

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**

**RELACIONES NUTRICIONALES Y PRODUCTIVAS EN UN SISTEMA DE  
PRODUCCION DE LECHE A PASTOREO**

**Memoria de Título presentada como parte  
de los requisitos para optar al TÍTULO DE  
MEDICO VETERINARIO.**

**FERNANDO JAVIER HELMRICH VON ELGOTT PINNINGHOFF**

**VALDIVIA-CHILE**  
**2002**



## 1. RESUMEN

En el presente trabajo se realizó una evaluación nutricional y productiva de un predio lechero ubicado en la zona de transición entre el valle central y la zona precordillerana de Los Andes de la X Región de Chile. Para ello se analizaron registros obtenidos de un control lechero oficial y de mediciones de consumo mensual de materia seca de las praderas de vacas a pastoreo. Los antecedentes recopilados fueron descritos como promedios y rangos de variación ordenados en forma de cuadros y gráficos. Los índices prediales anuales más relevantes del predio fueron una producción individual por lactancia (305 ME) de 8.636 kilos, con un consumo promedio de 216 gramos de concentrado por litro de leche; una producción por hectárea de 19.840 kilos; una carga animal de 2,4 vacas/ha ; un lapso interparto de 400 días y un índice de inseminación de 1,8 servicios por preñez. La buena productividad del sistema analizado se explica por la alta carga animal y por la calidad de la pradera utilizada, cuyos aportes de energía y proteína fluctuaron durante el año entre 2.0 y 2.9 megacalorías y 174 y 292 gramos por kilo de materia seca respectivamente. El consumo voluntario de materia seca promedio a pastoreo fluctuó en un rango de 4,5 a 9,9 kg por vaca día, alcanzando consumos totales diarios de entre 17,0 a 22,5 kg de materia seca, lo cual significó un consumo relativo de entre 3,5 a 4,1% del peso vivo.

El balance nutricional demostró que los aportes de energía, proteína, calcio y fósforo fueron suficientes para cubrir los requerimientos correspondientes. El factor limitante primario para cubrir los requerimientos de las vacas ubicadas en el rango superior de producción del rebaño fue el consumo de energía metabolizable, siendo la producción potencial estimada en base al aporte energético promedio de 44 lt/día y de 51 lt/día con el aporte proteico de las raciones.

Al respecto, se detectaron importantes excesos de consumo de proteína cruda por parte de las vacas, con niveles de urea láctea de hasta 472 mmol/l que reflejaban un desbalance metabólico nitrogenado con probables efectos fisiológicos negativos para los animales. Se concluyó que el sistema analizado es de alta eficiencia y productividad con una buena carga animal.

## 2. SUMMARY

A nutritional and productive evaluation of a milk production system was carried out of references to obtain leading indicators for best efficiency in the analyzed system.

The data were complemented with monthly consumption measurements of dry matter on pastures

The data compilation described as average and variation ranks was organized as tables and graphs. The most relevant farm indexes per year were the following: an individual production per lactancy (305 EM) 8,636 kilograms with an average consumption of concentrated 216 grs per litre of milk, a 19,840 kilograms production per hectare, an average load of 2.4 cows/hectare, an interparturation lapse of 400 days and an average insemination index of 1.8 services per pregnancy. The obtained results were similar to the best herds in the area and compared to the high efficiency pasturing system displayed in New Zealand and Australia. This high productivity of the system was in first place explained by the fact that there is a high quality pasture where the energy and protein contribution fluctuated between 2.0 and 2.9 megacalories in the year and 174 and 292 g/kg of dry matter respectively as well as the optimal use of the pastures. The voluntary consumption of dry matter as an average to pasturing was from 4.5 to 9.9 kg/ cow/day reaching a total daily consumption between 17 and 22.5 dry matter/k meaning a relative consumption between 3.5 and 4.1% of the alive weight.

The nutritional balance showed that the energy, protein, calcium and phosphorus contribution was enough to satisfy the cow requirements. The limited primary factor to those requirements positioned on the upper rank of the herd production was the metabolizing energy consumption being the estimated potential production a 44 l/d upon the average energy contribution compared to a 51 l/d from the protein contribution in the portions. Excessive raw protein consumption having a milk urea level upto 472 mmol/l showed a nitrogen metabolic unbalance which may cause a possible negative physiological effect in the animals. As a conclusion, the analyzed system is highly productive when a good animal load and a high percentage of the pasture is used during the year.

### 3. INTRODUCCIÓN

La tendencia creciente a la globalización de los mercados impone una necesaria condición de eficiencia en todos los procesos productivos. Por otro lado en Chile, la tasa de crecimiento acumulativa anual de recepción de leche en el período 1990-2000 fue de 5 %, con aumentos de recepción hasta el año 1998 y variaciones negativas en torno a un 4% durante los años 1999 y 2000 (ODEPA 2000). Estas variaciones implicaron alcanzar una producción de 2.030 millones de litros y una recepción en planta industrial de 1.470 millones de litros. A nivel regional se registra durante 1999 una disminución del 5,3% en la recepción industrial, siendo las principales bajas en los meses de enero y marzo. La misma referencia indica que la X. Región contribuye con la mayor proporción al total de la leche recibida en plantas, siendo, por lo, tanto la actividad productiva y pecuaria más importante de la región. La importante tasa de crecimiento del sector lechero es atribuible, en gran medida, a esfuerzos realizados por los ganaderos para optimizar la productividad y la eficiencia de sus rebaños, mejorando tanto las condiciones ambientales como aquellos relacionados con la selección genética, la nutrición y la sanidad de los animales. Sin embargo, aún existe un amplio margen de posibilidades de mejoramiento en la mayoría de los productores lecheros de la zona sur de Chile, para lo cual es necesario perfeccionar los métodos de evaluación y programación de sus sistemas de producción, ya que las industrias han sido cada vez más exigentes en los parámetros de calidad. Cabe considerar que para los pequeños agricultores es difícil adecuarse rápidamente a las exigencias expuestas, lo que ha llevado a una caída en la recepción de leche por primera vez en los últimos 10 años (Aruta 2000).

La característica fundamental de los sistemas lecheros desarrollados en la Xª Región y su ventaja comparativa con otras zonas del país, es el uso prioritario de las praderas en la alimentación del ganado. Estas últimas, que cubren el mayor porcentaje de la superficie agropecuaria de la Región, son utilizadas en un 90% en forma de pastoreo directo. (Balocchi 1999).

En sistemas más intensivos, las praderas se complementan con el uso de concentrados y cultivos de rotación suplementarios. Son precisamente esos factores los que caracterizan y diferencian los sistemas de producción de leche basándose en su tamaño, intensidad de manejo, tipo de animal, forma de alimentación y estrategia de toma de decisiones (Navarro 2000)<sup>1</sup>. Además, hay que tener en cuenta la época y sistemas de utilización de las praderas, ya que según Ruiz (1988), el valor nutritivo de las praderas tiene una correlación negativa con respecto a la producción de materia seca por hectárea. De esta forma, el momento de utilización (corte o pastoreo) de las plantas forrajeras debe hacerse considerando este antagonismo, compatibilizando una adecuada calidad con la cantidad de forraje disponible

---

<sup>1</sup> Comunicación Personal

En cuanto a la eficiencia de utilización de las praderas hay tres principios básicos enunciados por McMeekan (1960) en Nueva Zelanda para optimizar la conversión de pasto a leche, a saber:

- La cantidad y la distribución estacional del forraje producido.
- La proporción del alimento producido que realmente es consumida por el animal.
- La utilización del alimento por parte del animal.

Según el mismo autor, la relación general entre el rendimiento de leche y la eficiencia en la utilización del alimento es la justificación principal de la búsqueda de ganado de más alto rendimiento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que aun cuando, en general, las necesidades alimenticias por litro se reducen en relación con el aumento de rendimiento, puede llegarse a un punto de rendimientos muy elevados, mas allá del cual cada kilogramo adicional de leche requiere una cantidad acrecentada de energía alimenticia. Esto es debido, principalmente, a que también aumenta el peso vivo del animal en cuestión, con los muy altos niveles de alimentación necesaria, de manera que también aumenta el costo de mantenimiento. Las pérdidas de calor del cuerpo están involucradas también en el alto nivel de alimentación. Los beneficios marginales obtenidos por un incremento de la ingesta de nutrientes para la producción de leche, pueden llegar a ser inferiores que los costos marginales necesarios para satisfacer los correspondientes aumentos de los requerimientos.

Según Voisin (1961), la secreción de leche bovina depende en un 60% de factores ambientales, correspondiendo los restantes a variables de origen animal. De lo anterior se deduce que para optimizar la producción, es necesario compatibilizar todos estos factores, con el propósito de mantener vacas sanas, bien alimentadas y obtener un producto de alto valor acorde a las exigencias del mercado.

Existe una gran cantidad de tecnologías disponibles para incrementar los niveles de productividad. No obstante, la gran mayoría no han sido evaluadas bajo condiciones adecuadas, midiendo el impacto de estas tecnologías al ser aplicadas en un sistema de producción con vacas adaptadas a un determinado manejo (Navarro 2000)<sup>2</sup>. Al respecto la investigación en producción de leche se ha orientado fundamentalmente a estudiar el efecto de uno o más factores específicos en la productividad y salud de los animales, sin evaluar los efectos e interacciones de éstos sobre un sistema integrado de producción, como es el caso de los sistemas lecheros (Navarro,1996). En este sentido los sistemas de producción varían en tamaño, intensidad de manejo, tipo de animal, forma de alimentación y en su estrategia de toma de decisiones. Al respecto Torres y col. (1988), señalan que la curva de crecimiento de las praderas en la zona sur se caracteriza por una limitación de la producción invernal, que es cuantificada por Klein (1983), quién expresa que en la época invernal se produce entre un 5% y 10% del total anual de materia seca, en comparación de un 34% a un 40% de producción primaveral. Por otra parte, Egaña (1987), además de caracterizar los sistemas productivos estacionales de la región asegura que la pradera es el alimento de menor precio y de más fácil obtención en el sur de Chile. Este autor destaca que las características edafoclimáticas

---

<sup>2</sup> Citas Personales

existentes en la X. Región de Chile representa ventajas para el establecimiento de sistemas pastoriles de producción de leche eficientes y rentables.

