

# Efecto de Forraje Mejorado y del Cambio en la Fecha de Parición Sobre la Producción de Leche<sup>1</sup>

G. Pichard\*, C.A. Gana\*

## ABSTRACT

Milk production of small farmers in La Unión county was studied under a farming systems research approach. Red clay soils predominate in the region, which is characterized by a temperate climate and a severe summer drought, resulting in seasonal pasture growth. This growth pattern and low annual yields were identified as the most serious limiting factors in achieving better feeding and higher milk production. In the traditional systems, the calving seasons concentrate mainly in the spring and summer, confronting a high risk of summer drought and resulting in annual milk yields of only 1200 to 1500 l/cow, in addition to the risk of forage scarcity. By means of a multivariate and dynamic linear programming, *ex ante* analyses were performed on 16 new forage alternatives and three different calving programs: 70% in autumn and 100% in autumn, both with winter supplementation, and 70% in spring with winter and summer supplementation. These strategies were intended to reduce the seasonal lack of forage obtained from natural pastures. Improved systems increased total dry matter production from 25% to 40% over the traditional ones, along with a reduction in the contribution of natural pastures from 50-60% in the traditional systems to 25-40% in those improved. The area so spared was used mainly for forage crops. All this resulted in an annual milk production increase of 1000 to 1300 l/cow. Due to the concentration of calvings in the autumn, higher average milk prices were obtained, increasing gross farm income up to 4%. Altogether, improved systems (calving season plus new forages) resulted in increases of 37% and 75% in the net farm income. This required small amounts of additional operational capital, but was still within the financial capacity of small farmers. It was concluded that the improved systems had a positive and significant impact on productive and economic parameters when compared to the traditional ones; also, autumn calving reduced the risks deriving from summer drought.

## COMPENDIO

Se estudiaron los sistemas de producción de leche que siguen pequeños productores de La Unión, X Región de Chile; una zona dominada por suelos rojos arcillosos, con clima templado y una fuerte sequía estival, que provocan una marcada estacionalidad en el crecimiento de los pastos. Esta estacionalidad y el bajo rendimiento de las praderas naturales son las principales restricciones para aumentar la producción de leche. Los sistemas tradicionales concentran las pariciones en primavera y verano, lo que, junto con el bajo nivel productivo (1200 l a 1500 l anuales por vaca), provocan un elevado riesgo por la carestía forrajera que deben enfrentar los animales. Mediante programación lineal multivariada y dinámica, se realizó un análisis *ex ante* del impacto por la introducción conjunta de 16 alternativas forrajeras mejoradas y de tres estrategias de concentración de pariciones (70% en otoño, 100% en otoño, ambas con suplemento invernal, y 70% en primavera con suplemento invernal y estival), como una forma de subir los niveles productivos y disminuir la dependencia del sistema de las condiciones climáticas y de los recursos forrajeros naturales. Los sistemas mejorados incrementaron la producción primaria por hectárea entre 25% y 40%, en relación con los tradicionales, y disminuyeron su dependencia de las praderas naturales desde un 50-60% hasta un 25-40% del forraje producido. Esto se consiguió mediante un aumento importante de la superficie destinada a cultivos forrajeros. Como consecuencia de lo anterior, las producciones por vaca aumentaron de 1000 l a 1300 l anuales. Como efecto de la concentración de partos en otoño, se lograron mejores precios para la leche, lo que representó hasta un 4% en el margen bruto del sistema global. Los incrementos logrados en el margen neto, vía incorporación de alternativas forrajeras mejoradas y cambios en la fecha de parición, variaron entre 37% y 75 por ciento. Dicho aumento se asoció, por lo general, con un incremento en el capital operativo, pero en niveles que no comprometieron la operación financiera habitual del sistema. Se concluyó que las mejoras propuestas aumentan significativamente los índices productivos y económicos de los sistemas tradicionales y, en el caso de la concentración de pariciones en otoño, el nivel de riesgo derivado de la severa sequía estival disminuye notablemente.

Palabras claves: Bovinos de leche, investigación en sistemas, pequeños productores, análisis *ex ante*, estación de parición.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 11 de junio 1993. Este trabajo ha sido desarrollado gracias al apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

\* Proyecto de Investigación en Sistemas de Producción de Leche para Pequeños Productores de La Unión, Chile. Convenio Pontificia Universidad Católica de Chile-CIID, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile

## INTRODUCCION

La producción de leche con base en praderas naturales de regiones templadas con clima seco-estival, se ve limitada por la breve duración de la estación de crecimiento de la vegetación, siendo más marcada cuanto menor es la disponibilidad de recursos forrajeros (6). Trabajos realizados por Pichard *et al.*

(14) indican que más del 80% del forraje crece en los meses de primavera (principalmente octubre y noviembre) y gran parte del resto en los primeros meses de otoño (abril y mayo). Tanto en invierno como en verano, la tasa de crecimiento de la pradera natural es esencialmente nula, debido a las bajas temperaturas y exceso de humedad, en el primero, y a la sequía, en el segundo.

La diversificación de recursos forrajeros, por medio del uso de praderas de rotación y de cultivos suplementarios, ha sido propuesta por Nicol y Barry (9), Sheldrick *et al.* (19) y Wheeler (20), como una estrategia para compensar los problemas derivados de la estacionalidad climática. Asimismo, la utilización intensiva de suelos en depresión hidromórficos (vegas), que mantienen humedad durante el período estival, ha sido sugerida como una estrategia de alimentación para el período seco.

La distribución estacional del forraje en praderas naturales influye sobre la curva de lactancia de las vacas (2), la que también es dependiente de la época en que se concentran las pariciones. Cuando estas ocurren en primavera, las lactancias se inician con un buen plano nutricional que, posteriormente, cae bruscamente al comenzar la sequía estival, dando como resultado lactancias de 7 a 8 meses. Cuando las pariciones ocurren en otoño, las lactancias se inician en un plano nutricional bajo, durante el período otoño-invierno; luego, hacia la mitad de la lactancia (primavera) se alcanza un buen nivel de alimentación.

La hipótesis de este trabajo es que es posible mejorar el sistema productivo y el desempeño económico predial, en particular el sistema de producción de leche, mediante un cambio en la época de parición de una parte del rebaño y un aumento de la oferta de alimentos en los períodos críticos. El objetivo del presente trabajo fue analizar el impacto de introducir opciones forrajeras mejoradas y del cambio en la fecha de parición del rebaño sobre el sistema de producción de pequeños agricultores de La Unión.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación y descripción general

Esta investigación se llevó a cabo en el sur de Chile, en la comuna de La Unión, ubicada en una zona de verano fresco correspondiente al tipo climático Cfsb de Köppen, pero con alta probabilidad de sequía estival (5). Las temperaturas máximas medias varían entre 25°C y 35°C en verano y bordean los 8°C y -10°C en invierno; en tanto que las temperaturas mínimas medias

fluctúan entre 12°C y 15°C en verano y se acercan a los 0°C en invierno. Las precipitaciones medias fluctúan entre 830 mm y 1080 mm anuales, 55% de las cuales se concentran en el invierno y sólo 7-10% durante los meses de verano (14). El centro geométrico del estudio está en las coordenadas 40° latitud Sur y 73° longitud Oeste.

El 73% de los productores en el área de estudio produce y entrega leche a plantas procesadoras. De esta fracción, 92% corresponde a pequeños productores que entregan menos de 50 000 l al año. Del total de productores de leche que abastecen la planta lechera de la Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión (COLUN), más del 70% entrega menos de 25 000 l/a (4).

La importancia de la leche dentro de los sistemas de producción locales es alta. En diversos casos estudiados, los ingresos anuales por concepto de leche variaron entre 30% y 60% del ingreso predial, llegando hasta el 100% cuando se considera el rubro carne, como subproducto de la lechería (13). Por otra parte, la leche como principal fuente de ingresos presenta mayor estabilidad histórica que otros rubros clásicos. De los tres rubros principales en la región (leche, carne y trigo) la primera ha presentado menores bajas en el precio, entre años consecutivos durante los últimos 15 años, con un 13.3% de máxima disminución; en tanto que la carne y el trigo han llegado a sufrir depreciaciones máximas de 21.8% y 23.7%, respectivamente (estimaciones realizadas con base en información suministrada por el Departamento de Estudios y Planificación, Ministerio de Agricultura, Chile).

