

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL Y TECNOLOGÍA DE CARNES**

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS A PASTOREO CON
DIFERENTES HISTORIAS NUTRICIONALES QUE PASAN A RECIBIR UNA
MISMA ALIMENTACIÓN**

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

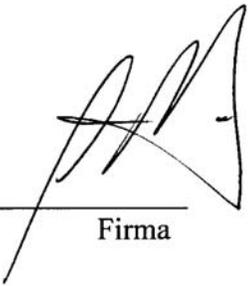
RICARDO ALEJANDRO SCHMEISSER SCHILLING

VALDIVIA – CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Rubén Pulido F.
M.V.; M.Sc.; Ph.D.
Nombre


Firma

PROFESOR COPATROCINANTE

Dr. Héctor Uribe M.
M.V.; M.Sc.; Ph.D.
Nombre

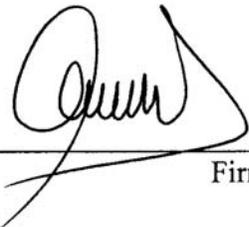
Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Mario Martínez D.
M.V.; M.Sc.; Ph.D.
Nombre


Firma

Dr. Marcos Moreira E.
M.V.
Nombre


Firma

FECHA DE APROBACIÓN: 06 junio de 2006

Esta Memoria está dedicada a Katty, mi bebita,
por su apoyo para llegar a la meta.

ÍNDICE

Capítulo	Página
1.- RESUMEN	1
2.- SUMMARY	2
3.- INTRODUCCIÓN	3
4.- MATERIAL Y MÉTODOS	8
5.- RESULTADOS	12
6.- DISCUSIÓN	14
7.- BIBLIOGRAFÍA	17
8.- AGRADECIMIENTOS	21

1. RESUMEN

El propósito del presente ensayo fue evaluar la respuesta a la igualación alimentaria en vacas lecheras sometidas a dos planos nutricionales previos, sobre la producción y composición de la leche, y sobre el cambio de peso vivo y condición corporal.

El ensayo se realizó en la estación experimental Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile, ubicada al norte de la ciudad de Valdivia, provincia de Valdivia, 10^a Región, Chile, (39°48' lat. Sur y 73°13' long. Oeste). El ensayo de campo fue realizado en primavera, tuvo una duración de 32 días (19 de noviembre al 21 de diciembre de 2004) y en él se utilizaron 28 vacas multíparas, del genotipo Frisón Negro, con un promedio de $117,7 \pm 10,6$ días post parto y una producción de leche promedio de $25,08 \pm 3,47$ litros/día. Las 28 vacas provinieron de 2 grupos de animales, los que fueron alimentados previamente por 51 días con las siguientes dietas: Dieta 1, a pastoreo sin suplementación (DSP) y Dieta 2, a pastoreo y suplementadas con 6 kg de concentrado (DSC). Posteriormente ingresaron los dos grupos a la dieta experimental única e igual, consistente en pastoreo de pradera más 3 kg de concentrado, entregados en dos raciones iguales durante cada ordeña por un período de 32 días. La producción de leche se midió en forma individual, tres veces por semana (de dos ordeñas consecutivas), durante todo el periodo que duró el ensayo. Se obtuvieron muestras de leche, de cada animal, al inicio y al final del ensayo, en dos ordeñas consecutivas, a las que se analizó el contenido de grasa, proteína y urea. La estimación de la condición corporal se realizó los mismos días en que fueron pesados los animales, esto es, al inicio y al final del ensayo.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en peso vivo, condición corporal y producción de leche. En cuanto a la composición de la leche no se encontraron diferencias significativas en la concentración de grasa y urea de la leche, no así en la concentración de proteína láctea, donde se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$), siendo mayor en el grupo proveniente de la dieta solo a pastoreo.

Los antecedentes permiten concluir que, la igualación alimentaria no afecta la producción láctea ni la concentración de grasa y urea en leche, y tampoco afecta el peso vivo ni la condición corporal, pero sí aumenta la concentración de proteína láctea en vacas que originalmente venían sin suplementación.

Palabras Claves: Igualación alimentaria, vacas lecheras, composición de leche

2. SUMMARY

PRODUCTION RESPONSE OF GRAZING DAIRY COWS WITH DIFFERENT FEEDING HISTORIES UPON RECEIVING THE SAME ALIMENTATION

The objective of this essay was to evaluate the animal response of grazing dairy cows with two previous feeding histories, on the production and composition of the milk, and on the changes of live weight and body condition. The essay was carried out at the experimental station Vista Alegre of the Universidad Austral de Chile, to the north of the city of Valdivia, province of Valdivia, 10th Region, Chile, (39°48` S lat; 73°13`W long).

The field essay was carried out in spring, during 32 days (November 19 to December 21 2004), twenty eight Frisian cows were used, with an average of $117,7 \pm 10,6$ days after calving and with a milk production of $25,08 \pm 3,47$ liters/day. The 28 cows came from 2 groups of animals, those that were previously fed for 51 days with the following diets: Diet 1, only grazing (DSP) and Diet 2 grazing plus 6 kg of concentrate supplements (DSC). Later on, the two groups entered to the unique and same experimental diet, consisting in pasture and 3 kg of concentrate, given in two equal portions during each milking for a period of 32 days. The production of milk were measured individually, three time per week (of two consecutive milking), during the whole period that the essay lasted. Milk samples, of each animal, were collected at the beginning and at the end of the essay, from the morning and evening milking. The estimation of the body condition was realized the same days in which the animals were weighed, this is, to the beginning and the end of the essay.