Según un estudio publicado por la Universidad Austral de Chile sobre las características de la producción de leche en Chile en el año 1999 se concluye que:

- El pastoreo directo representa la principal fuente de alimento en los sistemas de producción de leche en el sur de Chile.
- Como complemento voluminoso a la pradera se utiliza prioritariamente avena y cebada forrajera; secundariamente otros recursos como coles, hojas y coronas de remolacha, alfalfa, maíz, remolachas forrajeras entre otros.
- Los excedentes de la pradera producidos en primavera-verano son conservados en forma de ensilaje y heno.
- La superficie promedio de los predios lecheros de la Xª Región Norte fluctúa entre 14 y 490 hectáreas, con una producción total anual de entre 26.642 lt. y 1.682.280 lt., y de 1.903 hasta 5.444 lt/ha. La carga animal promedio de estos sistemas de producción es de 0,6 a 0,9 unidades animales por hectárea. Por otro lado en la X. Región sur los predios dedicados al rubro lechero tienen una superficie promedio de entre 100 y 373 ha, con producciones anuales totales de 371.123 hasta 767.549 lt. y 1.836 a 7.241 lt/ha. La carga animal varía entre 0,4 y 1,5 unidades animales por hectárea.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha estudiado los diferentes sistemas de producción de leche del sur de Chile (Lanuza 1994), caracterizando cada uno de ellos desde el punto de vista de su base forrajera, manejo y respuestas productivas. Al respecto los sistemas estudiados fueron los siguientes:

- Sistema de producción de leche para condiciones de secano de la IX región (A)
- Sistema intensivo de producción de leche en base a praderas de riego (B)
- Sistema biestacional de leche para la X Región (C)
- Sistema intensivo de producción de leche para la X. Región (D)

Las características básicas de estos sistemas se presentan en el Cuadro 1

**Cuadro 1.** Resultados productivos de los Sistemas de Producción de Leche estudiados por INIA en el Sur de Chile (Lanuza, 1994; Navarro, 1994).

RESULTADOS	SISTEMAS			
	A	B	C	D
Vacas/ha	1,4	2,3	1,6	2,1
Producción de leche por vaca / masa (lt)	4.495	5.625	6.128	8.081
Producción de leche por hectárea (lt)	6.033	12.938	9.848	17.279
Materia grasa (%)	3,7	3,8	3,3	2,8
Días de lactancia	303	--	309	318
Eficiencia reproductiva (%)	86,3	80,4	83,5	72,7
Servicios / preñez	1.6	1,5	1,7	1,8
Tasa de eliminación (%)	17,8	24,1	22,6	27,6
Peso adulto promedio vacas (kg)	529	531	584	604

El estudio de INIA concluye que los sistemas de producción de leche en el sur de Chile se caracterizan por estar basados fundamentalmente en la utilización de praderas permanentes y en condiciones de secano éstas se complementan en una pequeña proporción con praderas de rotación y cultivos suplementarios. Por otro lado señala que la intensificación de los sistemas de producción de leche está dada por el tipo de cultivos forrajeros, la superficie utilizada y el nivel de suplementación de concentrados a animales de mayor capacidad productiva.

Sobre la base de los antecedentes indicados, el presente trabajo plantea la hipótesis que la evaluación nutricional y productiva de un sistema de producción de leche, basándose en antecedentes oficiales y registros prediales, permite tomar decisiones tendientes a optimizar la eficiencia productiva de un sistema lechero. Para realizar la evaluación y poder establecer relaciones nutricionales y productivas en el sistema analizado el presente estudio fijó los siguientes objetivos:

- a) Analizar antecedentes productivos y reproductivos de un rebaño lechero basándose en un control lechero oficial y registros prediales.
- b) Calcular el balance nutricional del plantel en las diferentes épocas del año.
- c) Establecer índices de productividad animal y de la superficie destinada al rubro lechero.



## 4. MATERIAL Y METODO

### 4.1. UBICACION Y CARACTERIZACION DEL PREDIO

El estudio se efectuó en un predio lechero ubicado en la de zona de transición entre el valle central y la zona precordillerana de Los Andes de la X Región, provincia de Valdivia, comuna de Río Bueno (sector Diumen) en el año 2001. Este predio lo componen 90 hectáreas aprovechables subdividido en 88 potreros de praderas permanentes mixtas mejoradas de suelo trumao profundo de la serie Río Negro con lomajes suaves. Su constitución botánica se basa en pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), ballicas (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*), bromo(*Bromus sp.*) y en menor cantidad leguminosas, como trébol blanco y rosado(*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*). Desde el año 1973 las praderas se han mantenido bajo un sistema de mejoramiento mediante regeneración cero labranza, fertilización estratégica bianual y manejo de pastoreo intensivo.

### 4.2. MANEJO DE LAS PRADERAS

La fertilización anual aplicada a las praderas en control, además del riego de purines por aspersión fue la siguiente.

**Cuadro 2.** Fertilización anual de las praderas en control durante el periodo controlado

Nutriente	Fertilizante	Época de Aplicación	Fertilizante kg/ha/año
Nitrógeno	Supernitro	Otoño (50%) y Primavera (50%)	300
Fósforo	Superfosfato triple	Primavera	320
Potasio	Muriato de Potasio	Primavera	120
Azufre	Yeso	Primavera	80
Boro	Boro	Primavera	8
Calcio	Cal	Primavera	330

El predio dispone de 90 ha de praderas destinadas exclusivamente al pastoreo rotacional del rebaño lechero, con una carga de 2.4 vacas por hectárea. La rotación varía de acuerdo a la época del año en un rango de 20 a 30 días. Además se dispone de una superficie de 10 ha. para ensilaje de maíz, para suplemento invernal y la cantidad necesaria del heno requerido según el presupuesto forrajero utilizado en el invierno.

Al mismo tiempo, en el período de exceso de praderas, se procede a la conservación de forraje en forma de ensilaje para su consumo estival e invernal. Para ello se efectúa un rezago de aproximadamente 45 días en época de primavera para realizar un primer corte temprano entre fines de octubre y principio de noviembre. Un eventual segundo corte es destinado a ensilaje o heno. Cabe señalar que a fines de verano se realiza un corte de limpieza, además de una fumigación en los meses de invierno con productos comerciales contra la cuncunilla negra.

#### 4.3. MANEJO ANIMAL

El predio mantiene una masa de 255 vacas promedio al año. El rebaño está constituido por vacas de raza Holando Europeo con cruce de hasta un 50% con genotipos Holstein Friesian de origen norteamericano.

Se cuenta con una sala de ordeña compuesta por 5 jaulas individuales por lado y retiradores automáticos accionados por células fotoeléctricas. El manejo del ganado en la sala de ordeña es mediante un sistema automático de accionamiento de puertas de acceso y salida con aire comprimido. Existe un patio de alimentación que a su vez cumple el rol de patio de espera previo a la ordeña, además de disponerse de todas las instalaciones requeridas para la crianza de terneros como para el manejo sanitario del rebaño lechero.

El rebaño se encuentra libre de brucelosis, tuberculosis y leucosis. El ganado está bajo permanente control preventivo de enfermedades infectocontagiosas y parasitarias, en que se destacan dos vacunaciones al año contra enfermedades clostridiales y leptospirosis. Además se cuenta con un programa de control de sanidad mamaria y podal.

Se realiza un completo control reproductivo con un examen genital a los 25 días post parto, disponiéndose la 1ª inseminación desde los 45 días y efectuándose los controles reproductivos de rigor en forma sistemática, logrando así una distribución de partos durante todo el año.

#### 4.4.- OBTENCION DE DATOS

##### 4.4.1. Disponibilidad de materia seca.

La disponibilidad de materia seca por hectárea, se calculó mediante la ***Técnica de Prueba de Conducción*** ( Hodgson,1994), que es un método indirecto de medición de la materia seca disponible en la pradera y que se basa en medir la conducción eléctrica de la pradera. El aparato cuenta con un generador que emite ondas electromagnéticas una frecuencia

a 1500 hz., con lo cual mide la densidad y altura de la pradera; esta información es llevada a un microprocesador, el cual realiza la conversión a materia seca y entrega en pantalla la cantidad de materia seca por hectárea disponible.

La disponibilidad de forraje conservado se registro al momento de su elaboración, en toneladas totales para la temporada, cabe mencionar que el forraje conservado durante el año fue el siguiente: ensilaje de pradera, 432.563 kg/MS y ensilaje de maíz 172.000 kg /MS, registrándose un total de ensilaje anual de 2.748 kg/MS vaca ordeña promedio.

#### 4.4.2. Consumo de materia seca a pastoreo.

Se calculó, mediante la formación de un registro de las praderas pastoreadas, midiendo mediante la técnica anterior, la disponibilidad antes del ingreso de los animales al potrero y el residuo al momento de salida del rebaño de la pradera, dividiéndose la diferencia por el número de los animales en pastoreo.

