en polvo	67.710 ton	67.710 ton	33
Queso	53.075 ton	530.750.000	33
Total		1.360.890.900	85

Fuente: ODEPA (2002).

Se aprecia de estos antecedentes que los productos señalados utilizan el 85 % del total de leche recibida en plantas y por lo tanto son estos productos y su comportamiento en el mercado los determinantes de la evolución de la comercialización de leche y productos lácteos en el país.

Además de la característica concentración de la producción lechera en la zona sur del país y en especial en la X Región, se aprecia en ella un grado de estacionalidad de la producción, derivado de su alta dependencia de las praderas en la alimentación del ganado lechero(Cuadro 2).

Ello hace que el país presente una condición de déficit de producción para satisfacer la demanda durante el otoño e invierno y que en los meses de primavera y verano se produzca un superávit en relación a la demanda que debe ser conservada, ya sea para consumo en las épocas de déficit o para su comercialización en el mercado internacional. Esta condición de estacionalidad hace que el sector se comporte como un exportador estacional e importador estacional en los últimos años, en los cuales la balanza comercial láctea se ha presentado positiva para el país Vargas.(2002.)

Cuadro 2. Estacionalidad de la recepción de leche en el año 2002. Total país.

Otoño-Invierno (Abril a septiembre)		Primavera-verano (Enero a marzo y Octubre a diciembre)	
Litros (x1000)	%	Litros (x1000)	%
746.095,9	46,5	859.295,9	53,5

Fuente: Odepa 2003.

3. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Entre el año 1981 y el 2002, se pueden distinguir tres periodos claramente diferenciados. En el primer periodo desde 1981 a 1991 la producción aumenta de 663,1 millones en 1981 a 947,7 millones en 1991, lo que equivale a un 43 % de crecimiento acumulado. En los primeros cinco años del periodo en que el crecimiento fue mas lento se mantiene prácticamente estacionaria ya que de 663,1 millones en 1981 llega a 666,6 en 1986, lo cual significa un crecimiento de 0,5%. Este periodo tiene como característica los bajos precios internacionales de la leche en polvo y la incorporación de derechos específicos a las importaciones desde mediados de la década. Ello hace que los precios internos de leche se incrementen y a la vez comienza a desarrollarse una mayor capacidad adquisitiva de la población.

El segundo periodo se extiende desde 1992 a 1998, en el cual la recepción de leche en plantas crece desde 1.021 millones de lts hasta 1.530 millones de litros, lo que equivale a un 50 % acumulado o un 7,1% promedio anual. Vargas (2002), señala que tasas de crecimiento de esta naturaleza representan una de las mayores a nivel mundial y que por las restricciones biológicas del sistema productivo es difícil que la producción lechera de un país crezca a tasa superiores a 8,8 %. Durante este periodo los precios pagados a los productores fueron altos y la demanda de leche se mantuvo en forma sostenida y permanente, coincidente con un incremento de la capacidad adquisitiva de los consumidores y precios internacionales elevados. A ello habría que agregar que las empresas lecheras desarrollaron compañías de incremento de participación en el mercado de la leche fluida (UHT) y yogurt, con fuertes incrementos del consumo y bajos precios al consumidor.

En el tercer periodo 1999 al 2000 se aprecia una nueva estabilización de la producción a los niveles similares a 1996-97, con cifras inferiores para el año 2000 respecto al año precedente, lo que sería consecuencia de menores precios pagados al productor y desfavorables condiciones climáticas (Vargas, 2002.) Finalmente en el año 2001 la recepción vuelve a crecer, para caer nuevamente en el año 2002 y situarse en 1605,4 millones de litros.

Durante este periodo analizado se produce un estrechamiento de la relación de invierno verano de la producción/recepción, en especial a partir de 1990, acompañado de un avance importante de la calidad higiénica de la leche fresca, como consecuencia de la instalación de estanques de enfriamiento a nivel predial en forma masiva, lo que ha significado que en la actualidad la totalidad de la leche adquirida por algunas industrias provenga de predios que cuentan con este tipo de instalaciones.