### Metodología general

El estudio y caracterización de los sistemas de producción se realizaron conforme a la metodología de investigación en sistemas descrita por Zandstra *et al.* (21) y por Shaner *et al.* (18), y, posteriormente, por Li Pun y Borel (7) y por Ruiz (17). Se estudiaron los principales factores que toman parte en el proceso productivo, se cuantificaron sus relaciones y se formularon modelos simples para la evaluación *ex ante* de los componentes dentro del sistema. Se evaluaron *ex post* los mismos componentes, de acuerdo con los resultados de pruebas físicas de campo y de diagnósticos dinámicos, para ir perfeccionando los modelos generales. Estos modelos sirvieron como base para elaborar una metodología que permite simular el comportamiento de alternativas de producción en el sistema predial global y evaluar su resultado de acuerdo con una serie de parámetros físicos y económicos.

### Metodología de optimación

La optimación se hizo por programación lineal (BLP88 - Versión 4.11, *Eastern Software Products, Inc.*). Mediante este programa se busca la combinación óptima de recursos forrajeros y cultivos, que permitan maximizar el margen bruto y cubrir mes a mes los requerimientos de las diferentes categorías animales, de acuerdo con la disponibilidad de los diferentes tipos de suelo. El plan resultante de este modelo es sometido a una adecuación para que sea compatible con un manejo racional del predio y sus recursos y restringido a las limitaciones propias del productor.

El modelo de programación lineal consiste en una matriz de un número de variables y de restricciones, dependiendo del caso que se esté analizando. Cada variable es una actividad en la que se incluyen los recursos forrajeros, con prácticas de fertilización y conservación, los cultivos y los animales diferenciados por categoría, nivel productivo y estacionalidad de parición. Las restricciones del modelo, desde el punto de la alimentación animal, fueron consumo máximo de materia seca (MS) mensual, consumo mínimo de proteína cruda (PC) mensual y consumo mínimo de energía metabolizable (EM) mensual; desde el punto de vista de manejo agronómico, las restricciones fueron la cantidad y tipo de MS conservada y la superficie de cada tipo de suelo (vega, plano y ladera). El tamaño del rebaño también se incluyó entre las restricciones ya que constituye una inversión neta que de hecho es un factor limitante para el desarrollo de los pequeños productores.

Las variables de decisión del productor simuladas en la programación lineal fueron: la superficie por utilizar en cada alternativa forrajera o de cultivo, el tipo y cantidad de forraje por conservar, el número de animales y nivel productivo y la distribución de partos a lo largo del año. Para encontrar la respuesta correcta, el modelo debe considerar la estacionalidad de producción de cada una de las alternativas forrajeras con su costo, la estacionalidad de los requerimientos de las vacas, según su época de parición y nivel productivo, y la estacionalidad del precio de la leche.

Las variables consideradas en la programación lineal fueron las opciones forrajeras, la distribución de las pariciones y los requerimientos del rebaño de acuerdo con dicha distribución y su nivel productivo. En el caso de los recursos forrajeros, de un número inicial de 28 opciones se seleccionaron 18, con base en el grado de confianza de la información y la probabilidad de adopción por parte de los pequeños productores. Finalmente, el programa tomó 16 para la globalidad de los casos (Cuadro 1).

Los recursos forrajeros y cultivos disponibles son aquellos de los cuales se dispone información altamente confiable y que han sido considerados por los autores como alternativas biológicamente sólidas y exitosas, además de representar opciones de bajo riesgo y adecuadas a las capacidades de los pequeños productores. La información fue obtenida principalmente de la investigación en predios de los pequeños productores y de las experiencias realizadas por otras instituciones de investigación. Con ella se elaboraron las fichas técnicas de costos, uso de insumos, disponibilidad mensual de MS, energía y proteína, rendimiento total, y se calculó el resultado económico. Las fichas técnicas de las alternativas de producción constituyen la información base para la programación lineal.

La otra variable necesaria para la optimación es la suma, por separado, de los requerimientos de MS, EM y PC de las vacas lecheras, de los animales de reposición y de los machos criados más allá de los 6 u 8 meses. Dichos requerimientos se determinan por separado, mediante un submodelo basado en ecuaciones y tablas del ARC (1) y del NRC (8), ajustados para bovinos de tamaño mediano a pequeño, con bajo nivel de producción.

Este submodelo fue desarrollado en una planilla electrónica y tiene como variables de entrada los porcentajes de fertilidad, la mortalidad (adultos y terneros) y la parición mensual, así como el nivel de producción de leche y los pesos de las diferentes categorías. Las variables de salida (cada una de las cuales es mensual) son: el número de animales por categoría; los requerimientos de MS total máxima, de PC total y de EM total; la producción total de leche y la producción total de carne. A partir de esta información se elaboran las fichas técnicas de costos, uso de los insumos y requerimientos mensuales de MS, energía y proteína para cada grupo de animales.

Como factor determinante de los requerimientos de la masa leche se consideró la distribución de las pariciones durante el año, debido a la estrecha relación existente entre la estación de partos y los índices productivos de las vacas (Cuadro 2). Para calcular los requerimientos de las vacas lecheras, se consideró la curva de lactancia propia de cada estación de parto, para cada predio estudiado. Las curvas de lactancia tradicionales se obtuvieron de acuerdo con los controles lecheros mensuales; para las situaciones mejoradas, se lograron mediante la estimación de niveles productivos mensuales con base en mediciones bajo el supuesto de que la eliminación de la crisis de alimentación durante el invierno –en el caso de los partos en otoño (Fig. 1)– y la crisis de alimentación estival –en relación con los partos primaverales (Fig. 2)– permiten obtener curvas de acuerdo a la tendencia normal de lactancia (2). Los niveles de

Cuadro 1. Opciones forrajeras y de cultivos seleccionados por el programa durante la fase de optimización.

Alternativa forrajera o de cultivo de grano <sup>1</sup>	Forma de uso	MS utilizable (kg/ha)	Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Dosis de P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> (kg/ha)	Uso de M de O (JH/ha)	Temporada de uso <sup>2</sup>			
						V	O	I	P
Pradera natural (PN)	pastoreo	1 800-2 300	0	0	0	X	X	X	X
PN fertilizada	pastoreo	2 500-2 900	35	35	0,5	X	X	X	X
PN fertilizada	pastoreo y heno	2 600-3 000	35	35	2,5-4,5	X			X
PN de vega	pastoreo	3 200-4 000	0	0	0				X
Trébol rosado año 2 <sup>3</sup>	pastoreo	5 000-5 200	0	0	1	X		X	X
Trébol rosado año 3 <sup>3</sup>	pastoreo y heno	5 000-5 500	0	0	2,5-3,0	X			X
Trébol rosado año 4 <sup>4</sup>	pastoreo	3 000-3 400	0	0	0	X		X	X
Avena	pastoreo	5 300-5 700	70	54	7		X	X	
Avena	pastoreo y heno	5 300-5 900	70	54	8,5		X		X
Festuca + trébol subterráneo	pastoreo	3 200-3 500	25	40	1	X	X	X	X
Maíz para consumo en verde	"soiling"	7-14 mil	90	72	21-27				X
Maíz para conservación	ensilaje	13-15 mil	90	72	36,5	X	X	X	
Col forrajera	pastoreo o "soiling"	6 000-6 600	68	50	27	X	X		
Silfo	"soiling"	9-10 mil	70	70	15-16				X
Trigo y paja de trigo	venta (grano)	2-3 t	60	72	13,5	X	X		X
	pastoreo y heno	1 700-2 500							
Arveja y paja de arveja	venta	1,4-1,8 t	0	72	13,5	X	X		X
	heno	1 800-2 200							

1 PN: *Agrostis tenuis* Sibth. e *Hypochoeris radicata* L.; PN de vega: *A. tenuis* Sibth., *Lotus uliginosus* Schk., *Potentilla reptans* L. y varias ciperáceas y juncáceas; PN fertilizada o conservada: *A. tenuis* Sibth., *Lolium* spp., *Holcus lanatus* L. y *Trifolium repens* L.; trébol rosado: *T. pratense* L.; avena: *Avena sativa* L.; festuca: *Festuca arundinacea* L.; trébol subterráneo: *T. subterraneum*; maíz: *Zea mays* L.; col forrajera: *Brassica oleracea* L.; silfo: *Silphium perfoliatum* L.; trigo: *Triticum aestivum* L. y arveja: *Pisum sativum* L.