#### 4.4.3. Composición nutricional de los alimentos.

De los siguientes nutrientes se realizaron los análisis para la determinación:

- Proteína Cruda (PC)
- Energía Metabolizable (EM)
- Fibra Cruda (FC)
- Calcio (Ca)
- Fósforo (P)

Los análisis químico nutricionales se realizaron todos los meses en el caso de las praderas y al inicio del año, a los ensilajes, en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile Las raciones fueron divididas en dos periodos, según el tipo y ensilajes utilizados:

- Periodo 1: Diciembre- Marzo
- Periodo 2: Abril- Noviembre

#### 4.4.4 Antecedentes productivos y reproductivos.

Fueron extraídos a partir de los informes anuales y mensuales del sistema de control lechero de Cooprinsem.

### 4.5 ANALISIS DE DATOS

Los antecedentes recopilados fueron analizados basándose en promedios y rangos de variación ordenados en forma de cuadros y gráficos. Se calcularan los siguientes índices de producción de leche, rendimiento de praderas y reproducción animal durante el año 2001:

- Producción de leche por vaca / ordeña
- Producción de leche por hectárea (por aporte total de alimentos al sistema).

- Carga animal
- Disponibilidad de materia seca por hectárea
- Balance nutricional
- Lapso parto-primer servicio
- Lapso parto-preñez
- Índice de inseminación

## 5. RESULTADOS

**Cuadro 3.** Resultados productivos y reproductivos del rebaño de vacas lecheras durante el año 2001.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Producción		
Producción real por lactancia*	kg	8.267
Días de lactancia*	días	342
Producción estandarizada por lactancia (305ME)*	kg	8.636
Carga animal	vacas/ha	2,4
Producción por superficie	kg/ha	19.840
Producción de grasa por lactancia*	kg	289
Producción de proteína por lactancia*	kg	265
Producción de grasa por superficie	kg/ha	694
Producción de proteína por superficie	kg/ha	634
Reproducción		
Número ordinal de partos*	n	3,9
Servicios por preñez*	n	1,8
Lapso parto-preñez*	días	110
Lapso inter parto*	días	400
Período seco*	días	58

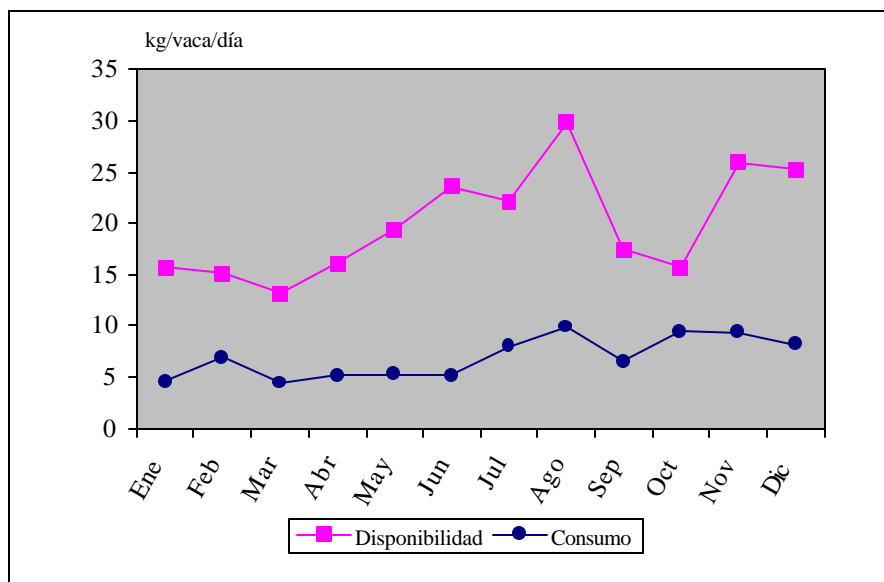
\*Control Lechero Cooprinsem 2001.

**Cuadro 4.** Producción promedio mensual y contenido promedio de grasa, proteína y urea en la leche.

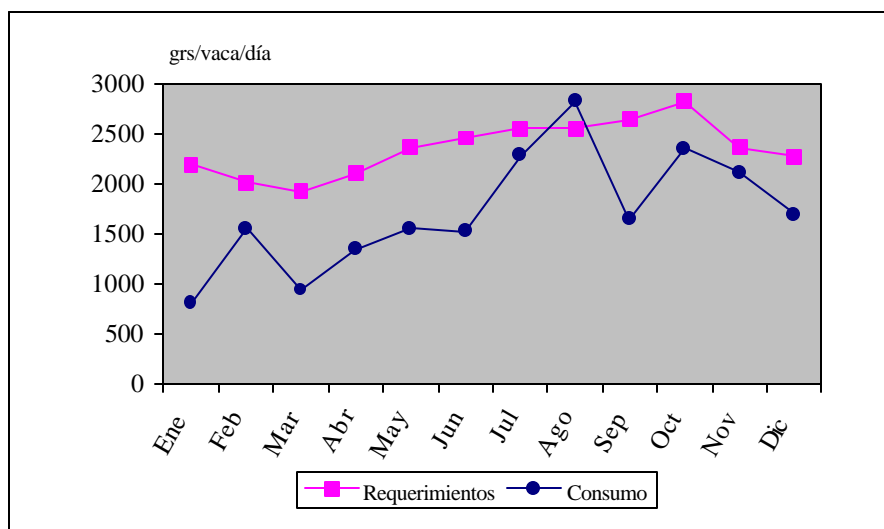
Meses	Leche lt/día	Grasa %	Proteína %	Urea mmol/lit
Enero	20,0	3,5	3,2	267,3
Febrero	18,0	3,7	3,2	263,3
Marzo	17,0	4,0	3,2	389,6
Abril	19,0	3,8	3,2	345,6
Mayo	22,0	3,6	3,2	311,0
Junio	23,0	3,6	3,1	368,3
Julio	24,0	3,8	3,2	353,6
Agosto	24,0	3,5	3,1	349,3
Septiembre	25,0	3,7	3,1	284,3
Octubre	27,0	3,6	3,3	456,3
Noviembre	22,0	3,6	3,2	327,6
Diciembre	21,0	3,6	3,2	351,6

**Cuadro 5.** Composición nutricional de la pradera durante el año. (Base 100% materia seca).

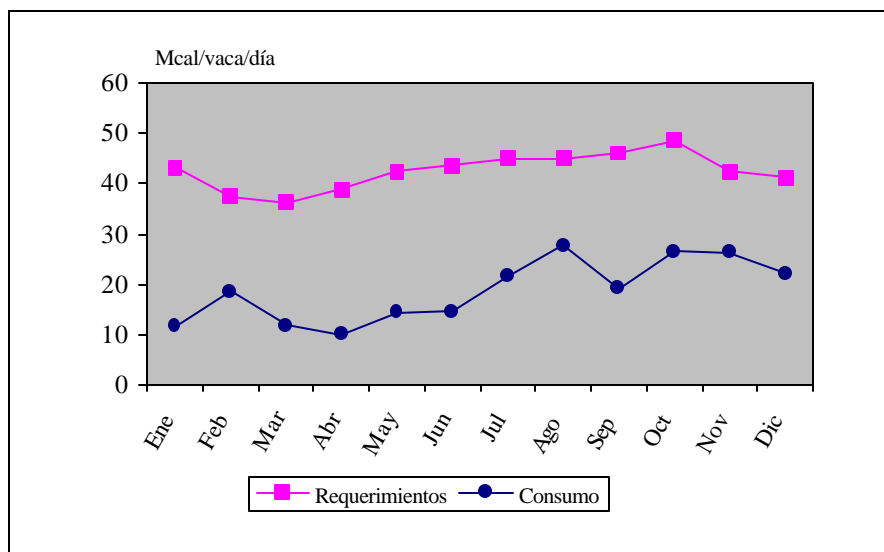
Meses	MS %	EM Mcal/kg	PC %	FC %	Ca %	P %
Enero	34,5	2,5	17,4	27,9	0,7	0,2
Febrero	38,4	2,7	22,4	27,1	0,7	0,2
Marzo	32,4	2,6	20,7	21,1	0,7	0,2
Abril	25,7	2,0	25,8	23,9	0,6	0,3
Mayo	17,0	2,7	29,2	19,8	0,6	0,4
Junio	18,2	2,8	29,2	18,3	0,4	0,5
Julio	20,1	2,7	28,5	17,1	0,6	0,4
Agosto	18,0	2,8	28,5	18,6	0,5	0,3
Septiembre	19,5	2,9	24,8	16,0	0,6	0,3
Octubre	15,2	2,8	24,7	21,1	0,7	0,3
Noviembre	16,1	2,8	22,5	22,2	0,4	0,2
Diciembre	18,0	2,7	20,6	27,1	0,7	0,2



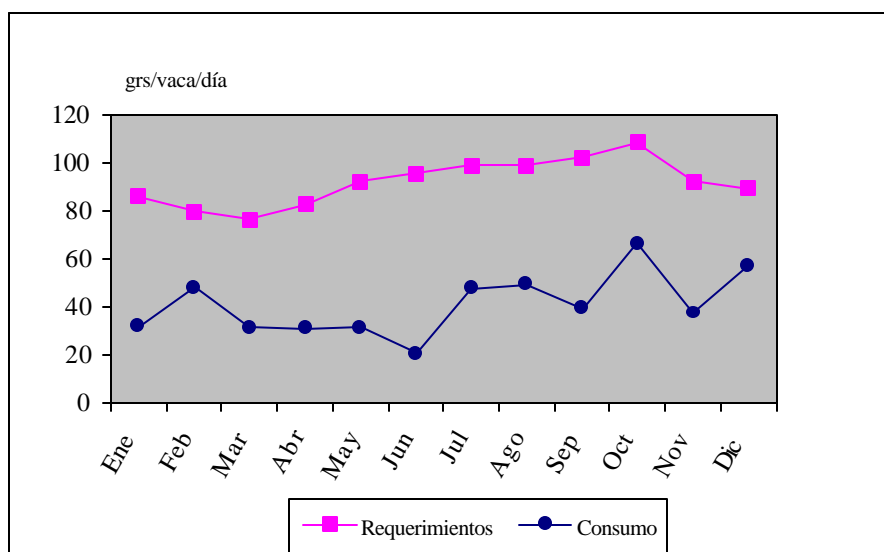
**Gráfico 1.** Disponibilidad y consumo promedio de materia seca (MS) de la pradera por vaca lechera.



