

CONSIDERACIONES GENERALES PARA ORIENTAR LA SELECCION DEL TIPO ANIMAL PARA LA PRODUCCION DE LECHE EN EL SUR DE CHILE

Norberto Butendieck B.

INTRODUCCION

En la IX y X Región se concentra el 78% de la producción lechera del país, la que en un 91% se destina a la producción de quesos y leche en polvo. Se trata, por lo tanto, de leches destinadas a la industrialización y no al consumo de leche fluida. La producción de leche del país ha venido creciendo en los últimos 5 años a tasas que bordean el 11% anual (Figuras 1 y 2). Ello significa que en poco más de 6 años se podría duplicar la producción. Aunque el consumo ha aumentado ostensiblemente en los últimos años, es poco probable que pueda absorber en el corto plazo una duplicación de la producción. Por lo tanto, si se desea mantener el crecimiento del sector, es necesario encontrar mercados externos que puedan absorber esa mayor producción. Las causas que respaldan este notable desarrollo de la actividad lechera son de variada índole. Sin embargo se puede señalar, que en el incremento de la producción, la transferencia de tecnología en alimentación, nutrición, reproducción, salud animal y mejoramiento genético, es responsable de una parte importante de estos cambios.

Por otra parte, la producción de leche podría aumentar más al encontrar mercados externos, en atención a que la lechería es una de las actividades que podría utilizar grandes superficies de suelo agrícola dentro del marco de la reconversión de la agricultura.

La obtención de mercados externos para la producción de leche depende en gran medida de dos factores, que deben transformarse en objetivos primordiales dentro de los sistemas de producción. Ellos son la calidad del producto que se pueda ofrecer y el precio. El precio, a su vez depende del sistema de producción utilizado y de la eficiencia con que se logre la producción.

Los sistemas de producción más frecuentemente usados en la zona sur del país se han basado en el pastoreo de praderas, conservación de forrajes, bajo uso de concentrados y razas de doble propósito. El perfeccionamiento de estos sistemas de producción,

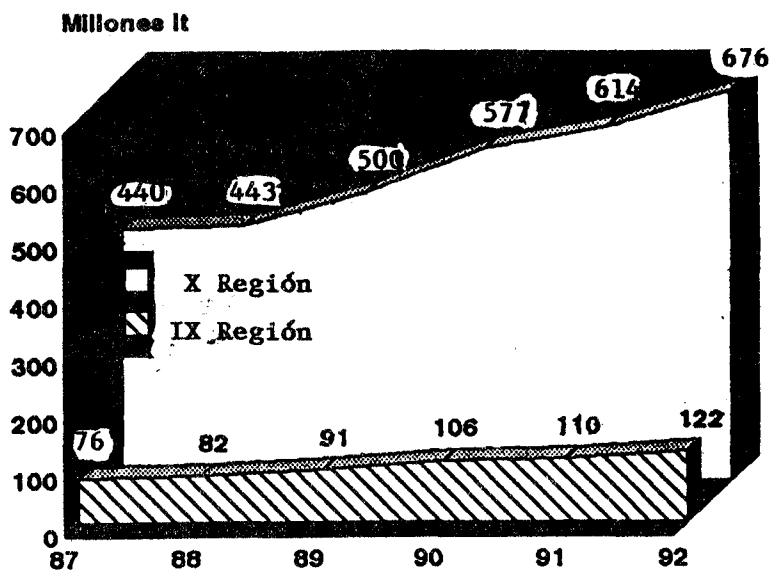


Figura 1. Recepción de leche fluida en plantas

Fuente: MINAGRI

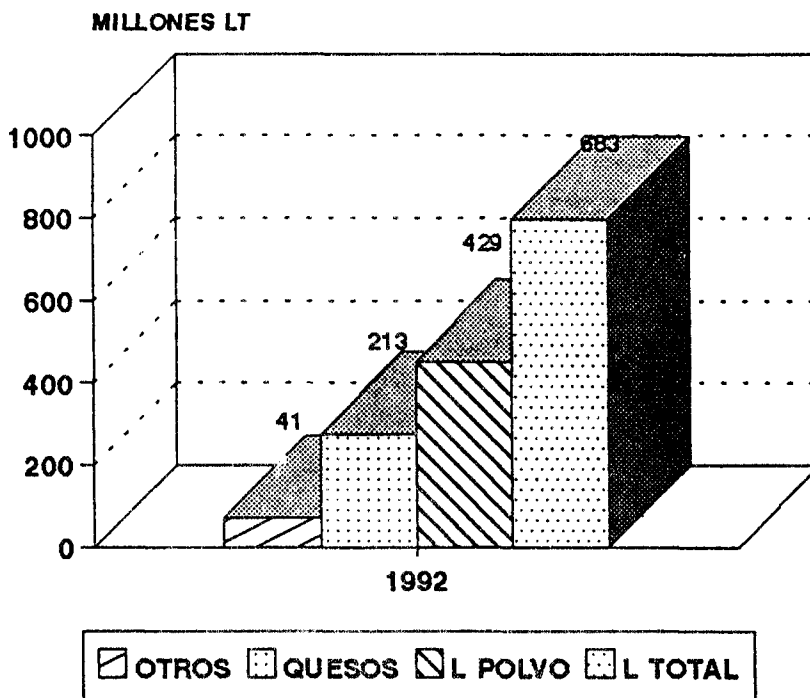


Figura 2. Producción de leche en polvo y quesos IX y X Regiones

Fuente: MINAGRI

utilizando un genotipo animal apropiado, praderas de calidad, mediante incorporación de variedades mejoradas, fertilización, manejo, y uso moderado de concentrado, ha permitido obtener buenos niveles de producción por hectárea con costos muy competitivos, que se ubican entre 6.000 y 12.000 kg/ha.