2 V: verano, O: otoño, I: invierno, P: primavera.

3 Sembrado solamente junto a trigo o avena; luego de la cosecha del cereal rebrota el trébol y es utilizado como tal en el segundo año. Por lo tanto, el único costo de establecimiento está representado por la semilla y su siembra.

4 Corresponde a la segunda temporada de utilización del trébol rosado. El programa deberá tomar esta opción si toma alguna de las dos anteriores.

producción de leche en los sistemas mejorados fluctuaron entre 2300 l y 3100 l por lactancia, dependiendo de las producciones observadas en cada caso. Las prácticas de alimentación de vacas y vaquillas introducidas en el modelo corresponden al manejo normal realizado por los productores.

La distribución de partos en los sistemas tradicionales muestra una concentración importante en

Cuadro 2. Índices productivos de leche en los sistemas tradicionales, de acuerdo con la época de parición.

Índice	Época de parición	
	Invierno	Primavera
Producción por lactancia (l)	1 989	1 645
Producción corregida a 305 días (l)	2 128	1 965
Duración de la lactancia (d)	255	227
Producción diaria inicial (l/d)	5,7	6,5
Máxima producción diaria (l/d)	11,0	12,0
Días a máxima producción diaria	75	44

1 Basado en 57 curvas de lactancia en diversos predios de pequeños productores.

Fuente: Pichard *et al.* (15).

primavera y verano (Fig. 3), con la consecuente disminución en la longitud de la lactancia y el aumento en el riesgo de producción de leche durante períodos secoestivales normales. Dicha distribución se modificó en las situaciones mejoradas por medio de la formación de grupos de parición concentrados en otoño o en primavera, de modo que sean compatibles con una

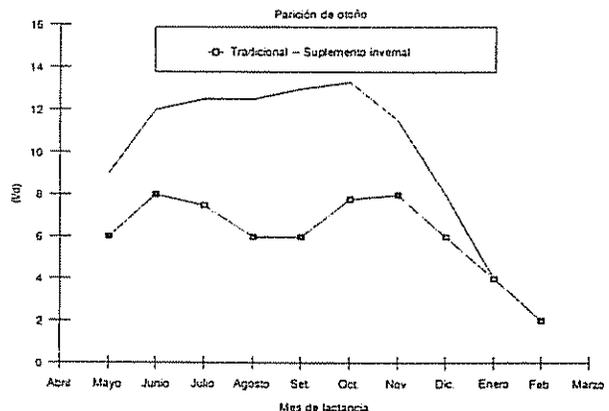


Fig. 1. Curvas de lactancia tradicional y con suplemento invernal para vacas con parición en otoño, en el rebaño de un pequeño productor de La Unión.

adecuada programación de la alimentación y producción de forraje (Fig. 4).

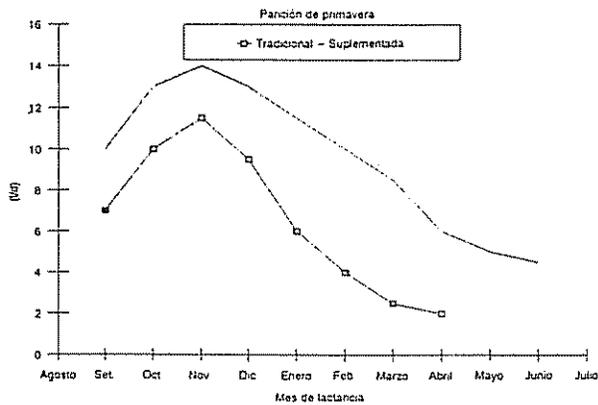


Fig. 2. Curvas de lactancia tradicional y con suplemento invernal para vacas con parición en primavera, en el rebaño de un pequeño productor de La Unión.

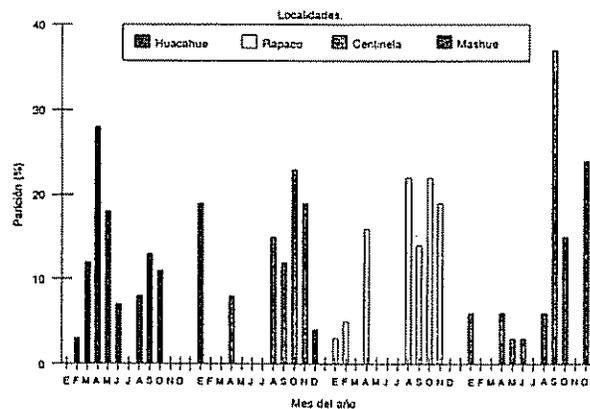


Fig. 3. Distribución tradicional de pariciones en los rebaños lecheros de cuatro pequeños productores en distintas en la zona de La Unión.

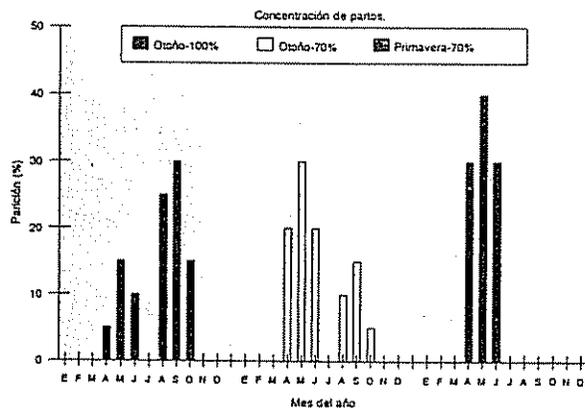


Fig. 4. Distribución de pariciones según tres estrategias de concentración de los partos de vacas lecheras.

**Análisis productivo y económico**

Los indicadores físicos de producción utilizados en este análisis fueron las producciones totales del sistema, los rendimientos unitarios y el uso de recursos, tales como mano de obra (total y marginal,) y de fertilizantes químicos.

El análisis económico se hizo con base en los siguientes indicadores: margen bruto (ingresos totales-costos directos totales); margen neto (margen bruto-costos indirectos); coeficiente de variación del flujo de caja (desviación estándar del flujo de caja mensual/promedio anual del flujo de caja); flujos negativos de caja; capital operacional marginal (o capital marginal para adquisición de insumos); rentabilidad del capital operacional marginal ((margen bruto plan mejorado-margen bruto plan de referencia)/(capital operacional plan mejorado-capital operacional plan de referencia)); capital de inversión marginal (o capital marginal para adquisición de ganado y establecimiento de praderas permanentes) y rentabilidad del capital de inversión marginal ((margen bruto plan mejorado-margen bruto plan de referencia)/(capital de inversión marginal)).

**RESULTADOS**

**Producción primaria**

La producción de biomasa registrada en los sistemas mejorados fue significativamente superior a la del sistema tradicional en los cuatro casos estudiados (Cuadro 3). Esta mayor producción se obtuvo principalmente al sustituir praderas permanentes por cultivos forrajeros, lo cual hizo cambiar la contribución de cada uno de ellos a la producción total de forraje en los cuatro predios (Fig. 5).