**Gráfico 2.** Consumo promedio de proteína cruda (PC) por vaca / día aportada por la pradera en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).

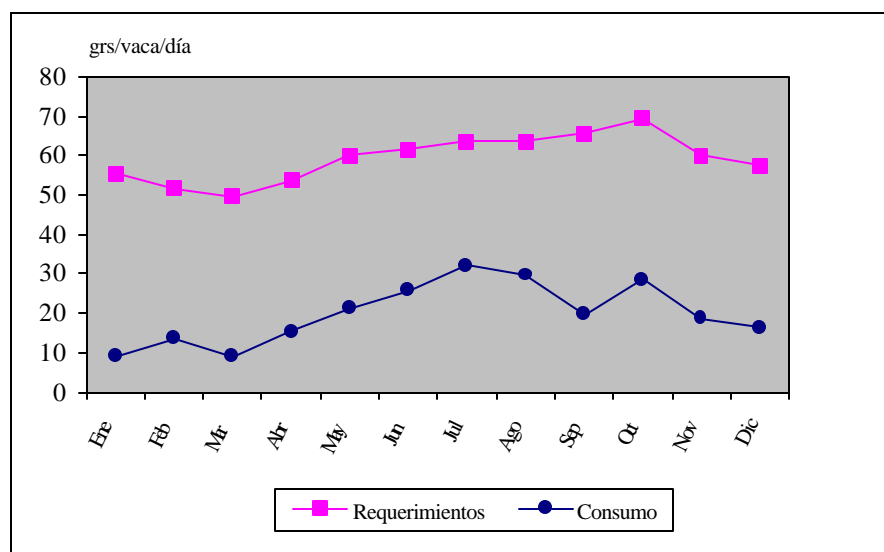


**Gráfico 3.** Consumo promedio de energía metabolizable (EM) aportada por la pradera en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).



**Gráfico 4.** Consumo de calcio (Ca) aportado por la pradera en relación a los requerimientos por vaca lechera según (NRC 2001).





**Gráfico 5** Consumo de fósforo (P) aportado por la pradera en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).

**Cuadro 6.** Raciones utilizadas por las vacas lecheras según período (1 y 2).

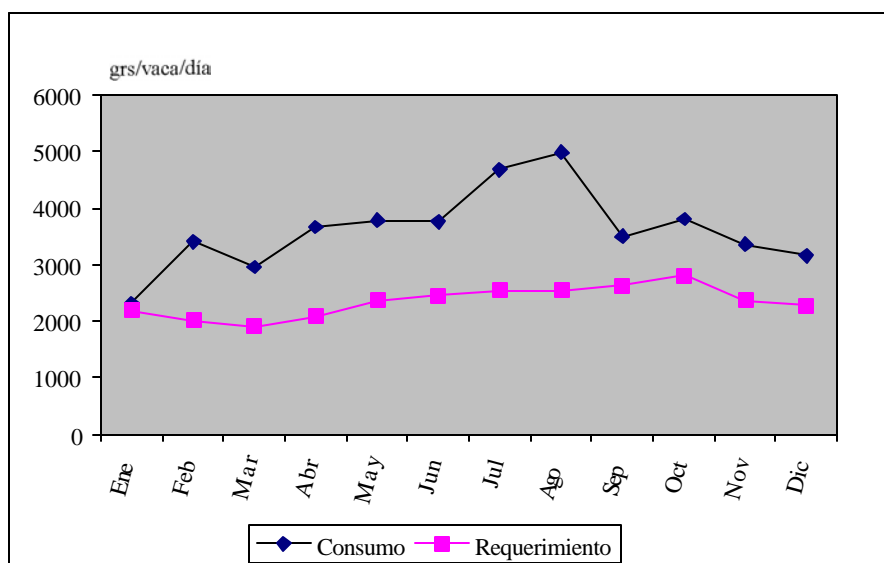
ALIMENTOS	PERIODO 1		PERIODO 2	
	Kg Fresco	Kg MS	Kg Fresco	Kg MS
Pradera	34,0	6,0	28,3	8,4
Ensilaje pradera 1	28,7	5,9	--	--
Ensilaje pradera 2	--	--	19,4	4,8
Ensilaje maiz	--	--	13,2	3,1
Heno alfalfa	0,9	0,8	1,7	1,5
Concentrado	4,7	4,1	5,1	4,5
Sales minerales	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	68,4	17,0	68,0	22,5

**Cuadro 7.** Composición de los distintos alimentos utilizados en la ración por vaca lechera.  
( Base 100 % de materia seca)

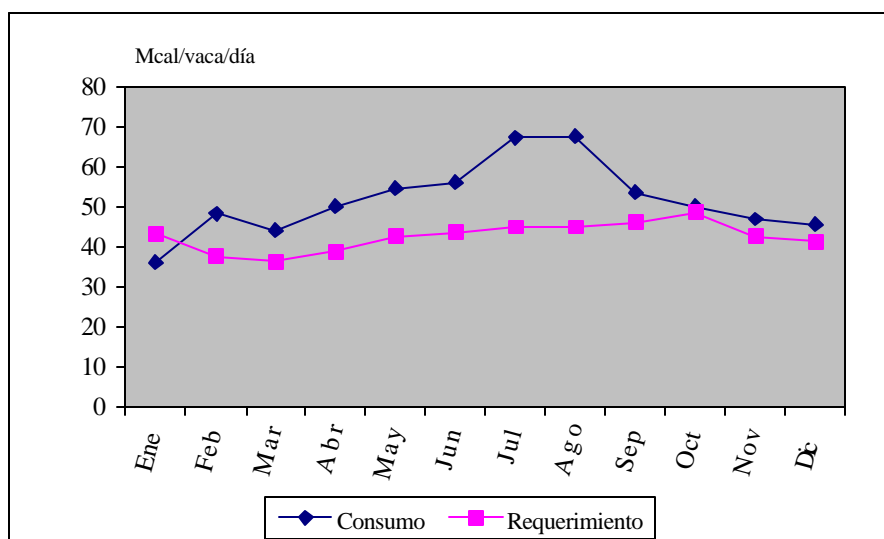
Alimentos	MS %	EM Mcal/kg	PC %	FC %	Ca %	P %
Ensilaje pradera 1	20,5	2,3	13,0	32,6	0,5	0,3
Ensilaje pradera 2	24,7	2,3	13,4	28,5	0,6	0,2
Ensilaje maíz	23,6	2,5	6,6	23,0	0,2	0,1
Heno de alfalfa	86,2	2,1	15,7	30,8	1,3	1,2
Concentrado	88,0	3,0	20,0	12,0	0,8	0,6
Sales minerales	88,0	-----	-----	-----	15,6	9,5

**Cuadro 8.** Consumo promedio de materia seca (MS) diario y concentración de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) de las raciones suministradas durante el año por vaca lechera.

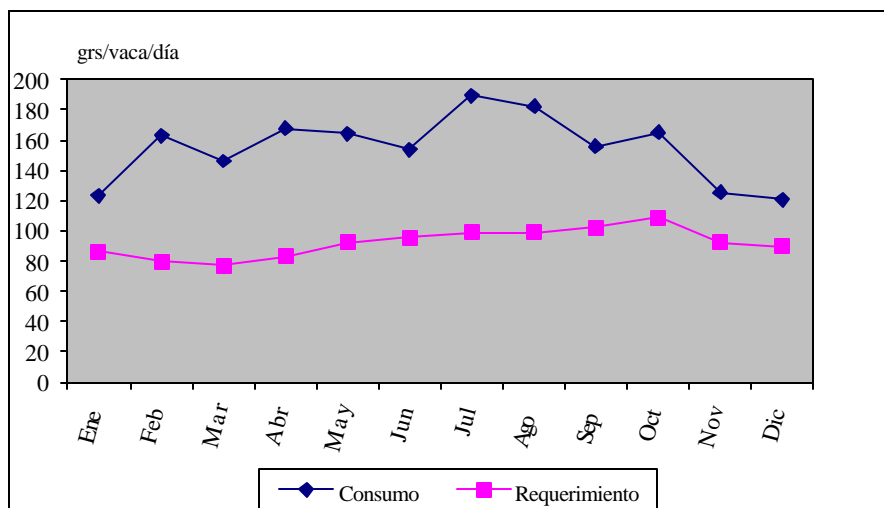
Meses	MS Kg/dia	PC %	EM Mcal/kg
Enero	14,0	16,0	2,1
Febrero	19,0	17,0	2,6
Marzo	17,0	17,0	2,4
Abril	21,0	17,0	2,3
Mayo	21,0	17,0	2,4
Junio	22,0	17,0	2,2
Julio	26,0	18,0	2,3
Agosto	26,0	18,0	3,4
Septiembre	20,0	19,0	2,9
Octubre	19,0	17,0	2,7
Noviembre	17,0	20,0	2,7
Diciembre	17,0	18,0	2,7



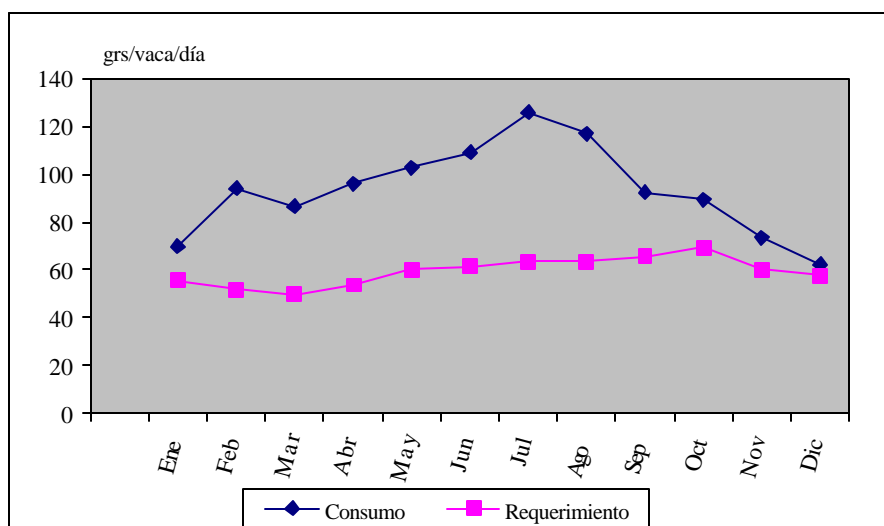
**Gráfico 6.** Consumo total promedio de proteína cruda (PC) en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).