No differences were found in live weight, body condition, milk production, fat and urea content in milk, but it was a significant difference detected in milk protein content ($P < 0,05$), being bigger in the group coming from the Diet 1.

In conclusion, giving the same alimentation to cows with different feeding histories doesn't affect milk production neither the concentration of fat and urea in milk and neither it affects live weight nor body condition, but it does increase the milk protein concentration in cows that originally came without supplement.

Key words: same alimentation, dairy cows, milk composition.

3. INTRODUCCIÓN

La producción de leche en el sur de Chile se basa en la utilización de la pradera como fuente principal de nutrientes. Esta constituye la fuente más económica de nutrientes para el ganado bovino. Normalmente el costo de los nutrientes asciende en el siguiente orden: pastoreo, soiling, forraje conservado y alimento concentrado (Ruiz 1997).

El consumo de materia seca de alimento es la variable más importante que influye en la productividad de la vaca lechera.

Reportes nacionales (Lanuza 1988, Beck y Pessot 1992) señalan que en primavera los consumos de forrajes estimados permitirían producir entre 20 y 24 kg de leche por día bajo buenas condiciones de pastoreo, los cuales en cálculo teórico se reducirán a menos de 20 kg por día en verano. Otros estudios han llegado a la conclusión de que la pradera es capaz de soportar producciones de leche de hasta 30 kilos/día en las primeras etapas de la estación de pastoreo (Arriagada-Jordan y Colmes 1986, Mayne y Thomas 1986). Las prácticas de manejo que resulten en una disponibilidad inadecuada de forraje o a una baja calidad nutritiva de la pradera no permiten un consumo máximo de materia seca ni una alta producción de leche, a menos que se aporten alimentos suplementarios (Pulido 1999). Cuando se suplementa con concentrados, el consumo de pradera (materia seca) disminuye, ya que el concentrado sustituye la pradera; sin embargo el consumo total de materia seca y de energía aumentan (Leaver 1985).

Según Muller (1999), la respuesta inmediata en producción de leche varía de 0 kg hasta cerca de 2 kg por cada kg adicional de suplemento. Muchos factores influyen en la magnitud de las respuestas a la suplementación en vacas alimentadas en pastoreo. Estos incluyen:

- La calidad de la pradera
- La disponibilidad de pradera
- La tasa de sustitución de los suplementos
- El momento de la lactancia
- Los efectos asociativos entre la pradera y los suplementos en términos de digestión de substratos que generan energía
- Cuánto tiempo se aportan los suplementos

La óptima relación de pastura-concentrado en la dieta debe ser determinada por su relación de precio, su respectivo contenido de nutrientes y el precio recibido por la leche (Kellaway y Porta 1993).

La distribución del alimento suplementario durante la lactancia influye en la forma de la curva de lactancia (Broster y Thomas 1981, Johnson 1983). Vacas alimentadas según producción, tienen peaks más altos y una persistencia disminuida, comparado con vacas con igual alimentación para todos los animales.

Lo interesante es que la diferencia en la distribución de producción de leche durante la lactancia resulta en pequeñas diferencias en producciones totales por lactancia. El menor peak de producción con igual alimentación para todos los animales, es compensado por una mayor persistencia de la producción en la lactancia tardía (Broster y Thomas 1981).

La respuesta inmediata es el incremento en producción de leche registrada poco después de introducido el suplemento. La magnitud de la respuesta inmediata está influenciada por la etapa de la lactancia. Esta es mayor en la lactancia temprana, cuando hay una tendencia natural del animal a distribuir la energía hacia la producción de leche. Ésta decrece con la gestación, a causa del incremento en la distribución hacia ganancia de peso (Broster 1983).

Según Peyraud y col. (1997), para una cantidad de concentrado dada, el fenómeno de sustitución parece estar directamente relacionado con el balance energético del animal cuando éste recibe suplementación. De una manera similar, la eficiencia de la suplementación parece tener una cercana relación con las necesidades que son cubiertas sólo por la pradera. De este modo, lo anterior sugiere que el balance energético de la vaca es esencial para determinar el valor de sustitución y la respuesta en producción de leche a la suplementación con concentrados, y que hay campo para mejorar sustancialmente en la respuesta a la absorción energética de los alimentos suplementarios en animales a pastoreo.

3.1. COMPOSICION LACTEA

En todos los países los esquemas de pago de la leche están basados en la composición de la leche en vez del volumen. Si bien la fórmula exacta para calcular el precio de la leche difiere entre países, hay una tendencia común de poner más énfasis en el contenido de proteína que en el contenido de grasa de la leche. Esto se debe a cambios en la percepción del valor nutricional de la leche para el consumo humano. Sin embargo, hay poco rango para alterar el contenido de proteína de la leche a través de la manipulación de la dieta. Al modificar la dieta, la concentración de grasa de la leche puede variar por sobre 3%, sin embargo, el contenido de proteína raramente sufre cambios mayores al 0,5% (Sutton 1990).

La totalidad o la mayor parte de los principales componentes de la leche se sintetizan en la glándula mamaria a partir de diversos precursores que se absorben selectivamente de la sangre. Así mismo, la glándula ejerce un filtrado selectivo sobre ciertas proteínas, minerales y

vitaminas que no son elaboradas en este lugar, sino que pasan directamente de la sangre a la leche (Mc Donald y col. 1999).

Se debe tener en cuenta que las concentraciones de los constituyentes de la leche también cambian con la etapa de la lactancia. Después del parto- ambos, los contenidos de grasa y proteína de la leche- caen hasta que alcanzan niveles mínimos alrededor del segundo a tercer mes de lactancia (Sutton 1990). Luego aumentan paulatinamente hasta el periodo de secado.