A partir de 1977 se inició en el sur de Chile la introducción masiva de genotipo Holstein Friesian (HF), tendencia que se ha acentuado en los últimos años. Junto con ello se han incorporado otros elementos tecnológicos a los sistemas de producción, entre los que se pueden señalar el mayor uso de concentrados balanceados, la utilización del maíz para ensilaje y la alfalfa, entre otros.

Todo ello ha contribuido a aumentar la producción de leche. Sin embargo poco sabemos como se han afectado los componentes de la leche, grasa, proteína y sólidos totales ni cual es el comportamiento reproductivo de las cruces del ganado Overo Negro con el HF.

No puede discutirse que la introducción del genotipo HF no haya sido un factor positivo. La mayor utilización del genotipo HF en el sur del país, a partir de 1977, y la disponibilidad de herramientas para la evaluación y manejo genético, han sido factores determinantes en la contribución que las variables genéticas han realizado al aumento de la producción de leche.

La incorporación creciente de genotipo Holstein seguramente experimentará en Chile la misma tendencia que ha seguido en la mayoría de los países. Tal situación no significa necesariamente que, bajo las actuales circunstancias, ello sea lo más favorable para la mayoría de los productores. Este desarrollo se basa en tres elementos concretos:

1. El más amplio programa de evaluación genética a nivel mundial.
2. La mayor capacidad de respaldo técnico a estos programas.
3. La mayor organización y capacidad de marketing para sus productos genéticos.

Estos elementos han permitido la formulación de un modelo de producción de leche para E.E.U.U., que en términos simplificados podría expresarse de la siguiente manera:

Leche = Vaca Holstein + Alfalfa + Maiz + Concentrados

En este modelo, la proporción de concentrados en la dieta se mueve entre el 50 al 65%. Por tal motivo, donde la producción esté destinada a leche fluida y además exista una relación de precio leche concentrado favorable, la aplicación de este esquema llevará al éxito.

Este modelo, sin descartarlo absolutamente, probablemente no representa la mejor opción para el sur de Chile, en atención al destino que tiene su producción actualmente, situación que debería acentuarse al ingresar a los mercados de exportación. Además hay que tener en cuenta que la expresión del potencial genético del ganado HF requiere de un ambiente más sofisticado en cuanto a estabulación y alimentación. En este aspecto se precisan dietas balanceadas con una alta concentración energética. Ello sólo se consigue con forrajes de alta calidad y uso creciente de concentrados. En la medida que la absorción genética por HF sea mayor, mayor serán los requerimientos de concentrado y más complejo será el sistema productivo que se deba estructurar. Bajo estas condiciones el manejo de la eficiencia reproductiva puede llegar a ser un factor limitante que será necesario considerar. Ello nos obligaría a entrar en sistemas productivos equivalentes a los vigentes bajo estabulación permanente, típicos de E.E.U.U. y otros países, con lo cual probablemente estaríamos perdiendo las ventajas competitivas que podemos crear si utilizamos sistemas pastoriles intensivos bien manejados.

Por ello parece conveniente definir el nivel de absorción y su relación con el tipo de ganado HF a utilizar en sistemas de producción concebidos para mantener competitiva la actividad lechera en el sur de Chile.

Dentro de este contexto favorable en que se desarrolla la actividad lechera actualmente, puede aparecer extemporánea una voz de alerta frente a un sistema general de producción de leche que se está configurando progresivamente con la incorporación de nuevos recursos tecnológicos. Las opiniones que se vierten con ocasión de este seminario no deben ser consideradas como una crítica a lo que se está realizando. En lo fundamental sólo se pretende destacar las fortalezas y debilidades que pueden evidenciar los sistemas productivos futuros, con el propósito que la toma de decisiones sobre la orientación, que decidan adoptar las empresas dedicadas a la producción de leche, en sus programas de selección esté asentada sobre bases debidamente evaluadas.

Con el objeto de reforzar esta idea es importante señalar que en materia de producción nada es absoluto, ya que lo que es bueno para un productor, no necesariamente tendrá que serlo para su

vecino, en atención a condiciones agroecológicas, comerciales, financieras, empresariales y de otra índole. Por lo tanto, las ideas que se señalan a continuación deben tomarse dentro de tal contexto.