**Gráfico 7.** Consumo total promedio de energía metabolizable (EM) en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).



**Gráfico 8.** Consumo total promedio de calcio (Ca) en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).



**Gráfico 9.** Consumo total promedio de fósforo (P) en relación a los requerimientos por vaca lechera (NRC 2001).

**Cuadro 9.** Relación de calcio y fósforo (Ca: P) de la pradera y de la ración total por vaca lechera, en comparación a los requerimientos según NRC (2001).

Meses	Ca :P pradera	Ca:P Ración total	Ca:P Requerimientos
Enero	3,5	1,8	1,6
Febrero	3,5	1,7	1,5
Marzo	3,5	1,7	1,5
Abril	2,0	1,7	1,5
Mayo	1,5	1,6	1,5
Junio	0,8	1,4	1,6
Julio	1,5	1,5	1,6
Agosto	1,7	1,6	1,6
Septiembre	2,0	1,7	1,6
Octubre	2,3	1,8	1,6
Noviembre	2,0	1,7	1,5
Diciembre	3,5	1,9	1,6

**Cuadro 10.** Estimación de la producción de leche (4% MG) en base a los aportes nutricionales de la ración por vaca lechera anual en relación a los requerimientos de NRC (2001) en comparación a la producción real.

Meses	LECHE ESTIMADA (lt)		REAL (lt)
	Proteína	Energía	
Enero	21,3	12,3	20,0
Febrero	31,9	28,3	18,0
Marzo	28,2	21,3	17,0
Abril	36,4	27,8	19,0
Mayo	37,9	30,0	22,0
Junio	37,7	34,4	23,0
Julio	47,8	34,6	24,0
Agosto	51,0	43,9	24,0
Septiembre	34,6	32,3	25,0
Octubre	38,1	29,6	27,0
Noviembre	37,6	25,6	24,0
Diciembre	30,3	24,8	21,0

## 6. DISCUSION

Al analizar el resumen productivo anual del predio (Cuadro 3), se observa que las vacas en lactancia tuvieron una producción promedio individual superior al promedio de todos los datos registrados por el control lechero oficial de Cooprinsem, en el último año, en vacas de la misma raza en Chile. Al respecto, las vacas del predio en estudio tuvieron lactancias estandarizadas (305 días EM) promedio de 8.636 kilos, superiores a lo registrado en Chile por Cooprinsem sobre un total de 38.294 vacas de la raza Frisón Negro Chileno. De acuerdo a esto, el predio analizado está ubicado en el 20% de los mejores rebaños controlados en Chile. Si se analiza la producción por superficie (Cuadro 3), se deduce que ésta es comparable con sistemas productivos pastoriles de alta eficiencia como los que existen en Nueva Zelanda y Australia. Al respecto Anrique y col. (1999) indican promedios de producción por lactancia de 1.900 litros y por hectárea de hasta 7.241 litros, que comparados con los 8.267 kilos y 19.840 alcanzados respectivamente en el sistema productivo estudiado, demuestra claramente que se trata de un predio lechero ubicado entre los de mayor producción de la región. Si se comparan los resultados con los indicadores recopilados por Lanuza (1994) y Navarro (1994) para diferentes sistemas de producción de leche del sur de Chile, tanto la producción por lactancia como por superficie es similar a los mejores sistemas productivos de la zona (Cuadro 1). Asimismo los índices de eficiencia reproductiva señalados por los mismos autores son comparables a los obtenidos en el presente estudio y pueden calificarse como buenos. Sin embargo los índices son algo inferiores al óptimo definido por Gatica (1998) para indicadores reproductivos, tales como el índice coital, el lapso parto-primer servicio y lapso ínter parto. Ello se explica por el alto nivel productivo de la mayoría de las vacas registradas. Está demostrado que en vacas lecheras de alta selección genética el flujo de los nutrientes ingeridos se destina prioritariamente para la síntesis y secreción láctea, postergándose a un segundo plano la utilización energética y nutricional para los procesos involutivos uterinos y la síntesis de hormonas para la activación del ciclo reproductivo (Grunert y Berchtold 1982).

Las fluctuaciones de producción individual y de concentración de sólidos grasos y proteicos en la leche (Cuadro 4) se explican, en primer lugar, por la mayor proporción de partos habidos en los meses de primavera y otoño respectivamente. Los rangos de fluctuación de la concentración de grasa y proteína de la leche observados durante todo el año coinciden con los valores dados por Asteline (1989) y Jensen (1991) para rebaños sin estabulación. Estos mismos autores hacen referencia a la composición de la leche para el ganado Frisón en diferentes países, concordando este predio con valores dados para Estados Unidos y Canadá. Según Alais (1985) es muy difícil dar un valor estimativo del promedio de composición de leche para distintos sistemas productivos dada la gran influencia de factores ambientales y nutricionales además de los de tipo genético.

La menor producción de leche y la mayor concentración de sólidos en los meses de febrero y marzo son la resultante de un gran número de lactancias sobre 200 días. El repunte

productivo observado en abril-mayo coincide con aproximadamente 30–60 días post-parto de un significativo número de vacas del rebaño. Situaciones similares fueron reportadas por Mc. Meekan (1960). Las altas producciones de primavera se explican parcialmente por la frecuencia de partos de fines de invierno y con ello una alta proporción de vacas de menos de 100 días de lactancia. Influye además en esta buena respuesta productiva, la alta calidad de los forrajes aportados por las praderas en dicho período del año (Cuadro 5). La declinación de la producción en el verano, que es atribuible en parte a la curva normal de lactancia, también se explica por la disminución de la calidad de las praderas, lo cual es comparable con lo descrito por Schultz (1990).

Con respecto a las fluctuaciones del contenido proteico de la leche puede decirse que al comparar los valores promedios mensuales no se observan grandes diferencias, siendo los rangos mínimos y máximos de sólo 3,1 a 3,3 %. Al respecto Larson (1958) y Casas (1996) sostienen que el contenido de proteína de la ración tiene un bajo efecto sobre el tenor proteico de la leche. Lo anterior es consecuente con los resultados del presente trabajo en el cual no pudo observarse una asociación directa entre el contenido proteico de la pradera y la concentración de proteína de la leche. Al respecto al relacionarse la información correspondiente contenida en los (Cuadros 4 y 5) se deduce que los niveles máximos de proteína de la pradera y de las raciones se alcanzaron en los meses de invierno e inicio de primavera. Los altos contenidos de nitrógeno soluble de las praderas en invierno y primavera se reflejaron en un aumento importante de urea láctea, observándose niveles de hasta 472 mmol/lit en el mes de octubre (Cuadro 4). Esto coincide con lo indicado por Wittwer y col. (1987), quienes establecieron correlaciones positivas y significativas ( $p < 0.01$ ) entre el contenido de proteína de praderas y el de urea en leche en el sur de Chile. Por otro lado Bines, (1982), indica que el contenido de proteína del forraje se correlaciona positivamente con la concentración de grasa en la leche y que es necesario una concentración mínima de 16% de proteína en la materia seca de la ración de vacas lecheras para optimizar el proceso de movilización de las reservas grasas corporales que sirven de sustrato para la síntesis de grasa láctea al comienzo de la lactancia. Según De Peters y Cant (1992), en muchos casos el efecto nutricional sobre el contenido de grasa y proteína de la leche es sobrepasado por los factores como el medioambiente y la genética del rebaño lechero. Según Loganathan y Thomson, (1967) factores propios del animal, en especial la edad, son responsables de un 14% de la varianza total de la producción de leche, grasa y sólidos no grasos.