Cuadro 3. Relación invierno / verano.- Recepción país 1990-2002

MILES DE LITROS		
Meses	Año 1990	Año 2002
Mayo	54.603,8	127.108,5
Junio	49.825,3	116.258,7
Julio	50.972,6	116.566,8
Agosto	57.189,1	122.685,9
	212.581,8	482.569,9
Enero	93.251,6	149.680,7
Febrero	69.972,2	112.206,1
Noviembre	110.619,2	162.184,4
Diciembre	114.417,6	163.890,6
	388.267,6	587.965,8
R.I.V (*)	1 : 1,8	1 : 1,2

Fuente: Datos ODEPA. Boletín Leche 2002.

(*) R.I.V=Relación invierno verano según esquema de pago de las plantas corresponde a la producción de los cuatro meses de verano divididos por los cuatro meses de invierno.

El gran incremento de la producción y recepción de leche a nivel nacional fue acompañado por un crecimiento importante del consumo, el que creció desde 77 litros per capita en 1985 a 134 litros en 1996, traduciéndose en un crecimiento anual de 5% (Vargas, 2002) y que según el mismo autor cae a 127 ltros por persona el año 2000, como consecuencia de las dificultades económicas que han afectado al sector consumidor y a una menor disponibilidad de producción.

En la X Región la evolución de la producción y recepción de leche se presenta en condiciones similares a la del total del país. Al analizar el periodo 1988 al 2002 se aprecia que la recepción en plantas ha aumentado desde 442,8 millones de litros a 1.065,8 millones, lo que representa un 140,7 % acumulado, similar al aumento experimentado por el país en el mismo lapso. Ello estaría confirmando lo determinante que es la Región sobre el total de producción nacional ya que el incremento estaría determinado especialmente por el crecimiento de la X Región.

4. EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LECHE

Los precios de leche fresca en el país evolucionan desde una posición de mercado regulado que dura hasta fines de la década del 70, para liberarse este a partir de 1977-78, época donde se producen fuertes distorsiones al liberarse el precio al consumidor en primera instancia, manteniéndose fijados los precios al productor, lo que afecta fuertemente al sector industrial y en especial a las cooperativas, con gran deterioro de sus condiciones económicas.

A partir de 1980 los precios de leche a productor y a consumidor son liberados e interactúan libremente sujetos a la oferta y demanda, con un mercado internacional que afecta fuertemente los precios internos y sin mayor protección al sector productor, lo que significa una época de graves dificultades en el sector. A partir de 1983 se establece un sistema de derechos específicos sobre las importaciones con un valor aduanero mínimo, lo que comienza a tener efectos altamente favorables para los productores y desde allí se inicia un incremento sostenido de la producción con tasa superiores al 5 % promedio anual, que lleva a esta a ser duplicada en una primera etapa y triplicada luego a fines de la década del 90, sobre la base de la recepción de 1983.

En los últimos años, a partir de 1998, los precios de leche caen nuevamente por efectos combinados de precios internacionales, disminución de los subsidios a las exportaciones y restricciones a las barreras arancelarias. Lo anterior sumado a condiciones climáticas mas o menos favorables según los años, dan como consecuencia un estancamiento de la producción/recepción a partir de 1999.

ODEPA señala en su informe "Leche: situación 2002 y perspectivas 2003", que los precios de leche en polvo descremada y mantequilla alcanzaron valores FOB de US\$ 1300 y US\$ 1.250 por tonelada, con bajas de 36 % y 10 % respectivamente, que serian los más bajos desde 1990. Esto repercutió sobre los precios a nivel nacional, generando una fuerte tendencia a la baja en los mismos durante el año 2002.

Según la misma fuente, los precios internacionales para la leche en polvo descremada se recuperan para el año 2003 en cerca de 30 % con relación al precio medio del año 2002, no así la mantequilla que presenta valores similares a los del año anterior. Esto ha generado en el mercado nacional una tendencia al alza de los precios de leche fresca que se han visto recuperados en el primer trimestre del 2003 y que para los meses de invierno se observan con una tendencia a mayores incrementos.

5. VOCACIÓN GANADERA DE LA X REGIÓN

Al analizar la distribución e la producción lechera en Chile, llama la atención el alto grado de concertación de esta actividad que se produce en la Xa. Región, ya que alcanza aproximadamente a 66% del total del país. Esta situación tiene su justificación al revisar las condiciones de uso del suelo de la Región y en especial al compararla con el mismo uso en la Novena Región, donde la característica principal es que en la Xa. Región la proporción de suelo agrícola utilizado en praderas es muy superior al utilizado en la Región vecina situada mas al norte.