Finalmente, es conveniente recordar, que al practicar mejoramiento genético con las técnicas actualmente en uso, no se están incorporando nuevos genes al fondo génico de la población, simplemente se cambian genes por otros para lograr un mejoramiento productivo. Por lo tanto, al mejorar por un lado perdemos por otro y generalmente lo que se pierde es la capacidad de adaptación al romperse el balance relacional. Ello impone al sistema productivo una creciente complejidad, que requiere un control cada vez mayor de los factores ambientales, lo que lleva implícito un mayor costo, tanto en inversiones como en operación. Ello puede llevar a configurar sistemas productivos poco flexibles, con menor capacidad adaptativa y por ende menos competitivos. La aparición de nuevas tecnologías, unas muy avanzadas, otras en desarrollo (uso de hormona del crecimiento y aplicación de técnicas de ingeniería genética) pueden hacer variar profundamente los sistemas productivos y afectarnos tanto positivamente como negativamente.

INTERACCIONES GENETICO AMBIENTALES

La utilización de los productos del programa de selección genética más amplio del mundo no parecía representar mayores problemas en atención a que la teoría genética había determinado que la interacción genético-ambiental no era importante. Ello significa que no importa donde se haya realizado la evaluación genética de los toros por cuanto el ambiente no la afectaría. Sobre la materia hay bastante información, pero comienzan a emerger nuevos antecedentes que deben ser considerados si el modelo de producción no es equivalente al ambiente de donde provienen los toros probados.

Lamb y Anderson (1966), en un ensayo muy bien diseñado, investigaron la interacción entre grupos de progenies de toros y raciones que se diferenciaron ampliamente. Informaron sobre resultados de 200 hijas de 14 toros, de las cuales la mitad se alimentó durante su primera lactancia sólo con forraje. La otra mitad recibió forraje más 1 kg de grano por cada 3,5 kg de leche corregida por grasa. Se utilizaron dos medidas de eficiencia bruta, kg de leche corregida al 4% (LC) por kg de materia seca digestible y $750 \times$ kg de LC sobre calorías de energía consumida. Los valores para la primera medida variaron entre 1,24 y 1,51

para las progenies con alimentación en base a forraje y de 1,42 a 1,73 para los grupos alimentados con forraje más grano. La correlación entre las dos medidas de eficiencia fue casi uno para ambas raciones. La correlación fenotípica entre producción de leche corregida y eficiencia bruta fue 0,8.

Una observación interesante de este trabajo es que las hijas del único toro de Nueva Zelandia, fueron las más eficientes al recibir la dieta exclusiva de forraje y la menos eficiente al recibir la dieta de forraje más grano.

Como se incluyó un toro y la diferencia no fue suficientemente grande, comparada con la variación dentro de toros y raciones, la interacción, considerando todos los toros, no fue significativamente diferente a cero. Una experiencia similar realizada en Tennessee con ganado Jersey llegó a similares conclusiones, es decir, no se establecieron evidencias de interacción entre toros y ración.

En Nueva Zelandia, Hancock (1953), utilizó 15 gemelos en un diseño de bloques balanceados incompletos, que se asignaron a tres raciones diferentes. Los resultados de su ensayo tampoco demostraron una interacción importante entre genotipo y ambiente, pese a las grandes diferencias en producción de leche causada por diferentes raciones.

Estudios realizados por Maijala (1986) para determinar interacción entre genotipos y ambientes en producción de leche concluyeron que tales efectos eran pequeños. Por otra parte, Powell y Dickinson (1977), determinaron que el ranking de toros evaluados en México era similar al esperado en base a sus evaluaciones en E.E.U.U.

Sin embargo, ante la posibilidad de la existencia de interacciones genético ambientales Wiggans y Van Vleck (1977), evaluaron reproductores considerando rebaños que suministraban diferentes proporciones de concentrados y forrajes. Nuevamente se concluyó después de este trabajo que no era necesario considerar la proporción de concentrados en el régimen alimenticio para evaluar genéticamente a los toros. La preocupación por posibles interacciones genético ambientales podría estar presente para otras definiciones de ambiente, pero no para el rango de condiciones de campo presentes en aquel momento en E.E.U.U.

Los estudios que comparan evaluaciones de toros en diferentes países, pueden perfectamente haber comparado evaluaciones bajo condiciones de manejo similares a las de E.E.U.U., como fue el caso de las evaluaciones reportadas por Powell y Dickinson (1977).

Al justificar el esfuerzo para mantener razas indígenas o locales, Maijala (1986), señala que el no haber encontrado interacciones genético-ambientales puede ser en gran medida consecuencia de no haber comparado performances bajo condiciones ambientales significativamente diferentes. Ultimamente Powell, Wiggans y Plowman (1990), (Figuras 3 y 4), concluyen que la comparación de 107 toros con evaluaciones tanto en E.E.U.U. como Ecuador, no presentaron una alta correlación como habría sido de esperar en base al coeficiente de confiabilidad. Sin embargo, no queda claro si el resultado indica una efectiva interacción genético ambiental, es el resultado de un cruzamiento dirigido, o producto de ambos.