El análisis de los resultados del presente estudio, presentados en el Cuadro 5, permite concluir que los contenidos de proteína cruda en la pradera analizada durante el año estuvieron por encima de los promedios dados por UACH (1995) para una pradera permanente fertilizada de la X Región de Chile. Estas diferencias deben ser atribuidas a la composición botánica y a la fertilidad del suelo que a su vez es afectada por el tipo de suelo y la fertilización. Las variaciones del contenido proteico de la pradera se ajustan a la información aportada por Teuber (1988), quién observó un mayor contenido en los meses de invierno y primavera, y una disminución durante los meses de enero a marzo, coincidiendo estas fluctuaciones con la producción de hojas tiernas por parte de la planta y las fertilizaciones realizadas. De acuerdo a estudios realizados por Voisin (1961), los altos niveles de nitrógeno y fósforo en el suelo contribuyen a la formación de aminoácidos de las plantas. En este estudio se registraron

niveles de proteína cruda en las praderas de hasta 29 % de la materia seca. Si se relacionan estos contenidos con los requerimientos nutricionales sugeridos por NRC (2001) para vacas lecheras de producciones similares a las observadas en este estudio, se concluye que es necesario considerar que una adecuada suplementación de este tipo de praderas debe realizarse con alimentos de menor aporte proteico. En este caso se utilizó la estrategia de incorporar ensilaje de maíz durante el período de invierno-primavera. A pesar de ello hubo un importante excedente de proteína durante todo el año y especialmente en los meses de julio y agosto (Anexo 5). Una restricción en los suplementos proteicos, al balancear las raciones, permitiría mejorar la eficiencia del proceso de transformación de nutrientes en leche y contribuiría a prevenir trastornos de la salud y de la reproducción. Al respecto, los excesos de proteína originan una elevada concentración de amoniaco a nivel ruminal que es sólo parcialmente utilizado por la microflora. Lo anterior conduce a un aumento en la síntesis de urea y a un consecuente incremento de los niveles de la misma en los fluidos corporales. Por otro lado la situación descrita aumenta el balance energético negativo absoluto o relativo con efectos negativos sobre la producción y fertilidad del ganado (Grunert y Berchtold 1982). Niveles altos de urea a nivel sanguíneo también han sido relacionados a problemas hepáticos y a la aparición tardía del primer estro (Ferguson y col, 1993).

Es interesante destacar los altos contenidos energéticos de las praderas analizadas (Cuadro 5) los cuales, excepto en el mes de abril, superan con creces lo informado por Anrique (1995) para praderas del sur de Chile. Sin embargo antecedentes neozelandeses son concordantes con los valores obtenidos en este estudio para praderas permanentes de utilización intensiva y de alta fertilización (Kolver, 2000). El valor de 2,0 mcal/kg de energía metabolizable registrado en el mes de abril coincide con los valores entregados por Anrique (1995) y puede explicarse en parte por la existencia de residuos de forraje remanentes de los pastoreos de verano y a una baja precipitación pluviométrica en ese período. Los altos contenidos energéticos del forraje disponible en los restantes meses del año son el resultado de un crecimiento vegetativo activo al momento de la utilización de la pradera. Según Heufelder (1997), en situaciones de alta fertilización fosforada aumenta la concentración de energía en la materia seca de las plantas debido a la influencia del fósforo en la síntesis de ATP. Los niveles de energía se correlacionan positivamente con la alta concentración de proteína observada en el forraje (Cuadro 5) lo cual concuerda con lo descrito por Prudent (1989). A pesar del alto contenido energético de la pradera analizada se mantiene una estrecha relación energía / proteína durante todo el año. De esta forma se explica que el factor limitante primario para la producción de leche es la energía que fue compensada estratégicamente mediante el uso de ensilaje de maíz y alimento concentrado.

La observación del Gráfico 3, que describe la relación entre los aportes energéticos de la pradera pastoreada durante el año y los requerimientos nutricionales según NRC (2001) y Linn (2001), calculados en base al peso y a la producción promedio (4,0% de materia grasa) del rebaño, muestra un balance energético negativo que debió ser equilibrado mediante una suplementación de ensilajes y concentrados (Cuadro 6 y Anexo 2). El déficit de energía metabolizable de la pradera en relación a la requerida por las vacas en producción (Anexo 3) es calificada por Ruiz (1988) como normal en ganado de alta selección, siendo éste el factor nutricional más limitante de las raciones para animales lecheros a pastoreo. Este desfase es



máximo en los primeros meses de lactancia debido a los altos aportes energéticos requeridos para satisfacer los requerimientos de producción al momento del “peak” de lactancia que coincide con las necesidades de energía para activar los procesos hormonales necesarios para una reproducción normal en un momento de lenta recuperación de la capacidad de consumo voluntario de materia seca de las vacas (Kolver, 2000). Al respecto Grunert y Berchtold (1982) indican que los principales trastornos reproductivos de origen ovárico, como la aciclia, los celos silentes, y la degeneración folicular, se explican por una deficiencia de energía en las raciones durante el primer tercio de la lactación.

En cuanto a los aportes de calcio y fósforo de la pradera analizada en este estudio, que se muestran en el Cuadro 5, se deduce que hay variaciones importantes en el contenido de estos macroelementos minerales durante el transcurso del año. Si se comparan los consumos de calcio y fósforo aportados por la pradera (Gráficos 4 y 5) con los valores recomendados por NRC (2001) y los recopilados por Linn (2001) se concluye que son insuficientes para cubrir los requerimientos de vacas lecheras en producción. Según Kaneko y col. (1997) una deficiencia de calcio y fósforo de las praderas incide además en una reducción de la absorción de calcio a nivel intestinal desde un promedio de 68% (NRC 2001) a un 40%, alterando aún más la relación entre ambos macrominerales en la dieta.

Por otro lado los déficit de fósforo se relacionan indirectamente con la fertilidad y la producción por su efecto depresor del consumo de materia seca y la alteración de la relación con el calcio principalmente (Huth,1995). La suplementación de calcio y fósforo en las raciones suministradas durante el año, sobrepasó las necesidades nutricionales recomendadas por NRC (2001) para vacas lecheras(Gráficos 8, 9 y Anexo 6). Los excesos permanentes tanto de calcio como de fósforo en el ganado constituyen limitantes importantes para la producción y reproducción de bovinos lecheros. Al superarse los requerimientos de calcio se influye negativamente en la absorción del magnesio, lo que puede determinar problemas metabólicos para el rebaño. A pesar que los excesos de calcio pueden afectar la fertilidad, sus efectos son menos importantes debido a que el organismo posee mecanismos eficientes y rápidos para eliminar dichos excedentes. Los excesos de fósforo y relaciones calcio / fósforo estrechas se asocian con disfunciones del endometrio debido a interacciones con calcio, potasio, magnesio y manganeso a nivel del tejido endotelial uterino y con una menor excitabilidad frente a los niveles de estrógenos sanguíneos (Grunert y Berchtold 1982). Según estos mismos autores un exceso de fósforo en las raciones se relaciona con bajos niveles de calcio, zinc y hierro en la sangre debido a que el fósforo antagoniza la absorción de estos elementos a nivel intestinal.

Más importante que los valores absolutos de calcio y fósforo en las raciones de ganado lechero pareciera ser la relación existente entre ambos macroelementos minerales. Debido a las interacciones entre calcio y fósforo y su relación con el metabolismo en vacas lecheras, es conveniente analizar los aportes de ambos elementos en las praderas y raciones en su conjunto. Ambos son regulados metabólicamente por acción de la parathormona tiroidea y la calcitonina secretada por la paratiroides. Ambos minerales cumplen un rol conjunto en la síntesis de tejido óseo. El fósforo además cumple una importante función en el transporte energético en el metabolismo y el calcio tiene relación con la transmisión neuromuscular por la generación del potencial eléctrico a nivel de musculatura lisa, estriada y cardiaca. Por lo

anterior se ha establecido que un indicador importante para la evaluación del aporte de calcio y fósforo en relación a algunas manifestaciones fisiológicas en vacas lecheras es la relación calcio / fósforo de los alimentos (Huth 1995). En este sentido la relación calcio / fósforo del forraje consumido a pastoreo en el transcurso del año fluctúa entre 0.8 y 3.5/1. En el presente estudio se detectó que las relaciones entre calcio y fósforo de las praderas durante casi la mitad del año están fuera de los rangos óptimos indicados por la literatura científica correspondiente. Es así que se observan relaciones fisiológicamente demasiado amplias en los meses de diciembre a marzo y demasiado estrechas durante el mes de junio, siendo esta última incluso inversa con mayor aporte de fósforo que de calcio, lo cual es asociado a praderas fertilizadas de uso temprano (Voisin 1961). En el caso de manejo de animales a pastoreo es precisamente la relación calcio / fósforo la que permite definir un adecuado criterio de suplementación y balance mineral en las raciones (Grunert y Berchtold 1982). Según Kolver (2000) esta relación debe mantenerse constante entre un mínimo de 1,5/1 y 2,0/1 para asegurar una óptima expresión del potencial productivo y reproductivo de las vacas. Los datos aportados por NRC (2001) concuerdan con el rango máximo indicado, pero acepta una relación de hasta 1,2/1 entre calcio y fósforo contenido en las raciones sin efectos negativos sobre producción y fertilidad. Al respecto los autores diferencian entre período de producción o de parto. Durante la fase de producción se pueden alcanzar relaciones calcio / fósforo hasta 2/1, en cambio en el período seco debiera ser de alrededor de 1/1 para evitar hipocalcemias y paresia puerperal. Asimismo el déficit de calcio o una relación calcio / fósforo estrecha retrasan la involución uterina y la aparición del primer celo postparto (lapso parto primer celo). Una relación calcio / fósforo estrecha significa además que hay un déficit absoluto o relativo de calcio que también tiene un efecto negativo sobre la fertilidad del ganado. La causa sería una reducción de la motilidad uterina debido a la falta de calcio (Grunert y Berchtold 1982). La estrategia de suplementación utilizada en el presente estudio (Cuadro 6 y Anexo 2) permitió adecuar esta relación a valores de 1,5 a 1,8/1, lo cual según los antecedentes entregados anteriormente corresponde a valores que están dentro de rangos fisiológicos normales (NRC 2001).