Uno de los factores mediante el cual es posible influir positivamente sobre la concentración de sólidos de la leche es el manejo de la alimentación de las vacas, mediante un adecuado balance de raciones y un correcto suministro de las mismas. La calidad nutricional de la leche depende además de factores inherentes a los animales y al manejo en general (Stehr 1995).

3.1.1. Grasa

La grasa de la leche es producida tanto por la síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria, como por la absorción y la secreción en la leche de los ácidos grasos de la dieta. La digestión bacteriana de los alimentos en el rumen colabora en la modificación del perfil de ácidos grasos de los mismos, antes de que la grasa sea secretada en la leche o almacenada en el cuerpo. El ácido acético es el principal precursor para la síntesis de la grasa de la leche y, debido a que las bacterias acetogénicas digieren la pared celular de las plantas, el contenido en fibra de la dieta es el determinante más importante del contenido en grasa de la leche (Phillips 2003).

Los lípidos de la leche están influenciados por diferentes factores, como por ejemplo, la composición de la dieta (Kirchgessner y col. 1965, Christie 1981). La influencia del tipo de dieta en la composición de los ácidos grasos fue demostrada por Bartsch y col. (1979) (por ejemplo, la relación concentrado-voluminoso). La razón para esta influencia es la relación entre ácido acético y propiónico producido por fermentación bacteriana en el rumen, porque el ácido propiónico lleva a un incremento en la síntesis de grasa corporal y como consecuencia, a una reducida síntesis de grasa láctea a partir de ácido acético (Storry y Rook 1965).

3.1.2. Proteína

La variación natural en el contenido de proteína de la leche es considerablemente menor que en el caso de la grasa, con lo que la oportunidad de seleccionar vacas que produzcan más proteína láctea es limitada. La variación en la concentración de proteína láctea ante los cambios en la nutrición es también menor que en el caso de la grasa de la leche, aunque se ha establecido una clara relación entre el aporte de energía a las vacas y el contenido de proteína láctea (Phillips 2003).

Se ha encontrado que el contenido de energía metabolizable del forraje influye directamente sobre la concentración de proteína láctea, es decir, a mayor contenido de energía metabolizable, mayor concentración de proteína en leche. Esto se ratifica al suplementar forrajes de alta calidad con fuentes de carbohidratos solubles como los granos, ya que se obtiene un efecto positivo sobre la concentración de proteína en la leche (O'Mara 1992, Stehr 1995).

También se ha encontrado que la concentración proteica de la leche aumenta significativamente cuando el nivel de concentrado en la dieta aumenta (Gordon 1984, Sutton y Morant 1989, O'Mara 1992).

3.1.3. Urea

La urea es sintetizada en el hígado en cantidades proporcionales a la concentración de amoníaco producido en el rumen (Oltner 1983) y su concentración sanguínea está en directa relación con el aporte protéico en la ración (Manston y col. 1975, Treacher 1978, Kirchgessner y Kreuzer 1986), y con la relación energía-proteína de ésta (Kaufmann y col. 1982, Klein y col. 1987).

La subalimentación de energía lleva a una reducida producción de proteína bacteriana en el rumen. De esta manera se produce un exceso de amoníaco el cual no puede usarse para la síntesis de proteína. En este caso uno puede encontrar un aumento de urea en la leche junto con una disminución del contenido de proteína de la leche (Hagemeister y col. 1980).

La urea sanguínea traspasa el epitelio alveolar de la glándula mamaria difundiéndose hacia la leche, por lo que existe una alta correlación entre la concentración de urea en la sangre y en la leche (Gfrörer y Koch 1985). Es importante señalar que la concentración de urea en la leche no está sujeta a regulación por mecanismos homeostáticos y tampoco presenta variaciones postprandiales, por lo que sería un mejor indicador del balance protéico que la concentración sanguínea (Oltner 1983).

Valores de urea en sangre o en leche menores a 2,5 mmol/L se consideran bajos (Wittwer y Noro 2003), lo que indicaría un bajo contenido de proteínas degradables en el rumen (RDP) en la dieta, en relación a la disponibilidad ruminal de energía (AFRC 1993). Esta situación provoca una menor eficiencia en la utilización y consumo de los alimentos, afectando la producción de leche. Valores bajos de urea en la sangre se encuentran en rebaños que utilizan dietas deficitarias en proteínas (Wittwer y col. 1993). Por otro lado, valores de urea en sangre o leche superiores a 7.0 mmol/L son considerados elevados, evidenciando una situación en que el contenido de RDP en el rumen es elevado con relación a la disponibilidad de energía. Esta situación es frecuente cuando el contenido de proteínas de la dieta es elevado,

como sucede con los forrajes de rápido crecimiento en primavera y otoño, o bien cuando el aporte de energía es limitado (Pulido 1999). En esta situación hay que sumar el hecho de que hay una pérdida adicional de energía debido al requerimiento del hígado para convertir amonio a urea (Wittwer y Noro 2003).

Por consiguiente, la razón para el cambio en el contenido de urea en leche puede entenderse si se relaciona al metabolismo protéico bacteriano en el rumen (Kaufmann y Hagemester 1987).

La utilización bacteriana de proteína dietética es una función de cantidad y suministro de energía. Factores tales como etapa de lactancia, raza, o estación, reportadas para influir en el contenido de urea de la leche (Wolfschoon-Pombo and Klostermeyer 1981), puede ser a menudo debido a las influencias principales descritas anteriormente.