Finalmente Peterson (1988), informa sobre una significativa interacción al comparar toros evaluados en Canadá y Nueva Zelanda. Parece razonable considerar que una creciente selección para mayores niveles de producción, que requieren una alimentación con mayor concentración energética, pudiera modificar a tal nivel la estructura genética de la población como para hacerla menos adaptada a producir bajo condiciones eminentemente pastoriles. En este sentido hay que considerar que los métodos de evaluación hoy existentes son más precisos que en la década del 70, por lo que el progreso genético y por ende la diferenciación que comienzan a experimentar los animales se está acelerando. Debido a esta circunstancia probablemente vayan cobrando cada vez mayor importancia las interacciones genético-ambientales. Indudablemente la información existente es insuficiente, pero en todo caso debe inducirnos a la precaución. Ello significa disponer de información propia en base a nuestra realidad ambiental. Sin duda el modelo neozeladés se acerca más al que prevalece en el sur de Chile y será seguramente en ese marco dentro del cual la producción lechera de Chile tendrá que competir por los mercados del pacífico en un futuro próximo.

Para poder competir en los mercados hay que conocer muy bien como actúan los competidores. Por lo tanto, es conveniente saber algo más de las condiciones bajo las cuales se produce en Nueva Zelanda. En la Figura 5 se presenta la evolución de la producción por vaca desde 1970 a 1992. El gráfico revela un aumento promedio del 20% en leche y del 21% en producción de grasa. Las cifras individuales no son impresionantes, pero la situación cambia al considerar las producciones por hectárea, los precios a los cuales venden la leche y su calidad. La Figura 6 muestra una tendencia decreciente en los precios percibidos por los productores desde 1950 a la fecha. En términos reales el precio a productor se ha reducido en 50%, sin embargo la industria lechera ha podido adaptarse y se mantiene competitiva con un precio a pro _

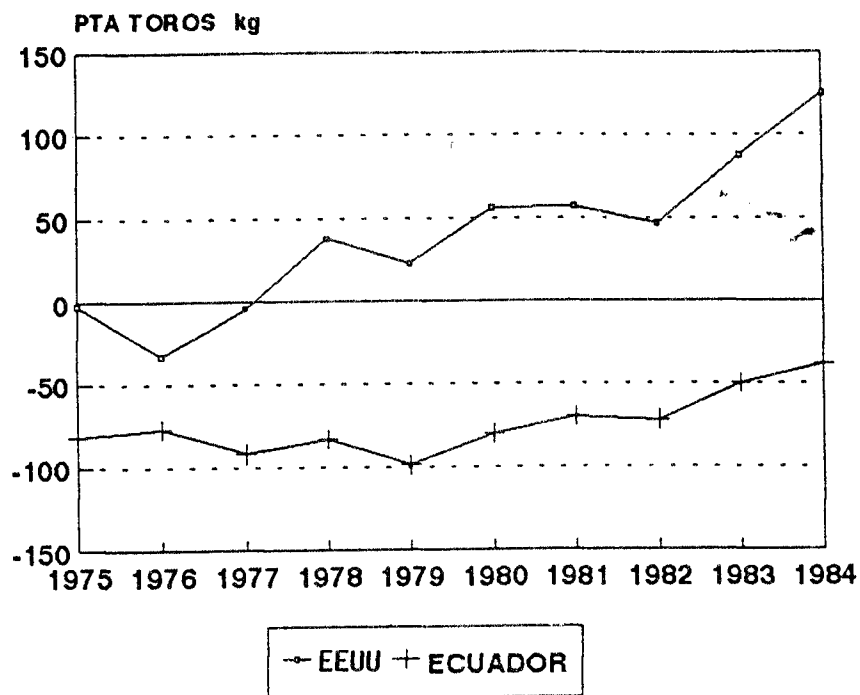


Figura 3. PTA promedio de toros por año de nacimiento de vacas y país de origen de toros