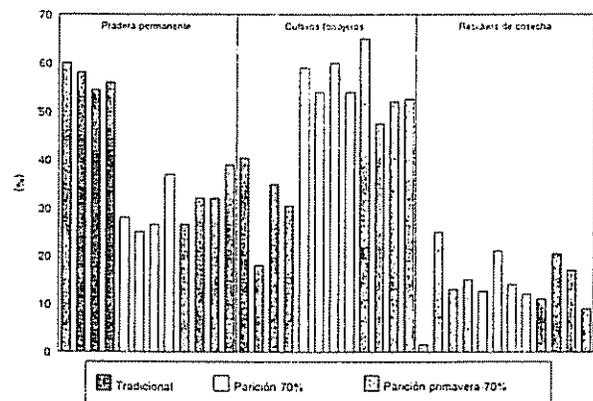


Fig. 5. Contribución de las praderas permanentes, cultivos forrajeros y residuos de cosecha a la producción de forraje en los sistemas tradicional, parición de otoño y parición de primavera.

**Cuadro 3. Producción de forraje en los sistemas tradicional y mejorados para cuatro casos de pequeños productores en la zona de La Unión.**

	Tradicional	Otoño-70%	Otoño-100%	Primavera-70%
Producción anual (t d/MS)				
– Caso 1	82	103	119	121
– Caso 2	48	54	55	57
– Caso 3	32	40	42	44
– Caso 4	37	45	51	55
Producción unitaria (MS t/ha)				
– Caso 1	2.7	3.1	3.4	3.4
– Caso 2	2.4	2.9	2.9	2.9
– Caso 3	2.8	3.4	3.6	3.8
– Caso 4	3.0	3.6	4.1	4.3

Los residuos obtenidos de la cosecha de trigo y arveja son un aporte importante y se mantienen dentro de sistemas mejorados en niveles comparables al tradicional. La máxima producción de biomasa se logró con la combinación de forrajes que sustenta el sistema de parición de primavera al 70 por ciento. El análisis de la producción promedio de MS por hectárea muestra para los casos 1 y 2 un incremento cercano al 25%, mientras en los casos 3 y 4 se aproxima al 40 por ciento. Los dos primeros son predios de mayor superficie, cuya limitación principal no es la disponibilidad de tierra, en tanto que en los casos 3 y 4 se trata de predios pequeños, donde sí constituye la limitación prioritaria.

En los diferentes casos, el maíz, ya sea para consumo en verde o para ensilaje, ocupó la máxima superficie de vega que se le asignó, a pesar de tener el más alto costo unitario. Esto se explica por su alta producción de forraje, con elevada concentración de nutrimentos, para el período de sequía y por la posibilidad de conservar forraje de alta calidad. De igual modo, la col forrajera, con un alto valor nutritivo, fue incluida en la superficie máxima determinada para ese ítem, de acuerdo con los requerimientos de mano de obra para su cosecha. Dentro de los rubros, que incluyen la práctica de henificación, el trébol rosado fue tomado consistentemente en los cuatro casos, alcanzando, en todos ellos, niveles de siembra cercanos o iguales a los que se les asignó como máximos, según su restricción para ser sembrado sólo asociado a cereales. La superficie destinada a este rubro, en los casos 2 y 3, fue mayor en los sistemas de parición concentrada en otoño que en los de parición concentrada en primavera, en tanto que en los casos 1 y 4 fue similar. Esto indica la importancia de contar con un forraje conservado de buena calidad para el período invernal, con vegetación de escaso desarrollo. Por su parte, el silfo, que se ofreció sólo en los sistemas de parición en primavera al 70%, fue tomado en tres de los cuatro casos. En el cuarto caso, que no fue tomado durante la optimización, se utilizó la

máxima superficie disponible de vega con maíz para consumo verde, superando parcialmente con ese recurso la fase desfavorable del verano.

La provisión de forraje para el sistema de parición en otoño al 100% requiere sacrificar la producción de grano en los predios de menor superficie. Si bien hay un incremento en el ingreso por venta de leche (entre 12% y 15%), este no compensa el menor ingreso por venta de grano de trigo y arveja. La razón está en la restricción para satisfacer los requerimientos del rebaño sin reducir su tamaño ni su nivel productivo. Así, la avena destinada a forraje compite por el mismo suelo y reemplaza el cultivo del grano.

#### Producción secundaria

La producción de leche aumentó sustancialmente en los sistemas mejorados respecto de los tradicionales, superándolos en más de un 64% en los casos 2, 3 y 4, y en un 20% en el caso 1, cuyo nivel inicial era bastante elevado. En promedio, los casos 2, 3 y 4 aumentaron en 1013 l por vaca en el sistema de parición en otoño al 70% y 1304 l por vaca en el sistema de parición en primavera al 70 por ciento. La mayor producción en este último sistema está dada principalmente por un período de suplemento más prolongado para las vacas que paren en primavera, que incluye el suplemento de verano. En cuanto al incremento en la producción de leche por hectárea, se mantuvieron las proporciones del aumento global, con excepción del caso 1, en el cual, por una parte, fue relativamente menor y, por otra, la superficie utilizada también aumentó.

El impacto de los sistemas mejorados sobre el sub-sistema leche no debe ser entendido solamente como un incremento en la producción total, sino también como una mejor distribución de la producción y entrega de leche a lo largo del año. Mientras en tres de los sistemas tradicionales, la leche entregada a la planta en

**Cuadro 4. Producción secundaria de los sistemas tradicionales y mejorados en cuatro casos de pequeños productores en la zona de La Unión.**

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 1			
	tradicional otoño-invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
<b>Producciones totales</b>				
Vacas vientre (núm )	20	20	20	20
Producción de leche anual (l)	48 800	59 240	65 180	62 140
Entrega de leche a planta anual (l)	41 900	52 200	57 180	56 380
Verano	6 411	6 995	5 146	15 448
Otoño	9 218	8 978	12 179	8 626
Invierno	12 319	17 226	21 557	11 276
Primavera	13 953	19 001	18 298	21 030
Producción de carne anual (kg)	6 180	6 160	6 040	6 280
<b>Indicadores unitarios</b>				
Producción de leche por vaca (l)	2 440	2 962	3 259	3 107
Producción de leche por hectárea (l/ha)	1 627	1 801	1 878	1 728
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	206	187	174	175

**Cuadro 4 (Cont.)**

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 2			
	tradicional primavera-verano invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
<b>Producciones totales</b>				
Vacas vientre (núm )	10	10	10	10
Producción de leche anual (l)	12 620	23 810	26 080	26 440
Entrega de leche a planta anual (l)	9 960	20 290	22 080	23 560
Verano	3 615	2 739	2 296	6 620
Otoño	1 514	3 307	4 526	3 346
Invierno	1 056	6 249	7 662	4 311
Primavera	3 775	7 994	7 596	9 283
Producción de carne anual (kg)	3 170	3 080	3 020	3 140
<b>Indicadores unitarios</b>				
Producción de leche por vaca (l)	1 262	2 381	2 608	2 644
Producción de leche por hectárea (l/ha)	634	1 260	1 365	1 349
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	159	163	158	160

Cuadro 4 (Cont.)

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 1			
	tradicional otoño-invierno otoño-invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
<b>Producciones totales</b>				
Vacas vientre (núm.)	8	8	8	8
Producción de leche anual (l)	12 408	20 352	22 720	22 864
Entrega de leche a planta anual (l)	10 240	17 536	19 520	20 560
Verano	3 164	2 052	1 659	5 592
Otoño	1 423	2 701	3 689	3 331
Invierno	1 382	5 734	7 183	3 865
Primavera	4 270	7 049	6 988	7 772
Producción de carne anual (kg)	2 430	2 464	2 416	2 512
<b>Indicadores unitarios</b>				
Producción de leche por vaca (l)	1 551	2 544	2 840	2 858
Producción de leche por hectárea (l/ha)	1 079	1 754	1 959	1 988
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	211	212	208	218

Cuadro 4 (Cont.)