3.2. CONDICIÓN CORPORAL

Dos aspectos de la condición corporal afectan la respuesta láctea. El primero es el puntaje de condición corporal de la vaca al comienzo de la suplementación, y el segundo es la manera en la cual el suplemento cambia la condición corporal en el tiempo. El cambio de la condición corporal, con el tiempo interactúa con la etapa de lactancia para determinar si los cambios de la distribución permiten que la condición corporal suplementaria sea expresada como aumento en la producción lechera (Kellaway y Porta 1993).

3.3. HIPÓTESIS

Sobre la base de los antecedentes anteriores se planteó la siguiente hipótesis:
La igualación alimentaria en vacas lecheras a pastoreo sometidas previamente a dos planos de nutrición, modifica la producción y composición de la leche, cambio de peso vivo, y condición corporal.

Con este fin los objetivos correspondieron a:

Evaluar el efecto de la igualación de la alimentación en vacas lecheras sometidas a dos planos nutricionales previos, sobre la producción y composición de la leche, y sobre el cambio de peso vivo y condición corporal.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. MATERIAL

4.1.1. Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en la estación experimental Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile, ubicada 9 kilómetros al norte de la ciudad de Valdivia, provincia de Valdivia, 10ª Región, Chile, (39°48' LS y 73°13' LO), a una altura promedio de 12 metros sobre el nivel del mar. El ensayo de campo se llevó a cabo entre el 19 de noviembre y el 21 de diciembre del año 2004.

4.1.2. Animales seleccionados

Se utilizaron 28 vacas multíparas, del genotipo Frisón Negro, provenientes de los predios experimentales “Santa Rosa”, “Vista Alegre” y “Punahue”, pertenecientes al rebaño lechero de la Universidad Austral de Chile. Las vacas fueron identificadas en forma individual, por medio de su respectivo número de autocrotal. La fecha de parto de las vacas seleccionadas comprendía los meses de julio y agosto de 2004, con un promedio de $117,7 \pm 10,6$ días post parto y una producción de leche promedio de $25,1 \pm 3,47$ litros/día.

4.1.3. Ambiente

Se utilizaron siete potreros con 1,3 ha promedio cada uno, totalizando 9,1 ha. Los potreros estaban constituidos por una pradera permanente mejorada, uniformes en su composición botánica, manejo y edad, los cuales estaban ubicados de 300 a 500 metros de la sala de ordeño.

4.1.4. Alimentos

4.1.4.1. Ración base. Se utilizaron potreros con praderas permanentes, mejoradas y uniformes en su composición botánica, edad de la pradera y manejo.

4.1.4.2. Concentrado. Las vacas fueron suplementadas con 3 kg/día de un concentrado peletizado, especialmente formulado para el ensayo. El alimento base correspondió a un 93% de grano de cebada. Su composición nutricional se indica en el Cuadro 1.

4.1.4.3. Sales minerales y agua. Se ofreció sales minerales (Vetersal® Lechería, Veterquímica) y agua de bebida de libre disposición, tanto en los potreros como en el patio de espera de la sala de ordeño.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Tratamientos

Las 28 vacas provinieron de 2 grupos de animales, los que fueron alimentados previamente por 51 días con las siguientes dietas:

- Dieta 1, a pastoreo sin suplementación (DSP).
- Dieta 2, a pastoreo y suplementadas con 6 kg de concentrado (DSC).

Posteriormente ingresaron los dos grupos a la dieta experimental única e igual, consistente en pastoreo de pradera más 3 kg de concentrado, entregados en dos raciones iguales durante cada ordeña por un período de 32 días.

4.2.2. Alimentación y manejo de los animales

En la pradera, el manejo alimentario de los animales se efectuó como un grupo. El pastoreo se realizó en franjas y regulado por medio de un cerco eléctrico móvil. El ancho de la franja se adecuó al crecimiento de la pradera, con el fin de ofrecer aproximadamente 30 kg de materia seca/vaca/día y dejando una altura de residuo igual o mayor a 10 cm, medida con plato medidor, según el método descrito por Penning (2004).

El agua de bebida y las sales minerales se aportaron de libre disposición en el potrero y en el patio de espera durante todo el período que constituyó el ensayo.

4.2.3. Muestreo

4.2.3.1. Peso vivo y condición corporal. El pesaje se efectuó en una romana con capacidad de 1500 kg, con una sensibilidad de 0.5 kg, y se realizó al inicio y al final del ensayo. La estimación de la condición corporal se realizó los mismos días en que fueron pesados los animales. Utilizando una escala que tiene un rango de valores del 1 al 5. El valor mínimo considerado es 1 y representa a una vaca extremadamente flaca y el 5 representa a un animal excesivamente gordo.

4.2.3.2. Producción y composición de leche. La producción de leche se midió en forma individual, tres veces por semana, durante todo el ensayo, mediante la utilización de medidores proporcionales tipo Waikato, que posee el equipo de ordeña del predio. Se obtuvieron muestras de leche al inicio y al final del ensayo. Las muestras fueron tomadas de cada animal en forma individual en dos ordeñas consecutivas (AM y PM). Estas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Calidad de Leche, perteneciente a la empresa Cooprinsem, en donde se analizó el contenido de grasa, proteína y urea en leche.

4.2.3.3. Composición química de la pradera y concentrado. Muestras de concentrado se obtuvieron al inicio y al final del ensayo. En la pradera consumida (muestreada a la altura del residuo) se obtuvo un total de tres muestras (inicio, mediado y final del ensayo).

4.2.4. Análisis de muestras

Las muestras de concentrado y pradera fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile y en ellas se determinó:

La materia seca (MS) se determinó en horno de ventilación forzada a 60° por 48 horas y en estufa a 105° C por 12 horas (AOAC 1996).