Los valores promedio de consumo de materia seca de forraje de vacas lecheras a pastoreo indicadas por la literatura son muy variables. Las condiciones experimentales difieren enormemente de manera que, en la mayoría de los casos, no hay una base de comparación objetiva. Según Hutjens (2001) el consumo de materia seca de vacas a pastoreo depende del peso corporal y de la producción de leche, estimando que las vacas ingieren un mínimo de 1,8% de materia seca en relación a su peso corporal más una cantidad variable según producción hasta alcanzar niveles de alrededor de 4,0% de su peso, dependiendo esto del tipo y calidad de suplemento suministrado. De la información disponible se deduce que el consumo a pastoreo es influenciado por factores inherentes a los animales, al ambiente y a la alimentación. Con respecto a los factores dependientes de la pradera, Lyons et al. (1999) señalan como más relevantes los que dependen de la calidad y de la disponibilidad de materia seca por vaca / día. Además el consumo se ve afectado por el suministro de alimentos complementarios, especialmente voluminosos, que tienen un efecto sustitutivo sobre el consumo de materia seca proveniente de la pradera (Kirchgessner y col.1975). Si se analizan los componentes de las raciones suministradas en los dos períodos del ensayo puede observarse que un porcentaje importante de la ración está constituida por ensilajes, heno y

concentrados (Anexo 2). Lo anterior explica los bajos consumos registrados a pastoreo y concuerda con la información aportada por Kirchgessner y col. (1975). Estos autores destacan que existe una correlación positiva significativa de 0,8 ( $p \leq 0.001$ ) entre disponibilidad de pradera (materia seca) y consumo voluntario. Al respecto los mismos autores establecieron una regresión lineal de  $y = 1,512 + 0,353x$  ( $p \leq 0.001$ ) para pastoreos rotacionales asignados cada 12 horas. En el presente estudio no se observó una asociación entre disponibilidad y consumo a pastoreo debido seguramente a que el efecto fue anulado por el consumo de cantidades significativas de suplemento. Sin embargo el porcentaje de materia seca consumida de la pradera en este estudio, en relación a la disponibilidad en cada pastoreo (Anexo 1), es comparable con lo indicado por Hodgson (1994) para sistemas lecheros eficientes a pastoreo.

La producción de leche estimada mensual en base a los consumos efectivos de los diferentes componentes de las raciones y sus respectivos análisis nutricionales en relación a los requerimientos nutricionales recomendados por NRC (2001), comparados con los promedios de producción por vaca mensual arroja diferencias importantes (Cuadro 10). Esta situación es lógica ya que la producción así estimada solamente refleja un potencial que puede reflejarse en individuos pero no necesariamente en el promedio del rebaño. Al respecto la producción real mensual tiene un amplio rango de variación dado no solamente por el aporte nutricional de las dietas sino que también por factores genéticos, edad, número ordinal de lactancia y avance de la lactación. Sin embargo, la comparación de las producciones estimadas en base al aporte energético y proteico de las raciones mensuales, deja de manifiesto que la principal limitante para la producción de leche de vacas a pastoreo es el consumo de energía. Asimismo puede explicarse que en el mes de enero en que la producción real superó lo esperado de acuerdo al aporte energético de la ración, lo más probable es que la diferencia de aporte para la producción de leche haya provenido de una movilización de reservas de energía corporal (grasa) de las vacas. Por otro lado los altos potenciales lecheros estimados en base al aporte de compuestos nitrogenados de las raciones son la base para la explicación de los altos niveles de urea detectados en la leche durante varios meses del año (Cuadro 4y Anexo 9).

Las relaciones nutricionales y productivas del sistema de producción de leche analizado demuestran que se trata de un modelo productivo que utiliza praderas con una alta carga animal, durante todo el año. Los resultados del sistema medidos a través de la producción de leche, grasa y proteína individual y por superficie como por el comportamiento reproductivo del rebaño, permiten ubicar al predio analizado entre los mejores predios monitoreados mediante un control lechero oficial. En cuanto al análisis de las raciones suministradas, cabe señalar que es posible afinar el balance nutricional para evitar el consumo excesivo promedio de energía, proteína, calcio y fósforo que se observó durante gran parte del año registrado. Un aporte más equilibrado de los nutrientes mencionados contribuiría, por una parte, a mejorar la rentabilidad del sistema y a crear condiciones metabólicas más favorables para prevenir eventuales alteraciones fisiológicas que pudieran limitar la productividad futura del sistema.

El análisis nutricional y productivo del predio estudiado permite concluir lo siguiente:

- El predio posee registros objetivos que analizados desde la perspectiva de producción y comportamiento reproductivo ubica a este rebaño en el 20% superior del ranking oficial del control lechero de Cooprinsem.
- La relación entre la calidad de las praderas consumidas y las necesidades de las vacas en lactancia demostro que la concentración de energía, proteína, calcio y fósforo fue alta al compararse con los valores entregados por los distintos investigadores para praderas fertilizadas de uso intensivo para la X. Región de Chile.
- El efecto sustitutivo de los forrajes conservados sobre el consumo de pradera fue elevado, lo cual constituye una limitante para la eficiencia del sistema.
- La relación calcio/fósforo de las praderas consumidas debe calificarse de inadecuada para el metabolismo animal, al fluctuar ésta entre valores estrechos de 0,8/1 hasta relaciones muy amplias de 3,5/1.
- El factor nutricional limitante primario para la producción de leche del rebaño estudiado fue el aporte de energía metabolizable de las raciones
- Se detectaron importantes excesos de consumo de proteína cruda en las vacas lecheras, con niveles de urea láctea que reflejaron un desbalance metabólico nitrogenado con probables efectos fisiológicos negativos para los animales

## 7. BIBLIOGRAFIA

ALAIS, C. 1985. Ciencia de la leche. 4ª ed., Ed. Reverté. Barcelona. España.

ANRIQUE, R., L. LATRILLE, O. BALOCCHI, D. ALOMAR, V. MOREIRA, R. SMITH, D. PINOCHET, G. VARGAS, 1999. Competitividad de la producción Lechera Nacional. Tomo II. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

ARUTA, J. 2000. Evolución negativa del sector lechero. *Agroanálisis*. 6: 6-9.

ASTELINE, M. S. 1989. Cows can be managed to improve solids content of milk. *Feedstuffs*. 13-25 Citado por Casas, M. 1996. Variación en el contenido de proteína y materia de grasa de la leche, según las diferentes estaciones del año y sistemas de alimentación en predios de la zona sur. Tesis M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.

BALOCCHI, O. 1999. Recursos forrajeros más utilizados. *Agroanálisis*.184: 37-40.

BINES, J.A.1982. Factors affecting milk composition. *Span*: 59-62.

CASAS, M. 1996. Variación en el contenido de proteína y materia de grasa de la leche, según las diferentes estaciones del año y sistemas de alimentación en predios de la zona Sur, Tesis M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.

DE PETERS, E.J., P.J. CANT. 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk. *J Dairy Sci* 75: 2043-2070.

EGAÑA, J. I. 1987. Alimentación invernal del ganado bovino. Jornadas de post-grado en alimentación invernal del ganado bovino. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

FERGUSON, J.D., D. T. GALLIGAN, T.BLANCHARD AND M. REEVES. 1993. Serum urea and conception rate: The usefulness of test information. *J. Dairy Sci*.76:3742.

GATICA, R.1998. Manejo reproductivo en el ganado de leche. Curso de Ginecología y Obstetricia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

GRUNERT, E., M. BERCHTOLD.1982. Fertilitätsstörungen beim Rind. Verlag Paul Parey. Berlin-Hamburg.

- HEUFELDER, H. 1997. Evaluación del rendimiento y valor nutritivo de las especies naturalizadas del dominio húmedo de Chile. Tesis. Licenciado en Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- HODGSON, J. 1994. Management of grazing system. Pasture and Crop Science. Edited by James White and John Hodgson. Oxford University Press. Auckland. New Zealand.
- HUTH, F. W. 1995. Die Laktation des Rindes. Eugen Ulmer GmbH & Co. Rieden.
- HUTJENS, M. 2001. ¿Cuanto deben comer las vacas? Hoard's Dairyman. Grupo de Editores Agropecuarios. Cumbres de Acultzingo, México.
- JENSEN, R.G. 1996. The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74: 3228-3243.
- KANEKO, J. J., J.W. HARVEY, M.L. BRUCE, 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5ª ed. Academy Press. Washington D.C.
- KRICHGESSNER, M., W. STEHR, F. X. ROTH, 1975. Zur Eiweiss und Energieaufnahme von Milchkühen auf der Weide. *Bay. Landw. Jahrb.* 52.2. 211-217.
- KLEIN, F. 1983. Análisis económico de recursos forrajeros. Boletín Técnico 66. INIA. Estación Experimental Remehue. Osorno. Chile
- KOLVER, E. 2000. Nutrition guidelines for the high producing dairy cow. Ruakura Dairy Farmers' Conference. Hamilton.
- LANUZA, F. 1994. Sistemas de producción de leche estudiados por el INIA en el sur de Chile: Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile
- LARSON, B.L. 1958. Nongenetic factors affecting the production on nonfat milk solids by the bovine. *J. Dairy Sci.* 41 (2): 440-444
- LINN, J. 2001. Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero: Resumen de las normas del NRC. XVII Curso de Especialización. Dep. Anim. Sci. Univ. Minesotta. St. Paul. Minesotta.
- LOGANATHAN, S., P. THOMSON. 1967. Composition of cows milk. *J. Dairy Sci.* 51 (12): 1928-1932
- LYONS K., R. MACHEN, T. D. A. FORBES. (1999). Understanding forage intake in range animals. Tex. Agr. Ext. Serv. A&M University System. Texas..
- McMEEKAN, C. P. 1960. De Pasto a Leche. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo.

NAVARRO, H.1994. Análisis económico de Sistemas de producción de leche estudiados por el INIA en el sur de Chile. Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile

NAVARRO, H 1996. Caracterización de los costos de producción de leche y variables a mejorar. Aspectos técnicos y perspectivas de la producción de leche. INIA Remehue. Osorno, Chile: 117-130.

NRC 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, *National Research Council*. Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.