En efecto, sobre un total de 1.219.393ha disponibles en la Xa. Región, la superficie utilizada con praderas mejoradas y naturalizadas alcanza a 860.470ha mas 118.028ha de praderas sembradas lo que suma 978.498ha de praderas, que equivalen al 80,2% de la superficie utilizable. En la IXa. Región las praderas mejoradas y naturalizadas alcanza a 646.044ha mas 107.844ha de praderas sembradas, lo que suma 753.888ha, sobre un total de 1.319.468ha de superficie utilizable, lo que equivale a 57% del suelo destinado a praderas. ODEPA (2002)

Si se analiza a su vez la participación de las siembras en ambas regiones, se aprecia que los cultivos anuales en la Xa Región participan con 67.503ha, en cambio en la IXa. Región estos alcanzan 268.866 ha, lo que equivale a que en la IXa. Región prácticamente se utiliza cuatro veces mas terreno agrícola en los cultivos anuales. Si se considera el número de hectáreas de cultivos por hectárea de pradera, vemos que en la Xa. Región hay 14,5ha de praderas por cada hectárea de cultivo; mientras que en la IXa. Región por cada hectárea de cultivo anual hay 2,8ha de praderas Odepa (2002).

Estas cifras coinciden también con las existencias de ganado bovino registradas en cada Región donde los bovinos alcanzan a 1.350.290 para la Xa. Región y a 707.188 para la IXa. Región. (ODEPA con antecedentes de INE 1996-1997).

Estos antecedentes permiten deducir que existen condiciones en la Xa. Región que limitan las posibilidades de cultivos en el uso del suelo agrícola, por razones de clima más riguroso, de tal manera que las temperaturas son menores, el periodo libre de heladas es mas corto y las precipitaciones son más intensas y prolongadas, con un periodo de verano más breve y de menores temperaturas. Todos estos hechos conspiran a afectar la decisión de siembra debido a los riesgos inherentes y por lo mismo la tendencia es de una participación mucho mayor de las praderas como expresión de uso del suelo agrícola y a consecuencias de lo mismo la mayor participación de la ganadería de carne y leche como forma de utilización de las praderas.

El uso del suelo y la limitación de las alternativas de producción son las que han dado a la X Región sus características de área eminentemente ganadera y que ha obligado a gran parte del sector a concentrarse en esta actividad a través de los años, lo que ha traído como consecuencia un grado de inversión en instalaciones, praderas y ganado permanente y elevado, que ha venido a constituirse en su principal patrimonio y base de la economía del sector.

En esta zona, se concentra también la mayor proporción de la capacidad instalada industrial lechera del país, constituida por Soprole (dos plantas) Nestle (dos plantas) Loncoleche y Cumelén, en el área de las empresas privadas, más Colun, Cafra y Chilolac en el sector cooperativo.

Cuadro 4. Participación industrialización Xa. Región sobre total del país Año 2002.

Producto	Total país	X Región	%
Leche fluida	295.909.345 L	82.633.331 L	27,9
Queso	53.074.751 kg	46.001.227 kg	86,7
Leche en polvo	67.709.599 kg	54.720.174 kg	80,8

Fuente: ODEPA (2003).

La participación menor de la Xa. Región en la elaboración de leche fluida se explica por ser este el producto de menor vida útil y por requerir en consecuencia ser elaborado lo más cerca posible de los centros de consumo, tanto por su duración como por efecto del costo de transporte sobre el producto terminado.

Los antecedentes descritos permiten deducir que la producción ganadera continuará desarrollándose en la Xa. Región en forma prioritaria y es difícil pensar que se incorporen a corto o mediano plazo actividades de uso del suelo agrícola que la desplacen o la substituyan ya que cualquier actividad intensiva en el uso del suelo abarcará superficies reducidas, siendo difícil concebir en este momento alguna que pudiese incorporar grandes cantidades de suelo y/o demandar gran cantidad de mano de obra. Por esta razón, la vocación ganadera de la región se mantendrá como tal y dependerá de ella los resultados y el progreso económico de los agricultores.

Otras actividades de trascendencia en la zona, como la forestal y los cultivos acuícolas tienen sus propios nichos en el uso de los recursos naturales, razón por la cual se desarrollarán presumiblemente en forma paralela y en conjunto con la ganadería contribuirán al desarrollo económico regional en forma cada vez más importante.