Fuente: Powell y otros 1990

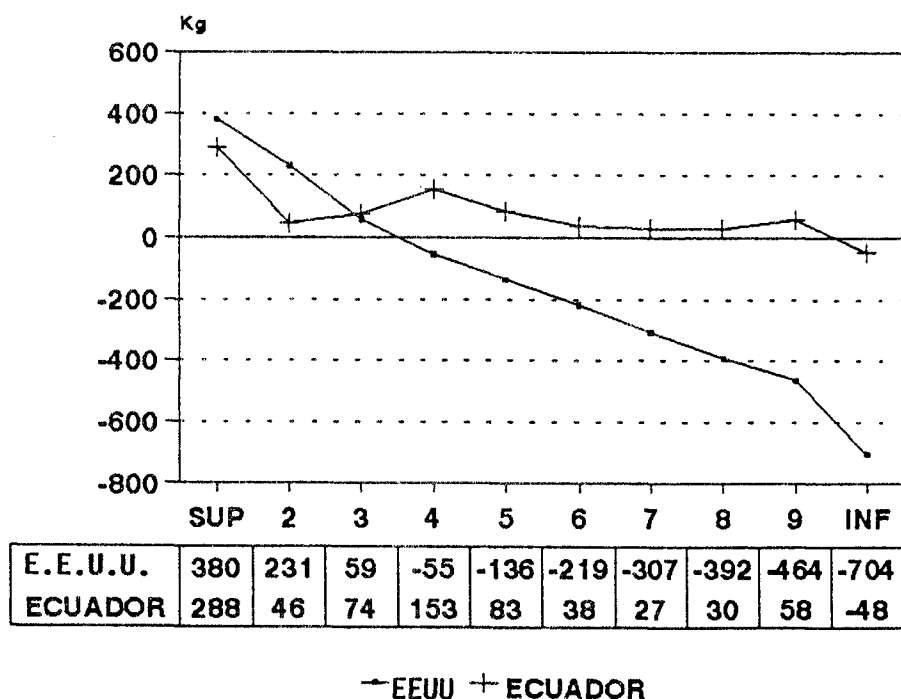


Figura 4. PTA promedio de EEUU y Ecuador ordenada en deciles según PTA

Fuente: Powell y otros 1990

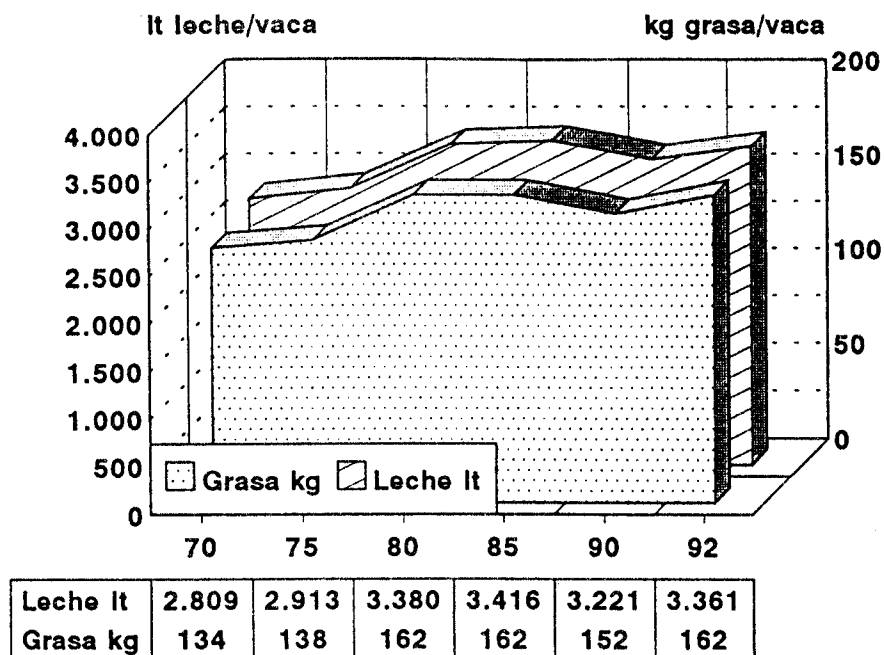


Figura 5. Tendencias de producción en N. Zelanda

Fuente: N.Z. Dairy Board

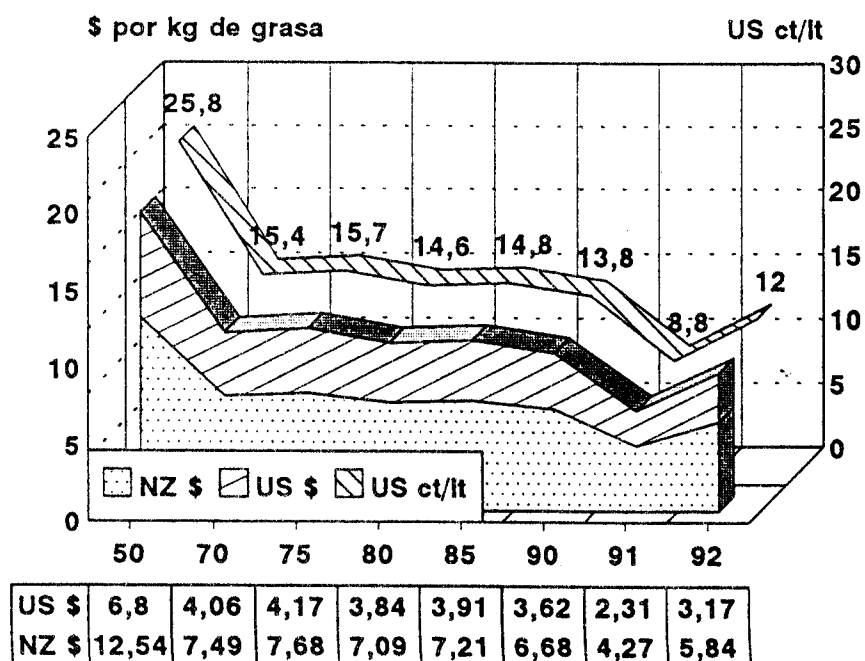
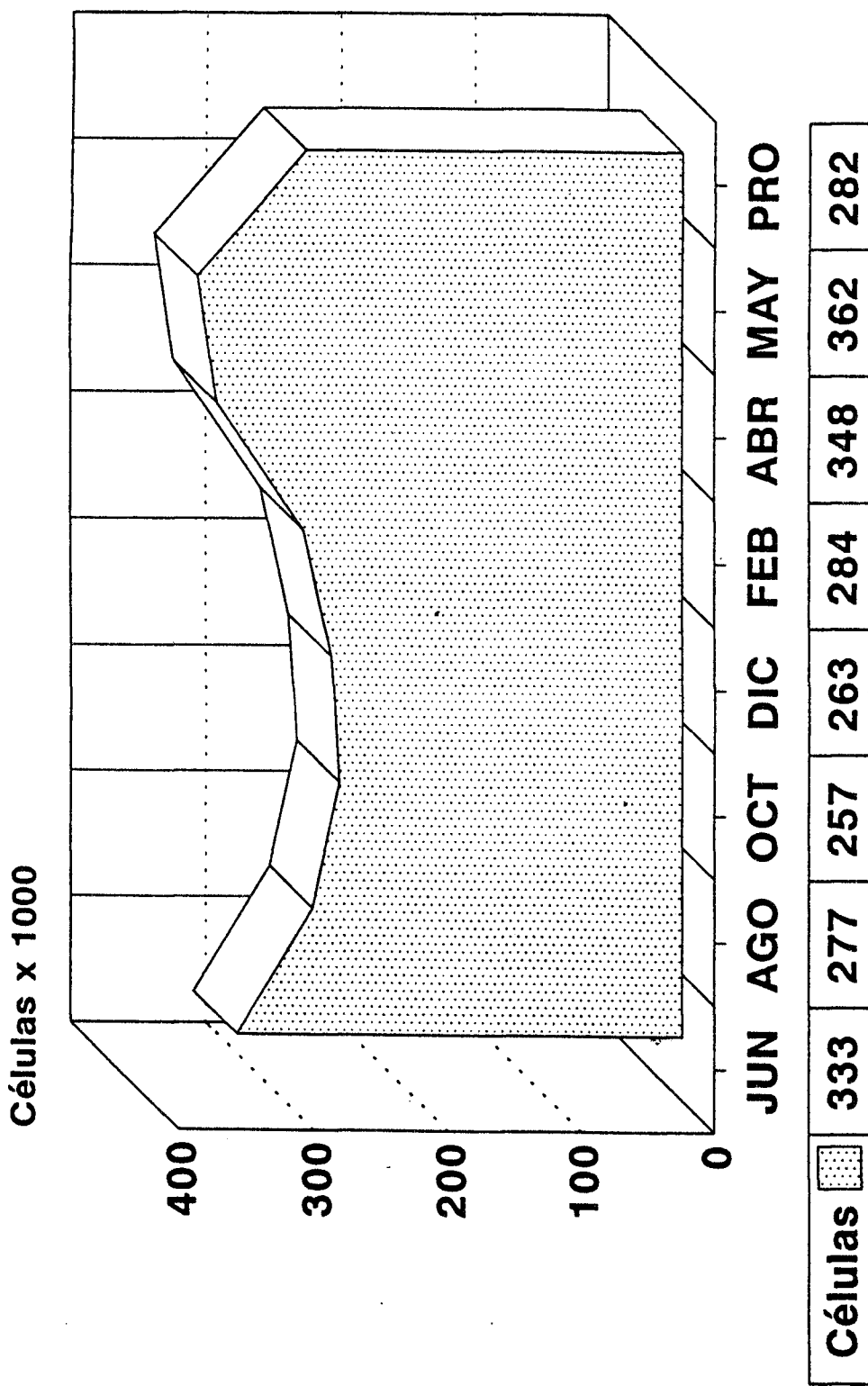


Figura 6. Precio del kg de grasa en N.Z. (\$ Dic. 1991)

Fuente: N.Z. Dairy Board



**Figura 7. Recuento de células somáticas en N. Zelanda
año 1991/92**

Fuente: N.Z. Dairy Board

ductor de US \$ 0,12. No menos sorprendente es lo que revela la Figura 7 sobre el contenido de células somáticas de la leche a través del período 1991/1992. El promedio anual de 282.000 células refleja una leche de alta calidad, muy superior a lo que probablemente nuestra industria lechera pueda ofrecer por ahora.

COSTOS DE PRODUCCION DE LECHE

Los antecedentes señalados precedentemente hacen necesario revisar nuestra situación de precios y costos, ya que el precio de venta actual se sitúa en el orden de US\$ 0,18, un 33% superior al que perciben los productores neozelandeses.

La determinación de un costo de producción de leche representativo para la IX y X Regiones es un problema complejo por la carencia de antecedentes. Por lo tanto, para este caso se han considerado los valores de un estudio de costos de producción de leche basado en antecedentes experimentales sobre sistemas de producción, enriquecidos con la experiencia derivada del diario bregar en el campo de la producción lechera.