ODEPA. 2000. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias Ministerio de Agricultura Mercados Agropecuarios,101. Santiago de Chile

PRUDANT, A.1989. Estudio comparativo del potencial nutricional y productivo de tres praderas permanentes sometidas a diferente manejo. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

RUIZ, I.1988. Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile

SCHULTZ, M. 1996. Variation of milk fat, protein and somatic cells for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73(2):445-452

TEUBER, N.1988. En: Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile:479-492.

TORRES,T., N. TEUBER, J.C. DUMONT. 1988. Manejo invernal de la avena asociada a trebol rosado. Boletín técnico. 134 I N I A. Septiembre 1988. Estación experimental Remehue.

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.

VOISIN, A. 1961. Suelo, Hierba, Cáncer. Editorial Tecnos, Madrid.

WITWER, F., H. OPITZ, J. REYES, P. C. CONTRERAS, H. BOEHMWALD. 1993. Diagnóstico de desbalance nutricional mediante la determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos. *Arch. Med. Vet.* 25: 165-172.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1.** Consumo, disponibilidad y porcentaje de utilización de la pradera por las vacas lecheras.

Meses	Disponibilidad MS/día kg	Consumo MS/día kg	Consumo %
Enero	15,6	4,6	29,5
Febrero	15,1	6,9	45,7
Marzo	13,1	4,5	34,4
Abril	16,1	5,2	32,3
Mayo	19,4	5,3	27,3
Junio	23,6	5,2	22,0
Julio	22,2	8,0	36,0
Agosto	29,8	9,9	33,2
Septiembre	17,4	6,6	37,9
Octubre	15,6	9,5	60,9
Noviembre	25,9	9,4	36,3
Diciembre	25,2	8,2	32,5



**Anexo 2.** Consumo de materia seca (MS) de los alimentos suplementarios

ALIMENTOS					
	Ensilaje pradera MS kg	Ensilaje maíz MS kg	Heno alfalfa MS kg	Concentrado MS kg	Sal mineral MS kg
Periodo 1					
Diciembre	4,0	0	0,8	3,8	0,2
Enero	5,4	0	0,1	4,0	0,2
Febrero	6,6	0	1,6	3,8	0,2
Marzo	7,4	0	0,7	4,6	0,2
Periodo 2					
Abril	7,7	2,3	1,3	4,7	0,2
Mayo	6,0	3,5	1,5	4,9	0,2
Junio	5,3	4,3	1,6	5,1	0,2
Julio	4,0	5,9	2,3	5,6	0,2
Agosto	4,1	4,5	2,2	4,8	0,2
Septiembre	4,6	3,5	1,4	4,0	0,2
Octubre	4,2	0,4	1,0	3,6	0,2
Noviembre	3,2	0,6	0,7	3,4	0,2

**Anexo 3.** Requerimientos nutricionales diarios de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM), según producción de leche en relación a los consumos correspondientes aportados por la pradera.

Meses	Requerimiento PC grs	Consumo PC grs	Requerimiento EM Mcal/kg	Consumo EM Mcal/kg
Enero	2.186,0	800,4	43,3	11,5
Febrero	2.006,0	1.545,6	37,6	18,6
Marzo	1.916,0	931,5	36,3	11,7
Abril	2.096,0	1.341,6	38,8	9,9
Mayo	2.366,0	1.547,6	42,5	14,3
Junio	2.456,0	1.518,4	43,7	14,6
Julio	2.546,0	2.280,0	45,0	21,6
Agosto	2.546,0	2.821,5	45,0	27,7
Septiembre	2.636,0	1.636,8	46,2	19,1
Octubre	2.816,0	2.346,5	48,7	26,6
Noviembre	2.366,0	2.115,0	42,5	26,3
Diciembre	2.276,0	1.689,2	41,3	22,1

**Anexo 4.** Requerimientos nutricionales de calcio (Ca) y fósforo (P) según producción de leche en relación a consumos correspondientes aportados por la pradera y porcentaje de este aporte respecto a los requerimientos.

Meses	Calcio			Fósforo		
	Requerimiento grs.	Consumo grs	%	Requerimiento grs	Consumo grs	%
Enero	86,2	32,2	37,4	55,6	9,2	16,5
Febrero	79,8	48,3	60,5	51,6	13,8	26,7
Marzo	76,6	31,5	41,1	49,7	9,0	18,1
Abril	83,0	31,2	37,6	53,6	15,6	29,1
Mayo	92,6	31,8	34,3	60,0	21,2	35,3
Junio	95,8	20,8	21,7	61,5	26,0	42,3
Julio	99,0	48,0	48,5	63,5	32,0	50,4
Agosto	99,0	49,5	50,0	63,5	29,7	46,8
Septiembre	102,3	39,6	38,7	65,5	19,8	30,2
Octubre	108,7	66,5	61,2	69,4	28,5	41,1
Noviembre	92,6	37,6	40,6	60,0	18,8	31,3
Diciembre	89,4	57,4	64,2	57,6	16,4	28,5

**Anexo 5.** Requerimientos nutricionales diarios de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) según producción de leche en relación a consumos correspondientes aportados por la ración total.

Meses	Requerimiento PC grs	Consumo PC grs	Requerimiento EM Mcal/kg	Consumo EM Mcal/kg
Enero	2.186,0	2.318,1	43,3	36,1
Febrero	2.006,0	3.407,0	37,6	48,5
Marzo	1.916,0	2.957,7	36,3	44,1
Abril	2.096,0	3.667,7	38,8	50,1
Mayo	2.366,0	3.792,9	42,5	54,7
Junio	2.456,0	3.775,8	43,7	56,1
Julio	2.546,0	4.683,1	45,0	67,1
Agosto	2.546,0	4.984,5	45,0	67,6
Septiembre	2.636,0	3.504,0	46,2	53,4
Octubre	2.816,0	3.807,2	48,7	50,1
Noviembre	2.366,0	3.372,1	42,5	46,9
Diciembre	2.276,0	3.159,8	41,3	45,6

**Anexo 6.** Requerimientos nutricionales de calcio (Ca) y fósforo (P) según producción de leche en relación a consumos correspondientes aportados por la ración total y porcentaje de este aporte respecto a los requerimientos.

Meses	Calcio			Fósforo		
	Requerimiento grs	Consumo grs	%	Requerimiento grs	Consumo grs	%
Enero	86,2	123,7	143,5	55,6	69,6	125,2
Febrero	79,8	163,1	204,4	51,6	94,0	182,2
Marzo	76,6	146,0	190,6	49,7	86,6	174,2
Abril	83,0	167,6	201,9	53,6	96,0	179,1
Mayo	92,6	164,2	177,3	60,0	102,5	170,8
Junio	95,8	153,4	160,1	61,5	109,1	177,4
Julio	99,0	189,4	191,3	63,5	125,8	198,1
Agosto	99,0	181,9	183,7	63,5	117,0	184,3
Septiembre	102,3	155,6	152,1	65,5	92,3	140,9
Octubre	108,7	165,0	151,8	69,4	89,5	129,0
Noviembre	92,6	125,3	135,3	60,0	73,4	122,3
Diciembre	89,4	120,7	135,0	57,6	62,3	108,2

**Anexo 7.** Variación de la concentración de materia grasa en la leche en las distintas etapas de lactancia.

Meses	Grasa % 7-100 días	Grasa % 101-200 días	Grasa % >200días
Enero	3,1	3,4	3,6
Febrero	3,5	3,5	3,8
Marzo	3,8	4,0	4,2
Abril	3,5	3,1	3,4
Mayo	3,4	3,7	4,0
Junio	3,4	3,8	4,1
Julio	3,6	3,8	4,3
Agosto	3,4	3,5	4,0
Septiembre	3,5	3,6	4,3
Octubre	3,5	3,6	3,9
Noviembre	3,2	3,4	3,9
Diciembre	3,4	3,5	3,8

**Anexo 8.** Variación de la concentración de proteína en la leche en las distintas etapas de lactancia.

Meses	Proteína % 7-100días	Proteína % 101-200 días	Proteína % >200días
Enero	3,0	3,1	3,3
Febrero	2,9	3,1	3,3
Marzo	3,1	3,1	3,3
Abril	2,9	3,1	3,4
Mayo	3,0	3,1	3,4
Junio	3,0	3,0	3,4
Julio	3,1	3,1	3,5
Agosto	3,1	3,1	3,4
Septiembre	3,0	3,1	3,5
Octubre	3,2	3,3	3,5
Noviembre	3,1	3,1	3,3
Diciembre	2,9	3,0	3,3

**Anexo 9.** Variación de la concentración de urea en la leche en las distintas etapas de lactancia.

Meses	UREA mmol/l 7-100 días	UREA mmol/l 101-200 días	UREA mmol/l >200 días
Enero	258	278	266
Febrero	260	269	261
Marzo	395	382	392
Abril	349	348	340
Mayo	304	312	317
Junio	367	363	375
Julio	355	354	352
Agosto	378	332	338
Septiembre	310	273	270
Octubre	472	465	432
Noviembre	331	345	307
Diciembre	354	364	337



**Anexo 10.** Pronostico de la distribución de partos del rebaño lechero en estudio durante el año 2001.

Meses	Pronostico de partos
Enero	18
Febrero	22
Marzo	44
Abril	18
Mayo	19
Junio	22
Julio	20
Agosto	17
Septiembre	15
Octubre	16
Noviembre	17
Diciembre	14

## 9. AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis mas sinceros agradecimientos al doctor Wolfgang Stehr, quien como profesor patrocinante supo transmitir conocimientos, apoyo y esfuerzo en la realización del presente trabajo.

Deseo agradecer también al Ingeniero Agrónomo, Humberto Navarro, por su valiosa ayuda.

Al doctor Miguel Santa Maria por su tiempo y ayuda.

A la señora Ruth Oliveros, por su noble cooperación en el manejo del computador