ALTERNATIVA Concentración de las pariciones Epoca de suplemento	Caso 2			
	tradicional primavera-verano invierno	1 otoño-70% invernal	2 otoño-100% invernal	3 primavera-70% todo el año
<b>Producciones totales</b>				
Vacas vientre (núm.)	10	10	10	10
Producción de leche anual (l)	13 770	23 040	25 040	26 010
Entrega de leche a planta anual (l)	11 000	19 520	21 040	23 130
Verano	3 795	2 596	1 978	6 407
Otoño	1 683	2 967	3 977	3 655
Invierno	1 067	5 934	7 343	4 187
Primavera	4 455	8 023	7 743	8 882
Producción de carne anual (kg)	2 486	3 080	3 020	3 140
<b>Indicadores unitarios</b>				
Producción de leche por vaca (l)	1 377	2 304	2 504	2 601
Producción de leche por hectárea (l/ha)	1 120	1 858	2 019	2 024
Producción de carne por hectárea (kg/ha)	202	248	244	244

**Cuadro 5. Entrega porcentual de leche por estación climática en sistemas tradicionales y mejorados en cuatro casos de pequeños productores en la zona de La Unión (%).**

	Concentración de partos	Epoca de suplemento	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
<b>Sistemas tradicionales</b>						
Caso 1	tradicional	otoño-invierno	15	22	29	33
Caso 2	tradicional	invierno	36	15	11	38
Caso 3	tradicional	invierno	31	14	14	42
Caso 3	tradicional	invierno	35	15	10	41
<b>Media sistemas mejorados</b>						
Alternativa 1	otoño-70%	invierno	13	16	32	39
Alternativa 2	otoño-100%	invierno	9	20	36	35
Alternativa 3	primavera-70%	invierno-estío	28	15	19	38

las estaciones de invierno y otoño no superó, en conjunto, el 30% de la entrega anual, en los sistemas mejorados la entrega fue en promedio 34%, 48% en el otoño (70%) y 56% en el otoño (100%) (Cuadro 5). Por el contrario, los sistemas tradicionales presentan una alta proporción de entrega de leche durante la frágil estación de verano, superando el 30% en los casos 2, 3 y 4. Un análisis de las condiciones climáticas para el crecimiento de la vegetación antes y durante el estío, indica el alto riesgo a que se ven expuestos dichos sistemas.

Según se aprecia en el Cuadro 6, la probabilidad de precipitaciones mensuales significativas (50 mm por mes) a partir de noviembre y hasta marzo es ligeramente superior al 40%, llegando en los tres meses de verano a sólo un 25% de probabilidad. Estudios realizados por los autores muestran, para esos mismos meses, evapotranspiraciones mensuales en el rango de 110 mm a 180 mm y balances hídricos negativos

frecuentes entre noviembre y marzo (11). Del mismo modo, en condiciones climáticas normales, las tasas de crecimiento de la pradera natural son inferiores a 5 kg MS/ha/dma (12), por lo que los animales deben sustentarse básicamente en torno al sobrepastoreo de la pradera, al ramoneo del monte nativo, al pastoreo en vegas y al suplemento esporádico. Esto es lo que explica, en mayor grado, los bajos niveles productivos durante el verano de las pariciones de primavera y de verano.

Todas las estrategias de concentración de la parición mostraron mayores precios promedio ponderados que en los sistemas tradicionales, excepto en el caso 1, cuyo sistema convencional ya tenía más del 50% de la parición concentrada en otoño (Cuadro 7). En los tres casos restantes, el precio ponderado aumentó en promedio 2.0% en el sistema de primavera (70%), 5.1% en el sistema otoño (70%) y 7.2% en el sistema otoño (100%). De acuerdo con las estrategias de

**Cuadro 6. Probabilidad de ocurrencia de precipitación total por mes en primavera-verano en La Unión (%).**

Mes	Menor que 25 mm	Menor que 50 mm	Menor que 75 mm
Octubre	16.1	41.9	74.2
Noviembre	12.9	58.1	77.4
Diciembre	35.5	64.5	77.4
Enero	45.2	80.6	90.3
Febrero	48.2	74.2	87.1
Marzo	35.1	74.2	93.5
Abril	19.4	25.8	67.7

Fuente: Molinos Grob S.A., La Unión. Elaboración propia con base en 31 años de observaciones (1961-1991).

Cuadro 7. Precio medio ponderado de la leche obtenido en sistemas tradicionales y mejorados y su impacto sobre el resultado económico.

	Precio promedio ponderado de la leche <sup>1</sup> (US\$/l)	Aumento en el ingreso bruto sólo por concepto de precio (US\$/a)	Incremento en el margen bruto total sólo por concepto de precio (%)
<b>Caso 1:</b> 20 vacas adultas, concentración tradicional de partos en otoño e invierno	49.9		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.9	0	0
Alternativa 2: parición otoño-100%	51.0	62 898	1.7
Alternativa 3: parición primav.-70%	48.1	(101.484)	(2.7)
<b>Caso 2:</b> 10 vacas adultas, concentración tradicional de partos en primavera y verano	47.0		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.5	50 725	2.2
Alternativa 2: parición otoño-100%	50.5	77 280	3.2
Alternativa 3: parición primav.-70%	47.8	18 848	0.8
<b>Caso 3:</b> 8 vacas adultas, concentración tradicional de partos en primavera	47.2		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.6	42 086	2.5
Alternativa 2: parición otoño-100%	50.5	64.416	3.9
Alternativa 3: parición primav.-70%	48.1	18.504	1.0
<b>Caso 4:</b> 10 vacas adultas, concentración tradicional de partos en primavera y verano	46.9		
Alternativa 1: parición otoño-70%	49.3	46.848	2.5
Alternativa 2: parición otoño-100%	50.3	71.536	4.1
Alternativa 3: parición primav.-70%	48.0	25.443	1.2

<sup>1</sup> US\$1 = \$Ch380

concentración otoñal, el incremento en el ingreso bruto del sistema por el mejor precio percibido, solo por concepto de estacionalidad de la producción, es altamente significativo para un pequeño productor, pues representa el equivalente al dinero requerido durante uno o dos meses para solventar los gastos familiares de alimentación, vestuario, transporte, otros (ver Cuadro 8, ítem "remuneración del agricultor"). Asimismo, el aumento en el margen bruto total del sistema por este mismo concepto es de gran importancia por su magnitud y porque no representa ningún costo adicional, ya que el productor es un receptor de los precios determinados por la planta lechera. Por el contrario, en la medida que entrega más leche a la planta en los meses invernales, mayor es la bonificación en el precio de su producto.

A diferencia de la leche, la producción de carne no mostró variaciones importantes pues esta actividad es independiente de los niveles productivos de las vacas. Solo en el caso 4 se registró un aumento promedio de

un 22% en carne entre el sistema tradicional y los tres mejorados, lo que se debió a un incremento de los machos de segundo año para cría por razones de mayor disponibilidad de forraje. Dentro del modelo de simulación, planteado para el crecimiento de la masa ganadera, el resto de los sistemas alcanzaron en todos los casos el máximo número de terneros machos permitidos.