El análisis de costo se ha hecho sobre la base del uso de tecnología disponible aplicada a un predio teórico con praderas permanentes tanto bajo condiciones de riego como de secano de la IX Región. Se considera un rebaño de 100 vacas, 2 grupos de 25 vaquillas y 30 terneras. Los machos y hembras no destinadas a reemplazos se venden a la semana de edad y los predios están dedicado exclusivamente a la producción de leche. La superficie predial es de 60 ha para condiciones de riego y de 120 ha en secano. De la superficie total, 45/90 ha (riego,secano) se utilizan por vacas, 12/24 ha por reemplazos y 3/6 ha no son productivas. La producción de materia seca utilizable/ha es de 12.000 kg en riego y 7.800 kg en secano. Los parámetros productivos para la X Región pueden ubicarse dentro de este rango. Sólo a manera de referencia se entregan algunos valores, los que se expresan en UF del 10 de mayo de 1993 (\$ 9.598,11)

COSTOS BASICOS

	Riego	Secano
	U F	U F
Hora Tractor	0,1416	0,1416
Estab pradera/ha	7,7202	7,7202
Cercos/ha	4,7976	4,7976
Mantenición/ha pradera	6,5891	5,1631
Costos directos/kg m.s.	0,000549	0,000662
Ensilar 1 kg m.s.	0,00074	0,00074
Pérdidas de conservación	25%	25%
1 kg m.s. ensilado	0,001474	0,001587

COSTOS

	U F Riego	U F Secano
1. Salarios	513	513
2. Alimentación		
Praderas	279	472
Ensilaje	223	239
Concentrado	737	737
3. Salud animal	219	219
4. Inseminación	124	124
5. C. lechero	40	40
6. Sala ordeña	72	72
Total C. Directos	2.206	2.416
Costos Indirectos	871	871
Tot. C. Operacionales	3.077	3.287

INGRESOS

	U F	U F
Leche 3,8% \$ 76	4.686	4.686
Vacas 24 x 500 kg	493	493
Terneros 66	203	203

INGRESOS NETOS OPERACION LECHE

Gasto operacional total	3.077	3.287
Venta animales	696	696
Costo oper. leche	2.381	2.591

COSTO ANUAL PROMEDIO DEL LITRO DE LECHE

	Riego	Secano
Venta anual l	525.000	525.000
Costo oper/l \$	43,5	47,4
Depreciación \$	8,2	8,2
Costo total \$	51,7	55,6
Interes al capital 7% \$	15,4	15,4
Total \$	67,1	71,0

Como se puede apreciar de los antecedentes presentados, el costo total para producir un litro de leche puede ser de 51,7 pesos para condiciones de riego y de 55,6 pesos en secano, al aplicar toda la tecnología disponible. En la medida que no se obtengan las producciones indicadas los costos aumentarán proporcionalmente. Así, con una producción equivalente a 8.000 y 4.000 l/ha, el costo aumenta a \$ 66,2 en riego y a \$ 72,1 en secano respectivamente.

La situación de costos de producción en aumento está afectando a todos los países. Para enfrentar la situación algunos productores de E.E.U.U., particularmente con rebaños de menor tamaño, están recurriendo al pastoreo intensivo. De acuerdo a Kole (1993), un estudio realizado en el nordeste del Estado de Michigan en 1988 reveló un mayor ingreso neto de US\$ 17.000 en rebaños de 45 vacas que usaron pastoreo en comparación a rebaños estabulados. En otro estudio reciente se comparó un predio con pastoreo intensivo y un predio con instalaciones de estabulación libre moderna con paredes en base a cortinas removibles. Ambos predios estaban financiados y realizaban un buen manejo dedicados completamente a la leche. Si bien el predio con pastoreo tenía 50 vacas y una producción media de 7.270 kg y el predio con estabulación 105 vacas con un promedio de 8.630 kg, el ingreso neto, al considerar un 10% de reducción del ingreso bruto, fue US\$ 11.595 y US\$ (1.972) y el costo por tonelada de alimento producido (m. s.), considerando 25% de pérdidas, fue US\$ 47 y US\$ 95 en los predios con pastoreo y confinamiento total, respectivamente.

Otro aspecto sobre el cual debemos tener claridad es el relacionado con el de la relatividad de las cifras de producción. Estamos acostumbrados a medir la producción en términos de litros o kilos de leche y los esquemas de pago privilegian esta definición. Bajo estas condiciones 8.000 litros de leche serán siempre más que 6.500 litros. Sin embargo, al comparar esas producciones en términos de producción de proteína y grasa pueden ser perfectamente equivalentes. En consecuencia, se puede haber estado haciendo un gran esfuerzo económico en términos de mejoramiento genético para aumentar la fracción líquida de la leche. Esto

reviste especial importancia para la IX y X Regiones en atención a que el 56,5 % de la producción se destina a la producción de leche en polvo y el 34,5 % a la producción de quesos (Figura 2). Ello nos indica claramente que en estas regiones el programa de selección debe estar fuertemente orientado a la producción de sólidos totales. Por lo tanto, anualmente se podría estar evitando el costo que representa evaporar 22.500.000 lt de agua en la elaboración de leche en polvo por cada 0,5 % de aumento en sólidos, aproximadamente US\$ 1.200.000.