Las cenizas totales (CT) se determinaron por calcinación en mufla a 550-600°C por 5 horas (Bateman 1970).

La proteína bruta (PB) se determinó mediante el método micro Kjeldhal (Nitrógeno * 6,25) (Bateman 1970).

El extracto etéreo (EE) (sólo para el concentrado) se determinó mediante el método de análisis proximal (Bateman 1970).

La fibra cruda (FC) (solo para el concentrado) se determinó mediante el método de digestión ácida y neutra (AOAC 1996).

La energía metabolizable (EM) se determinó mediante regresión a partir del valor “D” ($EM=0.279 + 0.0325 * D\%$) (Garrido y Mann 1981).

La fibra detergente neutro (FDN) se determinó mediante digestión con detergente neutro (Van Soest y col. 1991).

La fibra detergente ácida (FDA) se determinó mediante digestión con detergente ácido (AOAC 1996).

El fósforo (P) se determinó mediante el método vanado molíbdico (colorimétrico) (AOAC 1980).

El calcio (Ca) y magnesio (Mg) se determinaron mediante digestión vía húmeda con ácidos nítricos y perclóricos – espectrofotómetro de absorción atómica (AOAC 1996).

Las muestras de leche fueron enviadas al Laboratorio de Calidad de Leche de la empresa Cooprinsem, donde se determinó grasa (%), proteína (%) y urea (mg/l).

4.2.5. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la diferencia correspondiente al valor final menos el valor inicial de cada variable, dividido por la cantidad de días transcurridos entre la obtención de los datos de cada variable. Para el caso de grasa y proteína, éstos fueron multiplicados por 10 para quedar expresados en gramos / litro.

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) (SAS 1993). El efecto de los tratamientos sobre las diferencias entre valores iniciales y finales de las variables de interés fue cuantificado mediante análisis de varianza, usando el procedimiento PROC GLM del programa SAS mediante el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = U + \text{Trat}_i + E_{ij},$$

donde:

- Y_{ij} : Variable dependiente
- U : Intercepto general del modelo
- Trat_i : Efecto fijo del i. ésimo tratamiento
- E_{ij} : Residual

En el caso de producción de leche se usó un modelo para medidas repetidas, el cual se describe a continuación:

$$Y_{ijkl} = U + M_i + D_j + MD_{ij} + V_k(M_i) + E_{ijkl},$$

donde:

- Y_{ijkl} : Variable dependiente
- U : Intercepto general del modelo
- M_i : Efecto fijo del i. ésimo tratamiento
- D_j : Efecto fijo del j. ésimo muestreo
- MD_{ij} : Interacción entre el i. ésimo tratamiento y la j. ésimo muestreo
- $V_k(M_i)$: Efecto de la k. ésima vaca anidada dentro del i. ésimo tratamiento
- E_{ijkl} : Residual

El error usado en las comparaciones entre tratamientos correspondió al efecto de vaca anidada dentro de tratamiento; ésto remueve parte de la correlación que se produce al tener observaciones repetidas dentro de un mismo animal.

5. RESULTADOS

5.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

5.1.1. Composición química del concentrado y la pradera

En el cuadro 1 se presenta la composición química del concentrado y de la pradera empleados en el ensayo. Los valores entregados corresponden al promedio y desviación estándar de las muestras obtenidas de los alimentos.

Cuadro 1. Composición química, en base materia seca, del concentrado y de la pradera consumida por vacas lecheras en pastoreo a fines de primavera

Variable		Concentrado X ± DE	Pradera X ± DE
Materia Seca (MS)	%	86,2 ± 0,26	16,6 ± 2,33
Cenizas Totales (CT)	%	4,2 ± 0	8,7 ± 1,05
Proteína Bruta (PB)	%	17,9 ± 0,36	19,2 ± 1,8
Extracto Etéreo (EE)	%	2,5 ± 0,13	---
Energía Metabolizable (EM)	Mcal/kg MS	3,1 ± 0,04	2,7 ± 0,12
Fibra Detergente Neutra (FDN)	%	20,9 ± 4,62	55,3 ± 1,98
Fibra Detergente Ácida (FDA)	%	7,5 ± 1,03	28,4 ± 2,06
Calcio (Ca)	%	0,2 ± 0,01	0,4 ± 0,03
Fósforo (P)	%	0,4 ± 0,02	0,3 ± 0,07
Magnesio (Mg)	%	0,2 ± 0,01	0,17 ± 0,01

--- = sin información.

En la pradera se observa que la proteína bruta y energía metabolizable presentan valores altos, en cambio el contenido de materia seca es bajo. Además se observa un alto contenido de fibra detergente neutro. En el concentrado se aprecia un alto contenido de energía metabolizable y de proteína, y una concentración de fibra detergente neutro normal.

5.2. PRODUCTIVIDAD ANIMAL

5.2.1. Peso vivo y condición corporal

En el cuadro 2 se presentan los valores inicial, final y diferencial para peso vivo y condición corporal de los dos grupos. Además se entrega el valor del error estándar promedio y el valor de P de los valores diferenciales.

Cuadro 2. Valores inicial, final y diferencial de peso vivo (Pv) y condición corporal (CC) en vacas lecheras, en pastoreo a fines de primavera, provenientes de dos planos nutricionales previos (Pastoreo y pastoreo más suplementación)

Variable	(DSP) n=7	(DSC) n=21	EE	P =
Peso vivo (Pv) Inicial	546	539		
Peso vivo (Pv) Final	558	552		
Diferencia	0,387	0,421	0,234	0,886
Condición corporal (CC) inicial	2,4	2,6		
Condición corporal (CC) final	2,6	2,6		
Diferencia	0,005	0,002	0,003	0,296

Se observa que no existen diferencias significativas en los valores diferenciales tanto de peso vivo como de condición corporal ($P > 0,05$).