### Resultado económico

Los sistemas mejorados presentaron mejores ingresos brutos que los tradicionales, por el aumento en la producción de leche (Cuadro 8). En el caso 1, donde no se cultivan granos en el sistema tradicional, el 50% sobre el ingreso marginal de las alternativas mejoradas se explica por la incorporación de cultivos de grano al plan de producción. Los incrementos en el ingreso por venta de leche fueron considerablemente más elevados en los casos cuyos sistemas tradicionales presentan bajos niveles de producción (menores a 1600 l por vaca)

Cuadro 8. Resultado económico de sistemas de producción tradicionales y mejorados para cuatro casos de pequeños productores en la comuna de La Unión, \$ chilenos<sup>1</sup>

ALTERNATIVA	Caso 1			
	Tradicional otoño-invierno	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones	10	10	10	10
Número de vacas	otoño-invierno	invernal	invernal	todo el año
Epoca de suplemento				
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	2 089	2 604	2 914	2 713
Por venta de carne	2 225	2 204	2 144	2 281
Por venta de grano	0	1 012	1 012	1 012
Sub-total ventas	4 314	5 820	6 070	6 005
Por retribución de FIT	169	228	261	255
Por retribución de maquinaria propia	80	149	196	207
Subtotal	4 562	6 197	6 527	6 467
COSTOS DIRECTOS				
Por utilización de FIT	169	228	261	255
Por utilización de maquinaria propia	80	149	196	207
Por contratación de mano de obra	920	1 010	1 054	1 038
Por arriendo de maquinaria y servicios	0	91	91	91
Por pago de insumos	696	987	1 140	1 152
Subtotal	1 864	2 465	2 742	2 743
MARGEN BRUTO	2 698	3 732	3 785	3 724
COSTOS INDIRECTOS	858	858	858	858
MARGEN NETO	1 840	2 874	2 927	2 866
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	156	159	156
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	720	720	720	720
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	1 120	2 154	2 207	2 146
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	1 616	2 088	2 285	2 281
RELACION (Excedente) (Kop)	0.69	1.03	0.97	0.94
RENTABILIDAD del Kop (%)	167	179	166	163
Kop MARGINAL		472	669	665
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		219	162	154
CAPITAL DE INVERSION MARGINAL (K inv.)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	0
RENTABILIDAD del K inv. MARGINAL (%)				
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	0.36	0.82	0.72	1.00

antes que en el caso 1 (2440 l por vaca), debido a las restricciones para el aumento en productividad para cada caso. El menor ingreso bruto registrado en las estrategias de otoño (100%), en los casos 3 y 4, se debe a la sustitución de cultivos de grano por avena para suplir los requerimientos del rebaño, más exigentes en nutrimentos en invierno, que en rebaños con una concentración menor.

Debido al incremento en los niveles de producción de leche, el aporte de los distintos subsistemas varió

significativamente en los casos 1, 2 y 3 (Cuadro 9). El rubro leche, de un promedio de 25% de los ingresos subió hasta un 37% en promedio en la estrategia otoño (70%), un 42% de promedio en la estrategia otoño (100%) y un 39% en la de primavera (70%). En el caso 1, su aporte disminuyó por la inclusión del grano, lo que hizo bajar también el aporte del subsistema carne. Dada la tendencia favorable registrada durante los últimos 10 años en consumo y precio interno de la leche, así como en el ingreso *per cápita*, esta situación se ve como una ventaja favorable para los sistemas mejorados.

Cuadro 8 (Cont.)

ALTERNATIVA	Caso 2			
	Tradicional primavera-verano	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones				
Número de vacas	10	10	10	10
Epoca de suplemento	invierno	invernal	invernal	todo el año
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	468	1 004	1 114	1 126
Por venta de carne	1 151	1 102	1 072	1 140
Por venta de grano	1 012	1 012	1 012	1 012
Sub-total ventas	2 632	3 118	3 198	3 278
Por retribución de FIF	525	516	530	532
Por retribución de maquinaria propia	79	62	69	70
Subtotal	3 236	3 695	3 797	3 880
COSTOS DIRECTOS				
Por utilización de FIF	525	516	530	532
Por utilización de maquinaria propia	79	62	69	70
Por contratación de mano de obra	29	31	36	42
Por arriendo de maquinaria y servicios	175	198	192	169
Por pago de insumos	580	552	572	578
Subtotal	1 389	1 358	1 398	1 391
MARGEN BRUTO	1 848	2 337	2 399	2 489
COSTOS INDIRECTOS	802	802	802	802
MARGEN NETO	1 045	1 535	1 597	1 687
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	147	153	161
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	756	756	756	756
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	289	779	841	931
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	784	781	799	789
RELACION (Excedente) (Kop)	0.37	1.00	1.05	1.18
RENTABILIDAD del Kop (%)	236	299	300	315
Kop MARGINAL		-3	15	5
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		--	3 619	13 066
CAPITAL DE INVERSION				
MARGINAL (K inv)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	46
RENTABILIDAD del K inv MARGINAL (%)				1 403
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	1.83	1.52	0.72	1.64

En el Cuadro 8 se muestra que los incrementos en el margen neto por efecto del cambio en la estrategia de parición, junto con la introducción de alternativas forrajeras mejoradas, variaron entre 37% (caso 3 - alternativa 2) y 75% (caso 4 - alternativa 3). El sistema que presentó mayores incrementos de margen neto fue el de primavera (70%) por sus mayores niveles de producción de leche y, adicionalmente, por su compatibilidad con cultivos de grano en los casos de superficie restringida. Sin embargo, el aumento en el margen neto con pariciones de primavera viene acompañado de

un incremento en los requerimientos de capital de operación hasta un 41%, salvo en el caso 2, donde el aumento de producción de leche se debe a la introducción de trébol rosado con el cultivo de trigo; práctica en que la semilla es su único costo adicional.

De todos los casos, el 4 es el único que no presenta un sistema tradicional con relación (excedente): (capital operacional) sobre 1. El excedente, que refleja cuanto dinero queda realmente disponible para distintas necesidades de la familia luego de un año de

Cuadro 8 (Cont.)

ALTERNATIVA	Caso 3			
	Tradicional otoño-invierno	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones				
Número de vacas	10	10	10	10
Epoca de suplemento	otoño-invierno	invernal	invernal	todo el año
<b>INGRESO BRUTO</b>	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	483	869	986	989
Por venta de carne	883	882	858	912
Por venta de grano	306	447	322	608
Sub-total ventas	1 672	2 198	2 166	2 509
Por retribución de FTF	405	410	409	424
Por retribución de maquinaria propia	38	40	44	50
Subtotal	2 115	2 647	2 620	2 984
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
Por utilización de FTF	405	410	409	424
Por utilización de maquinaria propia	38	40	44	50
Por contratación de mano de obra	7	25	26	31
Por arriendo de maquinaria y servicios	92	108	110	101
Por pago de insumos	328	376	407	464
Subtotal	869	958	997	1 071
<b>MARGEN BRUTO</b>	1 245	1 689	1 623	1 913
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	214	214	214	214
<b>MARGEN NETO</b>	1 031	1 475	1 409	1 698
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	143	137	165
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	864	864	864	864
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	167	611	545	834
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	427	508	543	597
RELACION (Excedente) (Kop)	0.39	1.20	1.00	1.40
RENTABILIDAD del Kop (%)	292	332	299	321
Kop MARGINAL		81	116	170
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		546	326	394
<b>CAPITAL DE INVERSION MARGINAL (K inv.)</b>				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	156
RENTABILIDAD del K inv. MARGINAL (%)				42
<b>COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA</b>	0.84	0.98	0.75	1.39

producción, fue en los sistemas mejorados notablemente mayor que en los tradicionales. Considerando que este dinero es el que se utilizará en la próxima temporada como capital de operación, se concluye que los sistemas mejorados dan al productor la posibilidad de operar en este nuevo nivel sin necesidad de crédito, o bien, de invertir en su campo e ir capitalizando en el tiempo.

El capital de inversión necesario para el establecimiento de praderas permanentes (silfo y *Fes-*

*tuca-trébol* subterráneo) en las estrategias de concentración de partos en primavera, en los tres casos en que se necesitó, fue inferior a la diferencia entre el excedente y el capital de operación. Esto indica que tales opciones de inversión no afectan en absoluto la normal operación financiera del predio, pues los recursos generados a través de la leche son suficientes.

El coeficiente de variación del flujo de caja mostró un comportamiento altamente variable entre casos y entre alternativas. Sin embargo, un análisis de los

Cuadro 8 (Cont.)