Cuadro 5. Estructura del uso del suelo en la agricultura. Regiones IX y X años 1996-1997. Hectáreas.

Categorías Uso	IX Región	X Región
Uso intensivo		
Cultivos anuales	253.026	66.021
Frutales y viñas	4.132	8.820
Hortalizas y flores	4.173	2.925
Empastadas artificiales	107.844	118.028
Barbechos	11.583	4.908
Total uso intensivo (A)	380.758	200.702
Uso extensivo	63.120	378.471
Praderas mejoradas	582.924	481.999
Praderas naturales	646.044	860.470
Total praderas (B)	502.476	714.739
Otros suelos, inc. forestal (**)		
Forestal 1./ (C)	292.666	158.221
Total uso Extensivo	938.710	1.018.691
TOTAL (A+B+C)	319.468	1.219.393

Fuente: Elaborado por ODEPA con información INE e INFOR-CORFO

Nota : 1./Plantaciones forestales, pino radiata y eucaliptus III a X Región

NOTA : (**) ITEM NO INCLUIDO EN SUMATORIA

*** Tomado de fuente citada y resumido a Regiones IX y X por el autor.

6. PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO

Las perspectivas de crecimiento de la producción lechera del país y de la Xa. Región han sido analizadas por diversos autores, los que coinciden en que el potencial de crecimiento es elevado desde el punto de vista de los recursos naturales disponibles.

Smith (1998), indica que la producción del sector podría incrementarse un 50% sólo elevando a niveles medios los índices técnicos de producción por vaca y carga animal, por lo que sin incorporar mas superficie a la ya en uso ni el tamaño del rebaño, solo alcanzando una carga animal de 1,1 vacas/ha y 5.000 litros de leche por vaca se podría superar los 2000 millones de litros de recepción anual.

Vargas (2002), señala que Chile estaría entre los países con claro potencial exportador, dado el importante potencial de la eficiencia productiva. Este potencial se refiere a la incorporación de mas superficie productiva, potencial de incremento de la productividad de las praderas, mayor eficiencia de los productores individuales y del complejo productivo.

Se aprecia en los análisis señalados que las posibilidades de crecimiento están íntimamente ligadas a la condición de exportación de leche y productos lácteos del país, ya que en los últimos tres años se aprecia un balance lácteo positivo para Chile al analizar las importaciones -exportaciones. Este hecho hace concluir que el crecimiento de la actividad lechera en el país y la región estará fuertemente ligado a una participación cada vez mayor en el mercado internacional como exportador de leche y productos lácteos.

El crecimiento posible de alcanzar en la Xa. Región estará en todo caso muy relacionado con la producción de carne y leche, ya que si bien el mercado de la leche se aprecia con tendencia a saturar la actual demanda, no sucede lo mismo con el de la carne, donde Chile es importador neto en lo que a carne bovina se refiere. AASA (2001) indica para el año 2000 un consumo de 226.363,6 toneladas de carne bovina proveniente de la faena nacional y una importación equivalente a 127.738,4 toneladas, lo que indicaría un déficit de producción nacional de 27%, con un consumo per capita de 23,7kg. Significa esto que existe un gran espacio disponible en el mercado nacional de carne que será satisfecho principalmente con la explotación de ganado de doble propósito o de carne, que en todo caso generarán esta producción a partir de las praderas existentes en forma mayoritaria. Es posible pensar entonces que la actividad ganadera persistirá e incrementará su producción ya que existe espacio económico para ello en el futuro, debiéndose mantener un equilibrio a largo plazo en la producción en carne y leche, ante un esquema de precios internacionales que serán determinantes en ambos productos, y que exigirán de la producción interna un grado de competitividad compatible con la colocación de la producción.

7. FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO

Sin duda el factor que más afecta el desarrollo lechero es el precio que el producto tiene en el mercado, el cual a su vez estará influenciado por la demanda del mismo por los consumidores y por su capacidad adquisitiva. De este modo, al incrementarse la capacidad adquisitiva se incrementará la demanda y esta se transmitirá a los precios que aumentarán hasta que la mayor demanda quede satisfecha.