5.2.2. Valores inicial, final y diferencial para producción y composición de leche

En el cuadro 3 se presentan los valores inicial, final y diferencial para producción de leche y para grasa, proteína y urea en leche.

Cuadro 3. Valores inicial, final y diferencial para producción y composición de leche en vacas lecheras, en pastoreo a fines de primavera, provenientes de dos planos nutricionales previos (Pastoreo y pastoreo más suplementación)

Variable	(DSP) n=7	(DSC) n=21	EE	P =
Leche inicial	24,5	25,2		
Leche final	20,6	21,5		
Diferencia	-0,151	-0,142	0,037	0,805
Grasa láctea inicial	3,9	3,6		
Grasa láctea final	3,6	3,5		
Diferencia	-0,127	-0,020	0,068	0,125
Proteína láctea Inicial	3,17	3,21		
Proteína láctea Final	3,23	3,13		
Diferencia	0,019	-0,025	0,011	0,001
Urea en leche inicial	4,23	4,78		
Urea en leche final	3,97	3,96		
Diferencia	-0,008	-0,027	0,014	0,213

Se puede observar que existe sólo diferencia en los valores diferenciales de proteína ($P < 0,05$), apreciándose el efecto de la suplementación con concentrados sobre la concentración de proteína en leche. Para las demás variables no se observa diferencia entre los tratamientos ($P > 0,05$).

6. DISCUSIÓN

En este capítulo se discutirán los resultados obtenidos durante el ensayo, de acuerdo al objetivo de evaluar el efecto de la igualación de la alimentación en vacas lecheras sometidas a dos planos nutricionales previos, sobre la producción y composición de la leche, y sobre el cambio de peso vivo y condición corporal.

6.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

6.1.1. Composición química de la pradera

La pradera permanente fertilizada de la Décima Región, presenta durante la primavera una composición química promedio de 15,2% de materia seca, 17,8% de proteína cruda, valores de energía metabolizable de 2,55 Mcal/kg MS y 23,4% de fibra cruda (Anrique y col. 1995). Para Clark y Kanneganti (1998), una pradera con un buen manejo debe presentar características tales como: 18 a 24% de materia seca, 18 a 25% de proteína cruda, 40 a 55% de fibra detergente neutro, y 2,5 a 2,9 Mcal de energía metabolizable por kilogramo de materia seca.

La composición química de la pradera (Cuadro 1) empleada en el presente ensayo corresponde a una pradera de buena calidad al ser comparada con los valores anteriormente señalados, a excepción del porcentaje de fibra detergente neutro, que en promedio durante el ensayo fue de 55,3 %, y se encuentra levemente por sobre el rango aceptable que propone Clark y Kanneganti (1998). Sin embargo, el ensayo corresponde a fines de primavera (Diciembre), por lo que no es raro esperar valores más altos de FDN, en virtud del efecto de la temperatura y la luz solar sobre la acumulación de pared celular (Ruiz 1997).

La energía metabolizable promedio de la pradera fue de 2,7 Mcal/kg MS, valor que se encuentra por sobre el reportado por Anrique y col. (1995), pero dentro del rango reportado por Clark y Kanneganti (1998).

6.2. PRODUCTIVIDAD ANIMAL

6.2.1. Peso vivo y condición corporal

Con relación al peso vivo, se observó un aumento de peso en todos los animales (DSP y DSC), cambio que no es estadísticamente significativo entre tratamientos ($P > 0,05$). Existe información en la literatura sobre la dificultad de estimar cambios en el peso vivo frente a

diferentes manejos alimentarios y también frente a cortos períodos de experimentación (Hoden y col. 1991), los cuales pueden deberse a errores en el pesaje, contenido gastrointestinal, destare y producción de leche.

Del mismo modo, en la condición corporal se pudo apreciar que sólo hubo un aumento numérico en el grupo de animales provenientes de la dieta sólo a pastoreo (DSP), pero este cambio no alcanzó a mostrar diferencias con el tratamiento que sí recibió suplementación ($P>0,05$). Nuevamente el corto período de ensayo y el escaso número de animales experimentales no habría ayudado a encontrar diferencias entre los grupos.

6.2.2 Producción y composición de leche

En vacas a pastoreo post peak de producción, el consumo de nutrientes influencia la pendiente de producción de leche (Broster y Thomas 1981).

Al respecto, en la producción de leche no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar que los animales provenientes, tanto de la dieta DSP como DSC, tuvieron un descenso en la producción láctea promedio en una magnitud similar, la cual correspondió a 15%, normal para vacas en pastoreo (Leaver 1985), las cuales promediaban a la fecha del ensayo los 150 días de lactancia. Se observó que la disminución de 3 kg de concentrado en el grupo suplementado, no agudizó la pendiente de producción de leche respecto al grupo sin suplementación. Al parecer, la generosa oferta de pradera (30 kg MS/vaca/día), la calidad de ésta y el bajo nivel de inclusión de concentrado en el total de MS no habrían permitido un efecto significativo de éste, sobre el aporte de nutrientes y por ende la producción de leche.