ALTERNATIVA	Caso 4			
	Tradicional primavera-verano	1 otoño-70%	2 otoño-100%	3 primavera-70%
Concentración de las pariciones				
Número de vacas	10	10	10	10
Epoca de suplemento	invierno	invernal	invernal	todo el año
INGRESO BRUTO	(miles de pesos de junio de 1992)			
Por venta de leche	515	962	1 058	1 110
Por venta de carne	837	1 102	1 072	1 140
Por venta de grano	465	404	200	404
Sub-total ventas	1 817	2 468	2 330	2 654
Por retribución de FIF	482	486	482	493
Por retribución de maquinaria propia	47	49	44	46
Subtotal	2 346	3 003	2 856	3 193
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
Por utilización de FIF	482	486	482	493
Por utilización de maquinaria propia	47	49	44	46
Por contratación de mano de obra	15	37	34	42
Por arriendo de maquinaria y servicios	104	79	66	54
Por pago de insumos	413	443	489	514
Subtotal	1 060	1 094	1 116	1 148
<b>MARGEN BRUTO</b>	1 286	1 909	1 740	2 045
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	277	277	277	277
<b>MARGEN NETO</b>	1 009	1 632	1 463	1 768
Margen neto (porcentaje tradicional)	100	162	145	175
REMUNERACION DEL AGRICULTOR	432	432	432	432
EXCEDENTE (Margen neto remuneración)	577	1 200	1 031	1 336
CAPITAL OPERACIONAL (Kop)	531	559	589	609
RELACION (Excedente) (Kop)	1.09	2.15	1.75	2.19
RENTABILIDAD del Kop (%)	242	341	295	336
Kop MARGINAL		28	58	78
RENTABILIDAD del Kop MARGINAL (%)		2 203	777	969
CAPITAL DE INVERSION MARGINAL (K inv.)				
Establecimiento de praderas permanentes		0	0	142
RENTABILIDAD del K inv. MARGINAL (%)				134
COEFICIENTE DE VARIACION DEL FLUJO DE CAJA	1.40	0.84	0.70	1.03

NOTA: Todos los valores fueron contenidos con una relación de \$380 chilenos por US\$1.

flujos de caja para cada sistema mostró que en ninguno de ellos se registran flujos negativos en meses sucesivos; lo que muestra que los sistemas mejorados no provocan dificultades de financiamiento que pudieran eventualmente frenar su adopción.

#### DISCUSION

Los resultados indican que la mayor disponibilidad y calidad de la alimentación, por medio de las alter-

nativas forrajeras mejoradas introducidas al sistema, tuvo un impacto notable sobre el resultado económico predial. Los sistemas de producción tradicionales basan su alimentación en praderas naturales, las que, por su desarrollo escaso y estacional, no son capaces de soportar un rebaño con niveles de producción de leche superior a los observados. Además, los pequeños productores conservan forraje en cantidades, por lo general, inferiores a la necesaria para superar los periodos críticos, sometiendo las praderas naturales a sobrepastoreo gran parte del año.

Cuadro 9. Aporte de los distintos subsistemas al ingreso bruto predial en sistemas tradicionales y mejorados para cuatro productores (%).

	Alternativa	Leche	Carne	Grano
Caso 1	Tradicional	48.4	51.6	0
	Otoño-70%	44.7	37.9	17.4
	Otoño-100%	48.0	35.3	16.7
	Primavera-70%	45.2	38	16.9
Caso 2	Tradicional	17.8	43.7	38.5
	Otoño-70%	32.2	35.3	32.5
	Otoño-100%	34.8	33.5	31.6
	Primavera-70%	34.3	34.8	30.9
Caso 3	Tradicional	28.9	52.8	18.3
	Otoño-70%	39.6	40.1	20.3
	Otoño-100%	45.5	39.6	14.9
	Primavera-70%	39.4	36.4	24.2
Caso 4	Tradicional	28.4	46	25.6
	Otoño-70%	39	44.7	16.4
	Otoño-100%	45.4	46	8.6
	Primavera-70%	41.8	43	15.2

Las interacciones edáficas y climáticas descritas por Roberts (16), que contribuyen a acentuar la baja disponibilidad de forraje y su efecto negativo sobre la producción animal, se aplican plenamente en la región estudiada en este trabajo. La diversificación en la oferta de forrajes alternativos permitió, por un lado, aumentar el volumen de alimento y, por otro, elevar la concentración proteica y energética de la dieta. Todo esto se reflejó en una mayor capacidad del sistema para mantener vacas de más altos requerimientos. Los sistemas mejorados propuestos en este trabajo mantienen la arquitectura central de los tradicionales, plantean una solución óptima desde el punto de vista económico, lo que asegura un equilibrio dinámico entre los recursos alimenticios y los requerimientos del rebaño. Esto redundó en un incremento de los índices productivos y hubo un mejoramiento en el resultado económico de los sistemas.

Las razones por las cuales los pequeños productores no adoptan espontáneamente las alternativas mejoradas radican, de acuerdo al sondeo y la encuesta realizados durante las fases iniciales del trabajo (10), en el desconocimiento de nuevas alternativas forrajeras y de sus técnicas de producción, en la falta de apoyo técnico permanente, en la desconfianza frente a estrategias de producción novedosas y en el mayor costo por mano de obra que requieren algunas de ellas. Cereceda y Barría (3) señalaron la importancia que tiene la continuidad de la explotación familiar y, por lo tanto, la baja disposición del pequeño productor a tomar riesgos, como la puesta en marcha de nuevas prácticas de producción sin contar con un apoyo adecuado.

La concentración de las pariciones en otoño presentó diferentes resultados de acuerdo con su intensidad. La concentración de todas las pariciones en otoño (otoño al 100%), si bien tiene el atractivo de facilitar el manejo mediante una mejor organización de los requerimientos nutricios en cada época del año, tuvo un resultado económico levemente superior al sistema otoño al 70% en los casos 1 y 2, que no tienen limitación severa de superficie. Por otro lado, tuvo un efecto claramente negativo en los casos 3 y 4, obligando a prescindir de la producción de grano (trigo o arveja) para producir el forraje requerido por el rebaño, con el consiguiente deterioro en el resultado económico.

Al comparar la concentración de partos en otoño frente a la de primavera se pudo apreciar, en general, que esta última estrategia mostró mejores resultados económicos, hecho que en un mayor período de suplemento alimenticio genera una respuesta directa en la producción de leche. Sin embargo, según la información climática, el nivel de riesgo para ambos sistemas es claramente diferente. Si se considera que en los sistemas mejorados hay, entre los meses de noviembre y marzo, una fuerte producción de forraje y que ella es dependiente de la caída pluviométrica en la estación, se puede inferir que un sistema basado en el crecimiento de los forrajes de fines de primavera y verano tiene una baja estabilidad. Los forrajes cultivados en suelos de vega se excluyen, en gran medida, de este problema de sequía estival, pero en general son superficies pequeñas y aun a veces no existen. Las alternativas forrajeras seleccionadas en los sistemas mejorados superan largamente la situación tradicional basada en praderas naturales, pero mantienen cierta dependencia del clima. Por otra parte, en el período de

otoño e invierno, la variación entre años respecto a los parámetros más limitantes, como exceso de lluvia y bajas temperaturas, es claramente menor tanto por los valores absolutos de estos parámetros (14), como por su influencia sobre el crecimiento de las plantas, el cual es muy bajo en todos los casos.

Si se analizan las curvas de requerimientos de las vacas lecheras a lo largo del año con las tres estrategias de concentración, se observa el acertado efecto que tienen las pariciones de otoño para disminuir los requerimientos del hato en los meses más críticos de sequía estival, como son febrero y marzo (Fig. 6). Las pariciones concentradas en primavera, en cambio, requieren un fuerte suplemento desde noviembre hasta abril.

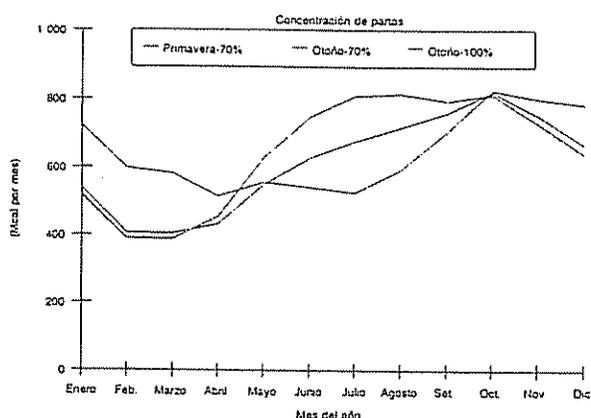


Fig. 6. Requerimientos de las vacas lecheras de un pequeño productor de La Unión en un año, según diferentes estrategias de concentración de la parición.