El segundo factor de influencia directa sobre la producción serán los precios internacionales cuando las condiciones son de economía abierta y libre juego de los elementos del mercado internacional. Esto generará que el precio del producto de importación tenderá a equilibrarse con los precios de la producción interna, la cual será comprada en condiciones de compra compatibles con la alternativa de importación.

Las condiciones de comercialización de productos lácteos será también determinante en el desarrollo de la producción, ya que la mayor parte son comercializados a través de los supermercados que participan con sus cadenas en forma mayoritaria, con márgenes elevados sobre el precio de venta lo que concurre a disminuir el valor asignable a la materia prima.

Un tercer factor que impactará el desarrollo lechero será el equilibrio de precios de otros productos agrícolas y pecuarios, que puedan competir con este en el uso del suelo, como sería el precio de la carne o el de los cereales, pudiendo ellos afectar en el sentido positivo o negativo, según los productos alternativos tengan precios favorables o desfavorables.

Sin duda que al igual que en cualquier otra empresa, será determinante en el desarrollo de la producción la rentabilidad que ofrezca el producto al comparar precios y costos. Estos dependerán en cada caso de la estructura de costos de la producción, del control que de los mismos se haga para ser llevados al mínimo y de la eficiencia que se alcance en el uso de todos los recursos.

Los factores señalados, además de otros que no se han indicado interactúan para generar un marco de valores en el cual se desarrollará la actividad, siendo el perfeccionamiento de la misma sobre la base del mejoramiento continuo de las practicas aplicadas en la producción e industrialización, lo que irá mejorando paulatinamente su posición y generará gran parte de los resultados.

8. ANÁLISIS DEL SISTEMA Y PROYECCIONES

Se ha señalado la importancia de la producción lechera en el país y en especial en la Xa. Región, esta actividad presenta la mayor participación en el producto interno, situación que es previsible se mantenga en el tiempo. No se aprecian alternativas que hagan esperar un cambio en este aspecto y la producción de carne se aprecia como actividad válida, asociada o no con la producción de leche.

Los cultivos anuales tienen una dimensión limitada en la Región, aunque existen condiciones favorables para el cultivo de remolacha azucarera y papas que si bien tienen un mercado limitado a cierto volumen de producción, que no permite prever un crecimiento importante en la participación de estos cultivos.

La situación de precios presenta también condiciones restrictivas en cuanto a sus perspectivas, por cuanto siempre será determinante el nivel de precios internacional, sea para suplir déficit permanentes o estacionales o para exportar los excedentes que se produzcan. Por otra parte la capacidad adquisitiva de la población influirá consumo de lácteos y es presumible que esta capacidad aumente a un ritmo inferior al que se puede esperar en el sector de la producción.

Dadas estas consideraciones, se puede inferir que el crecimiento de la producción de leche se hará con una participación cada vez mayor de la exportación de productos lácteos, que presenta oportunidades importantes, condicionadas si a un precio compatible con otros países exportadores. De esta manera, un incremento del consumo interno y un mayor volumen de exportaciones será la manera de absorber el crecimiento de la producción, permitiendo al sector productor una mayor generación de bienes derivados de esta actividad.

Del análisis efectuado previamente queda claro que existe el potencial favorable para incrementar la producción, con una limitante en los precios que estará presente y que es difícil pensar que en el corto plazo sea modificada, ya que requeriría un cambio en el criterio de compensaciones o subsidios en los países del Mercado Común y de EE.UU, donde es poco probable que se pueda dar tal situación a corto plazo. En el largo plazo, ya sea por las condiciones de los tratados de libre comercio (TLC) o por las acciones de organismos internacionales que postulan la eliminación de los subsidios de exportación, el escenario de precios se puede tornar más favorable.

Por esta razón el problema debe ser enfocado desde un punto de vista diferente, que es el de aumentar la rentabilidad de las explotaciones lecheras por la vía de optimizar sus costos de producción. Para ello se debe analizar la cadena completa de producción, comercialización de leche y reducir los costos sólo a los indispensables en vista de permitir su desarrollo.

Esta condición, se encuentra muy posiblemente en la producción de leche con mayor grado de estacionalidad, con un manejo que priorice el uso de praderas bajo pastoreo directo gran parte del año, con mínimo de forrajes conservados y con un periodo de ordeña con menor énfasis en los meses invernales. Los antecedentes disponibles permiten estimar que el costo de producción por esta vía, puede reducirse en a lo menos 10 %, con un impacto similar en la rentabilidad.