Según lo reportado por Stehr (1995), el contenido de grasa y proteína de leche de estanque en predios de la Décima Región (total anual 19 millones de litros) promedia 3,67% y 3,18 % respectivamente. Por otro lado, es aceptado el efecto de la alimentación sobre la calidad de la leche (Pulido 1999). Con relación a la composición de la leche no se observan diferencias significativas en la concentración de grasa y urea de la leche ($P>0,05$). Se encontró que el porcentaje de grasa láctea disminuyó en todos los animales, siendo esta disminución numérica más notable en los animales provenientes de la dieta DSP, en los cuales se produjo un descenso de 3,9 a 3,6%, comparado con los animales de la dieta suplementada. Es aceptado que la grasa en la leche es el componente más variable de ésta y que la suplementación con concentrado en vacas sólo a pastoreo reduce las concentraciones de grasa en la leche (Muller 1999). Esta situación no habría ocurrido en este ensayo, debido a los niveles de suplementación empleados (moderados a bajos) y las altas concentraciones de fibra detergente neutro en la pradera consumida por las vacas, lo que no habría alterado mayormente el funcionamiento ruminal (Bargo y col.2003).

Por otra parte, se puede apreciar el aumento de proteína láctea en las vacas que provenían de la dieta sólo a pastoreo (DSP), la cual llegó a un 3,2%. En cambio las vacas que provenían de la dieta que recibían 6 kg de suplementación presentaron un descenso en el contenido de proteína láctea de 3,2 a 3,1%. Según lo señalado por Sutton y Morant (1989) y Sutton (1990), uno de los objetivos de la suplementación en vacas a pastoreo es aumentar el consumo de materia seca y de energía (Phillips 2003). Si bien el consumo de materia seca no se midió en este ensayo, el consumo de concentrado en el grupo que no recibió suplementación previo al ensayo (DSP) habría aumentado la disponibilidad de energía en el rumen y por lo tanto una mayor fuente de energía para la producción de proteína en el rumen y por ende para producción de proteína láctea. El efecto opuesto habría ocurrido en el grupo que previo al ensayo recibía 6 kg de concentrado (DSC). Debido a esto, el valor diferencial de proteína fue significativo.

Finalmente, al observar los valores de urea se aprecia una disminución de la concentración de ésta en la leche de todos los animales (DSP y DSC). Estos valores se encuentran dentro del rango de referencia establecido por Wittwer y col. (1993), con extremos de 2.5 mmol/l a 7.4 mmol/l y un promedio de 4.9 mmol/l, lo que indicaría un correcto balance energía-proteína de la dieta consumida por los animales durante el ensayo.

6.3. CONCLUSIONES

En las condiciones de este ensayo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. La igualación alimentaria en vacas lecheras a pastoreo sometidas a dos planos nutricionales previos, no afecta la producción láctea ni la concentración de grasa y urea en leche.
2. La igualación alimentaria en vacas lecheras a pastoreo sometidas a dos planos nutricionales previos, aumenta la concentración de proteína láctea en vacas que originalmente venían sin suplementación.
3. La igualación alimentaria en vacas lecheras a pastoreo sometidas a dos planos nutricionales previos no afecta el peso vivo ni la condición corporal.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1993. Energy and protein requirements of ruminants. En: *An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to nutrients*. CAB International. Wallingford, UK.
- Anrique R, Valderrama X, Fuchslocher R 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Ed. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, FIA, Ministerio de Agricultura. Universidad Austral de Chile. Uniprint S. A. Imprenta Universitaria. Valdivia, Chile.
- A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 13th ed., W. Horowitz (ed). Washington. USA.
- A.O.A.C. 1996. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed., AOAC International. Gaithersburg, M.D.
- Arriagada-Jordán C M, Holmes W 1986. The effect of concentrate supplementation on high yielding dairy cows under two systems of grazing. *J. of Agric. Sci, Camb.* 107: 453-461.
- Bargo F, Muller L D, Kolver E S, Delahoy J E 2003. *Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture* *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
- Bartsch B D, Graham E R B, McLean D M 1979. Protein and fat composition and some manufacturing properties of milk from dairy cows fed on hay and concentrate in various ratios. *Aust. J. Agric. Res.*, 30: 191-199.
- Bateman J 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. México: Centro Regional de Ayuda Técnica. 468 p.
- Beck A, Pessot R 1992. Producción de leche en praderas permanentes durante la primavera. *Agrosur* 20: 34-39.
- Broster W C 1983. Control of milk production by nutrition. In *Feeding and Breeding Dairy Cows*, Proceedings, Dairy Husbandry Research Foundation, University of Sydney, pp 1-18.
- Broster W H, Thomas, C 1981. The influence of level and pattern of concentrate input on milk output. En: Haresign W (ed). *Recent Advances in Animal Nutrition, 1981*. Pp. 49-69 Butterworths, London.