La consideración antes mencionada adquiere su máxima importancia por tratarse de sistemas mejorados que incrementan la producción significativamente por sobre los niveles tradicionales, haciendo que ellos sean más susceptibles a efectos ambientales adversos. La producción tradicional en niveles de 1200 l a 1500 l por lactancia no involucra mayores riesgos productivos en caso de sequía, ya que las vacas ajustan su metabolismo para mantenerlos, haciendo uso de sus reservas corporales y con pequeños suplementos alimenticios en forma esporádica. El manejo tradicional de carácter extensivo es sin duda el menos riesgoso, pero realizado en operaciones de pequeña escala no es compatible con las necesidades de crecimiento económico del productor y su familia.

### CONCLUSIONES

El análisis de los sistemas de pequeños productores de La Unión indica que probablemente el factor

limitante que más restringe la producción de leche en la zona es la excesiva dependencia de praderas naturales, donde se produce biomasa en abundancia. El otro factor es naturalmente el escaso patrimonio del productor, reflejado ya sea en una superficie de terreno pequeña y limitante, o bien, en una masa de ganado reducida, lo que provocan producciones totales bajas. Investigaciones anteriores (14) han mostrado que no hay limitaciones de potencial genético en las vacas para alcanzar fuertes mejoras en los niveles actuales de producción de leche.

Los terrenos en que se encuentran las praderas naturales son, en general, bastante pobres. Ellos han sido sobreexplotados y su fertilidad natural es baja. La aplicación de fertilizantes en estas praderas ha mejorado su productividad, pero en niveles muy bajos para poder suplir los requerimientos nutricios de los rebaños lecheros. Por otra parte, los cultivos forrajeros se siembran en sectores de mejores suelos y su época de crecimiento permite extender el período de disponibilidad normal de alimento. De esta manera se cumple mejor con los requerimientos del rebaño lechero, cuya lactancia de diez meses se ve muy afectada por la breve estación de crecimiento de las praderas naturales.

El análisis de la producción de forraje en el período invernal y estival indica que este último presenta grandes oscilaciones entre años, como consecuencia de ser muy sensible a las frecuentes sequías que se han registrado entre los meses de diciembre y marzo. Esto explica la ventaja de la concentración de pariciones en el otoño, de manera que, una vez llegado el período de verano, las lactancias se encuentren en su término. En caso contrario, con pariciones concentradas en primavera, si bien teóricamente se logran resultados muy similares de productividad al otoño, se asume un riesgo más elevado.

Se concluye que, en las condiciones de esta zona, con praderas permanentes de baja productividad, un aumento significativo en producción secundaria es posible solamente si se incorporan cultivos forrajeros, en verde y conservados, como suplementos estratégicos para la alimentación más balanceada y prolongada de las vacas lecheras. Estos requieren, por lo general, un pequeño incremento en mano de obra y capital operacional y casi prescindir de mecanización, siendo por lo tanto adecuados para los pequeños productores aquí estudiados.

### LITERATURA CITADA

- ARC (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. England, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Gresham Press. 351 p.

2. BROSTER, W.H.; BROSTER, V.J. 1984. Long term effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. *Journal of Dairy Research (U.K.)* 51:149-196.
3. CERECEDA, L.E.; BARRIA, L. 1984. Comportamiento económico y racionalidad del campesino. Santiago, Universidad Católica de Chile, Instituto de Sociología. Cuadernos de Sociología. 285 p.
4. COLUN (COOPERATIVA AGRICOLA Y LECHERA DE LA UNION). 1991. Informativo noviembre-diciembre 1991. La Unión, Chile. 30 p.
5. GASTO, J.; GALLARDO, S.; CONTRERAS, D. 1987. Caracterización de los pastizales de Chile: Reinos, dominios y provincias. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. IISA-8716. p. 181-210.
6. JOHNSON, H.D. 1987. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. In *Bioclimatology and the adaptation of livestock*. H.D. Johnson (Ed.). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier. p. 35-57.
7. LI PUN, H.H.; BOREL, R. 1986. La investigación en componentes en el proceso de investigación en sistemas de producción animal. In *Reunión de Trabajo Sobre Sistemas de Producción Animal (6., 1986, Panamá)*. Informe. H.H. Li Pun, N. Gutiérrez (Eds.). Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IDRC-MR 139s. p. 10-43.
8. NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. 5 ed. Washington, D.C., National Research Council, National Academy of Sciences, National Academy Press. 108 p.
9. NICOL, A.M.; BARRY, T.N. 1980. The feeding of forage crops. In *Supplementary feeding*. K.R. Drew, P.F. Fennessy (Eds.). New Zealand, New Zealand Society of Animal Production. p. 69-106.
10. PICHARD, G.; ORTEGA, J. 1986. Investigación en sistemas de producción de leche para pequeños productores, La Unión, Chile. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe de Proyecto no. 1. 105 p.
11. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; MOORE, F. 1990a. Investigación en sistemas de producción de leche para pequeños productores La Unión, Chile: Segunda fase. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe de Proyecto no. 2. 89 p.
12. PICHARD, G.; ORTEGA, J.; ALCALDE, J.A. 1990b. Proyecto de investigación en sistemas de producción de leche para pequeños productores en La Unión, Chile. In *Reunión General de RISPAL (9., 1990, Zacatecas, Méx.)*. Informe. A. Ruiz, M.E. Ruiz (Eds.). San José, IICA-CIID. p. 47-59.
13. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; GANA, C.A. 1991a. Parámetros para la evaluación económica de predios de pequeños productores de leche. In *Reunión Anual de SOCHIPA (16., 1991, Valdivia, Chile)*. Resúmenes. Sociedad Chilena de Producción Animal. p. 26.
14. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; ORTEGA, J. 1991b. Sistemas de producción de pequeños productores de leche en la zona de La Unión (Chile). *Turrialba (C.R.)* 41(1):31-39.
15. PICHARD, G.; ALCALDE, J.A.; GANA, C.A. 1993. Factores limitantes y desarrollo de alternativas mejoradas para la producción de leche en predios de pequeños productores, La Unión, Chile. In *Reunión General de RISPAL (10., 1991, Puerto Varas, Chile)*. A. Ruiz, M.E. Ruiz (Eds.). San José, C.R. IICA-RISPAL. (En prensa).
16. ROBERTS, B.R. 1987. The availability of herbage. In *The nutrition of herbivores*. J.B. Hacker, J.H. Ternouth (Eds.). New York, Academic Press. p. 47-63.
17. RUIZ, M.E. 1989. El enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en América Latina. In *Ciencias sociales y enfoque de sistemas agropecuarios*. E. Nolte, M.E. Ruiz (Eds.). Lima, Perú, IICA-RISPAL. p. 9-35.
18. SHANER, W.W.; PHILIPP, P.F.; SCHMEHL, W.R. 1982. Farming systems research and development: Guidelines for developing countries. Colorado, EE.UU., Westview Press. 414 p.
19. SHELDRICK, R.; THOMSON, D.; NEWMAN, G. 1987. Legumes for milk and meat. London, U.K., Chalcombe Pub. 102 p.
20. WHEELER, J.L. 1981. Field evaluation of complementary forage-pasture systems. In *Forage evaluation: Concepts and techniques*. J.L. Wheeler, R.D. Mochrie (Eds.). Australia, AFGC/CSIRO. p. 507-516.
21. ZANDSTRA, H.G.; PRICE, E.C.; LITSINGER, J.A.; MORRIS, R.A. 1981. A methodology for on-farm cropping systems research. Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute. 149 p.