Este escenario no ha podido concretarse debido a que el sector industrial ha buscado optimizar su propia situación a través de un mayor grado de ocupación de su capacidad instalada reduciendo sus costos fijos, variables y de almacenamiento. Esto no es objetable, pero la condición es que si la industria puede optimizar su operación, también debiera permitir la optimización en mayor grado del sector productor, que es su contraparte en este negocio, debiéndose compartir beneficios entre ambas partes, lo que también beneficia a los consumidores en el largo y mediano plazo.

El mercado internacional ha dado señales positivas a la participación de nuestra producción, que si bien es pequeña inicialmente muestran una posibilidad que se irá acrecentando en el tiempo. Es de especial importancia para el rol exportador de nuestro país, que las características de calidad de la producción se traspasen a atributos en los productos terminados. Entre estos aspectos destacan especialmente la leche a partir de praderas, y garantías sanitarias como ausencia de fiebre aftosa y encefalitis esponjiforme bovina, que darían una ventaja a nuestros productos industriales derivados de la leche en el mercado internacional, cada vez mas impactado y preocupado por los efectos de la contaminación ambiental y la salud pública.

Dado que las cantidades de producto a exportar no serán de gran magnitud, si se requerirá de la incorporación de un valor agregado significativo. Ello que permitirá acceder a mejores precios de productos terminados diferenciados, evitando por todos los medios que solo vayan a incrementar el volumen de "comodities" que saturan el mercado internacional caracterizados por precios de liquidación y oportunismo.

Esto mismos elementos han sido considerados en la estrategia de comercialización de carne bovina en el mercado internacional, donde se participa ya con buenas expectativas a pesar de nuestro déficit interno de producción. Este déficit está siendo suplido con importaciones liberando producción nacional de alta calidad y mayor precio para atender un mercado internacional que aprecia y es capaz de pagar los atributos de nuestra producción.

9. CONCLUSIONES Y/O CONSIDERACIONES FINALES

- De los antecedentes y consideraciones descritas podemos concluir que las proyecciones del rubro lechero en nuestro país y en especial en la X Región son positivas, en especial en el mediano y largo plazo, una vez que los mercados internacionales vayan ofreciendo más y mejores posibilidades de participación.
- El consumo y la demanda interna también deberán aumentar en la medida que la economía nacional se active, visualizándose señales que permiten ser optimistas con respecto a este rubro.
- Lo anterior exigirá un mejoramiento continuo en las condiciones de producción, que resulten en costos cada vez más competitivos y que permitan financiar las inversiones necesarias, con un adecuado retorno de beneficios a los distintos actores del sector.
- En todo caso, los precios internacionales seguirán siendo determinantes en el mercado interno y en su evolución, por lo que será indispensable que la producción nacional se obtenga en forma compatible con los mismos, lo que permitirá el crecimiento y desarrollo del sector con beneficios para el país, los consumidores, los productores y las empresas del sector.

10. LITERATURA CITADA.

AASA. 2001. Revista Mercocarne Noviembre 2001. Publicaciones Lo Castillo S.A.

ANRIQUE, R. 1998. Descripción del Chile Lechero. En: Anrique, R.; Latrille, L.;

BALOCCHI, O.; ALOMAR, D.; MOREIRA, V.; SMITH, R.; PINOCHET, D.; y VARGAS, G. Competitividad de la producción lechera nacional, Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias., Vol 1. pp 1-27

ODEPA. 2003. Boletín de Leche.

ODEPA. 2003 .Estadísticas de la Agricultura Chilena. Base datos. Uso de Suelo -Cultivos anuales. Estadísticas Macro sectoriales y Productivas.

ODEPA 2003. Leche: Situación 2002 y Perspectivas 2003.

SMITH,R.1998. Caracterización de los sistemas productivos lecheros en Chile.. Competitividad de la producción lechera Nacional. Vol 1 pp 149-216.

VARGAS, G. 1998. Competitividad de la producción de leche en Chile. Competitividad de la producción lechera nacional, Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Vol II pp 317-385.-

VARGAS, G. 2002 Cambio estructural en el sector lechero chileno: Potencial exportador y desafíos. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile 29 pp.