- Clark D A, Kanneganti V R 1998. Grazing management systems for dairy cattle. En: Cherney J H and Cherney D J R (eds). *Grass for Dairy Cattle*. Page 331 CAB International.
- Christie W W 1981. The effect of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. En: W W Christie (Editor). *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*. Pp. 193-226. Pergamon Press, Oxford.
- Garrido O, Mann E 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Gfrörer F, Koch G 1985. Die Bestimmung des Milchwassergehaltes in der Praxis, *Tierärztl. Prax.* 13: 559-563.
- Gordon F J 1984. The effect of level of concentrate supplementation given with grass silage during the winter on the total lactation performance of autumn-calving dairy cows. *J. Agric. Sci.* 102: 163-179.
- Hagemeister H, Lüpping W, Kaufmann W 1980. Bacterial protein synthesis and digestion in the high-yielding dairy cow. En: W Hasering (Editor), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Pp 67-84. Butterworth, London.
- Hoden A, Peyraud J L, Muller A, Delaby L, Faverdin P 1991. Simplified rational grazing management of dairy cows: effects of rates of stocking and concentrate. *J. of Agric. Sci., Cambridge* 116: 417-428.
- Johnson C L 1983. Influence of feeding pattern on the biological efficiency of high yielding dairy cows. *J. of Agric. Sci. Cambridge* 100: 191-9.
- Kaufmann W, Hagemeister H 1987 Composition of milk. En: Gravert H O (ed). *Dairy Cattle Production*. Pp: 107-172. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands.
- Kaufmann W, Lotthammer K H, Luepping W 1982. Zum Einfluss eines verminderten Proteingehaltes der Ration (über Verwendung von geschütztem Protein) auf Milchleistung und einige Blutparameter als Kennzeichen der Leberbelastung. *Z. Tierphysiol. Tiermehrg. Futtermittelkde.* 47: 85-101
- Kellaway R, Porta S 1993. Feeding Concentrates, Supplements for Dairy Cows. Dairy Research and Development Corporation, pp. 25-30.
- Kirchgessner M, Friesecke H, Koch G 1965. Fütterung und Milchzusammensetzung. *Bayerischer Landw. Verl.*, München.
- Kirchgessner M, Kreuzer M 1986. Urea and allantoin in the milk of cows during and after feeding too much or too little protein. *An. Res. Develop.* 23: 45-55.

- Klein B, Schmidt B, Zucker H 1987. Serumharnstoffbestimmungen in Milchviehherden zur Beurteilung der Protein und Energieversorgung. *Tierärztl. Umsch.* 42: 532-539.
- Lanuza F 1988. Utilización de concentrados en vacas lecheras a pastoreo. *Investigación y Progreso Agropecuario* 8: 20-23.
- Leaver J D 1985. Milk Production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 52: 313-344.
- Manston R, Russel A, Dew S, Payne J 1975. The influence of dietary protein upon blood composition in dairy cows. *Vet. Rec.* 96: 497-502.
- Mayne C S, Thomas C 1986. Grazing management systems. En: Broster W H, Phipps R H and Johnson C L (eds.). *Principles and practice of feeding dairy cows*. Pp. 177-201. NIRD, Reading.
- McDonald P, Edwards R A, Greenhalgh J F D, Morgan C A 1999. *Nutrición Animal*, 5^a edición. Editorial Acribia.
- Muller L 1999. Programa de suplementación de vacas lecheras de alto potencial genético en pastoreo. *Producción Animal*, 1999, pp. 1-19.
- Oltner R 1983. Factors affecting certain blood constituents and milk urea in Swedish dairy cattle. Department of Clinical Chemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- O'Mara F 1992. Factors Affecting Milk Protein Concentration. *Irish Grassld. and An. Prod. Assoc. J.* 26: 8-14.
- Penning PD (ed) 2004. *The Herbage Intake Handbook (Second Edition)*. 191pp. British Grassland Society.
- Peyraud J L, Delaby L, Delagarde R 1997. XXIII Reunión Anual, Sociedad Chilena de Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 60-93.
- Phillips C J C 2003. *Principios de Producción Bovina*. Editorial Acribia.
- Pulido R 1999. Avances en nutrición de la vaca lechera. Consideraciones para una suplementación estratégica en vacas lecheras a pastoreo. *IV Jornada Chilena de Buiatría* pp. 51-60.
- Ruiz I 1997. Conceptos generales sobre el rol de la pradera en la producción de leche. En: *Serie Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal*, Valdivia, Chile, pp. 13-37.

- SAS INSTITUTE INC. 1993. Sas user`s guide. Statistics, Version 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Stehr, W 1995. Efecto de la alimentación sobre la calidad nutricional de la leche. *Frontera Agrícola* 2: 21-25.
- Storry J E, Rook J A F 1965. The effects of a diet low in hay and high in flaked maize on milk fat secretion and on the concentrations of certain constituents in blood plasma of the cow. *Br. J. Nutr.*, 19: 101-109.
- Sutton J D 1990. Dietary composition of milk composition. En: *Dairying in the 1990's. Dairy Research Foundation Symposium university of Sydney*. Pp. 1-18.
- Sutton J D, Morant S V 1989. A Review of the Potential of Nutrition to Modify Milk Fat and Protein. *Livestock Prod. Sci.* 23: 219-237.
- Treacher R J 1978. Dietary protein levels and blood composition of dairy cattle. En: The use of Blood Metabolites in Animal Production. *British Soc. of An. Prod.*
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA 1991 Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. of Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Wittwer F, Reyes J M, Opitz H, Contreras P A, Böhmwald H 1993. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalances nutricionales. *Arch Med Vet* 25, 165-172.
- Wittwer F, Noro M 2003. Utilidad de la determinación de urea en la leche *Vetermas* 2: 2-5.
- Wolfschoon-Pombo A, Klostermeyer H 1981. Die NPN-Fraktion der Kuhmilch. I. Menge und Zusammensetzung. *Milchwissenschaft* 36, 598-600.

8. AGRADECIMIENTOS

A mis padres, porque sin su gran apoyo nada de esto habría sido posible.

Deseo agradecer a mi profesor patrocinante, el doctor Rubén Pulido F., por la gran ayuda, paciencia y tiempo dedicado para la concreción de esta Memoria de Título.

Al doctor Héctor Uribe M. por su colaboración en el desarrollo de esta Memoria de Título.

A la familia Schwarzenberg-Kunstmann por el apoyo y cariño brindado durante todos estos años.

También quiero agradecer a mi querida Burschenschaft Vulkanía y a todos sus miembros.