Otro punto de especial importancia a considerar en las evaluaciones, frente a lo relativo de las cifras, es lo relacionado con la eficiencia reproductiva. Generalmente ésta se ve afectada con el aumento de la producción. El análisis de este punto rebasa el marco de esta presentación, por lo cual sólo me limitaré a señalar que una forma objetiva para comparar niveles productivos podría ser el expresar la producción no sólo como producción por individuo, sino como producción de sólidos por hectárea. La producción individual será conveniente expresarla además como producción de sólidos por día de edad, con el objeto de reflejar el efecto de los costos fijos de crianza y otros.

Cuando se copian modelos desarrollados por otros países se está en la posición aparentemente cómoda de seguidor. Si el modelo elegido no es el más apropiado para las características naturales del sistema de producción, un cambio en las condiciones de mercado puede encontrar al sistema productivo sin capacidad de adaptación rápida a las nuevas condiciones.

Por tal motivo será conveniente tener una visión propia sobre las características que deba tener el modelo de producción más adaptado a las condiciones del entorno. Ello lleva necesariamente a elaborar una política sobre la materia y a desarrollar una estrategia que permita cumplir los objetivos de mediano y largo plazo.

PROPOSICIONES FINALES

- 1.- Estructurar sistemas productivos sobre bases económicas y ecológicas sustentables que busquen maximizar rentabilidad, con estructuras de costos flexibles, compatibles con la competencia externa.

- 2.- Ello implica llevar registros de la gestión administrativa y financiera de la empresa, que reflejen permanentemente y en forma adecuada su situación financiera.
- 3.- Otorgar mayor importancia a la utilidad y rentabilidad del capital, considerando el trabajo invertido, que a los niveles absolutos de producción.
- 4.- Necesidad de reducir los costos de producción y mejorar la calidad de la leche para permitir la competencia en mercados externos.
- 5.- Dada la relación de costos de 1: 12 entre 1 kg m.s. de forraje y 1 kg m.s. de concentrados y la incidencia de la alimentación de un 56% sobre los costos directos del litro de leche, parece lógico maximizar el uso de forrajes en los sistemas productivos.
- 6.- Seleccionar genotipos que expresen su potencial bajo ambientes productivos compatibles con el punto 4. El tipo animal a buscar, con alta capacidad productiva, deberá cubrir sus requerimientos en 70-80% con forrajes y el resto con concentrados. Además deberá tener una alta producción de sólidos por día de vida, asociada a una mayor longevidad.
- 7.- En el contexto anterior, preocuparse del contenido de sólidos de la leche, y dentro de ellos, preferentemente por la proteína, ya que los sistemas de pago deberán, en un futuro cercano, necesariamente privilegiar los sólidos, castigando el solvente, como ocurre en Holanda.
- 8.- Para permitir una evaluación y análisis de resultados, será conveniente acostumbrarse a expresar los rendimientos no sólo como producción por individuo, sino como producción por hectárea de sólidos. La producción individual será conveniente expresarla además como producción de sólidos por día de edad, con el objeto de reflejar el efecto de los costos fijos de crianza y otros.
- 9.- En función de lo señalado anteriormente, es preciso hacer un uso reflexivo, conciente de la genética HF.

- 10.- Todo ello pone de relieve la necesidad de reforzar el sistema nacional de pruebas genéticas para evaluar genotipos HF o Frisones nacionales, mejor adaptados a nuestras condiciones ambientales y fundamentalmente a los sistemas productivos que resulten ser los más apropiados para enfrentar la competencia externa. Para ello se requiere de un ingreso masivo de los productores lecheros a los sistemas oficiales de control lechero, los cuales deberán incorporar el análisis de sólidos totales en la muestra de leche.
- 11.- Finalmente se debe establecer claramente que lo señalado anteriormente no es un imperativo para cada productor, sin embargo podría representar una tendencia general apropiada.

LITERATURA CONSULTADA

- Hancock, J. 1953. Studies in monozygotic cattle twins. VII. The relative importance of inheritance and environment in the production of dairy cattle. N. Z.J. Sci. Techn. A 35: 67.
- Kole, G. 1993. We compared herds in confinement and herds that graze. Hoard's Dairyman, 138 (1) : 47.
- Lamb, R. C. and Anderson, M. J. 1966. Comparative gross feed efficiency in 14 Holstein sire groups. J. Dairy Sci. 49 : 735. (Abstr.).
- Maijala, K. 1986. Motives, possibilities and methods of maintaining numerically small cattle breeds. World Rev. Anim. Prod. XXII (1) : 43.
- Ministerio de Agricultura 1992. Boletín de la Leche.
- Peterson, R. 1988. Comparison of Canadian and New Zealand sires in New Zealand for production, weight and conformation traits. Res Bull. No. 5, Livest. Improvement Corp., Ltd., N.Z. Dairy Board, Hamilton, N.Z.
- Powell, R.L. and Dickinson, F.N. 1977. Progeny test of sires in the United States and in Mexico. J. Dairy Sci. 60 : 1768
- Powell, R.L., Wiggans, G.R. and Plowman, R.D. 1990. Evaluation of Holstein bulls and cows in Ecuador. J. Dairy Sci. 73 : 3330.
- Wiggans, G.R. and Van Vleck, L.D. 1977. Evaluation of sires in herds feeding differing proportions of concentrates and roughages. J. Dairy Sci. 61 : 246.