

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

**EFFECTO DEL AUMENTO DE LA FRECUENCIA DE SUPLEMENTACIÓN CON
CONCENTRADO SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS
EN PASTOREO PRIMAVERAL.**

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

ROBERTO CUSTODIO MUÑOZ VALDOVINO

VALDIVIA – CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

Nombre Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Nombre Firma

Nombre Firma

FECHA DE APROBACIÓN:

23 de Agosto 2006.

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS.....	15
6. DISCUSIÓN.....	18
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25
8. ANEXOS.....	34
9. AGRADECIMIENTOS.....	37

A Dios, quien con su amor me ha dado la oportunidad de ser alguien mejor, y luego a mis padres, a quienes nunca terminaré de agradecer su amor y sacrificio sin el cual yo hoy no sería lo que soy...

1. RESUMEN

El propósito del presente experimento fue evaluar el efecto del aumento de la frecuencia de suplementación con concentrado de 2, a 3 y 4 veces por día, sobre la producción y composición de leche, la variación en el peso vivo y la condición corporal en vacas lecheras en pastoreo primaveral. El ensayo tuvo una duración de 65 días. Se utilizaron 21 vacas Frisón Negro, las que al inicio del ensayo, presentaban en promedio una producción de leche de 29,7 L/día, un peso vivo de 501,9 kg y se encontraban dentro del segundo mes de lactancia. Los tratamientos fueron: pastoreo + 6 kg de concentrado, en dos raciones de 3 kg al día (PFS2), pastoreo + 6 kg de concentrado, en tres raciones de 2 kg al día (PFS3) y pastoreo + 6 kg de concentrado, en cuatro raciones de 1,5 kg al día (PFS4). El peso vivo y la condición corporal fueron registrados individualmente cada semana, y la producción láctea diariamente con un medidor. La composición de la leche fue analizada semanalmente mediante espectroscopia de infrarrojos (Foss 4300 Milko-scan). La composición nutricional de los alimentos se analizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UACH.

Para los tratamientos PFS2, PFS3 y PFS4 la producción láctea fue de 28,7; 29,5 y 28,8 L/día, respectivamente, ($P>0,05$). El contenido de grasa y proteína láctea por tratamiento fue de 3,6 % y 3,3% para PFS2, de 3,7 % y 3,1 % para PFS3 y de 3,5 % y 3,1 % en PFS4 ($P>0,05$). Del mismo modo, los valores de urea en leche (mmol/l) no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) siendo los valores de 5,6; 5,9 y 5,5 mmol/l para los tratamientos PFS2, PFS3 y PFS4, respectivamente. El peso vivo (kg/día) y la condición corporal (ptos/periodo) no presentaron variación ($P>0,05$) y los resultados fueron de 0,5 y 0,2 para PFS2, 0,5 y 0,3 para PFS3 y de 0,4 y 0,2 para PFS4. En consideración a los resultados obtenidos, se concluye que la variación en la frecuencia de suplementación con moderados niveles de concentrado, no modifica la producción y composición láctea, de igual manera no produce un efecto significativo sobre la variación del peso vivo y de la condición corporal en vacas lecheras a pastoreo primaveral.

Palabras claves: Producción láctea, composición láctea, suplementación, vacas lecheras.

2. SUMMARY

EFFECT OF THE INCREASE OF THE FREQUENCY CONCENTRATE SUPPLEMENTATION ON THE PRODUCTIVE RESPONSE FOR GRAZING DAIRY COWS.

To estimate the effect of an increased frequency of the concentrate supplement to 2, 3 and 4 times a day, over milk production and composition, live weight and body condition in dairy cows on spring pasture subjected to three treatments. During 65 days, 21 cows with an initial production of 29,7 L/day, a weight of 501,9 kg and in their second month of lactation. The treatments were: pasture plus 6 kg of concentrate, two daily rations of 3 kg (PFS2), pasture plus 6 kg of concentrate, three rations of 2 kg per day (PFS3) and pasture plus 6 kg of concentrate, four rations of 1,5 kg per day (PFS4). Weight and body condition, milk production and composition were recorded individually each week. Milk composition was analyzed each week. The proximal analysis nutritional composition of the food was analyzed by the laboratory of animal nutrition of the UACH.

For the treatments PFS2, PFS3 and PFS4 the milk production was 28,7; 29,5 and 28,8 L/day respectively, ($P>0,05$). The contents of fat and protein in milk were not affected by treatments and was 3,6% and 3,3% for PFS2, 3,7 % and 3,1 % for PFS3 and 3,5 % y 3,1 % for PFS4. The urea content in the milk was 5,6; 5,9 and 5,5 mmol/l for the treatments PFS2, PFS3 and PFS4, respectively ($P>0,05$). Body weight change (kg/day) and body condition (points/period), were not affected by treatments and was 0,5 and 0,2 for PFS2, 0,5 and 0,3 for PFS3 and 0,4 and 0,2 for PFS4. It can be concluded that the variation of the frequency concentrate supplementation with 6 kg/day, does not modify milk production or composition, nor is there a significant difference in live weight and body condition on dairy cows on spring pasture.

Key words: Milk production, milk composition, supplementation, dairy cows

3. INTRODUCCIÓN

Chile posee 75,4 millones de hectáreas, de las cuales 20,5 millones son aptas para la ganadería. La superficie de tierra total destinada a nivel nacional para los rebaños lecheros es de 625.000 hectáreas, lo que representa un 0.8 % del total de hectáreas del territorio nacional y aproximadamente el 3 % de las hectáreas que poseen aptitud para la ganadería (INE 1997).

La población bovina de Chile es de 4.098.438 de cabezas, de las cuales 1.587.557 se encuentran en la Décima Región (INE 1997). Del total nacional, 615.924 corresponden a vacas destinadas a la producción de leche.

Del total de vacas utilizadas en explotaciones lecheras en el país aproximadamente un 61,5% (380.000) se encuentran en la Décima Región, produciendo el 66,4% del total nacional (INE 1997), demostrando la importancia económica del rubro lechero en esta región de Chile.

En Chile, a partir de los inicios de los años ochenta se ha producido un gran aumento en el uso de genotipos especializados en producción de leche. El objetivo ha sido disponer de un tipo de ganado lechero capaz de elevar los niveles de producción de leche, así como mejorar su eficiencia. La consecuencia inmediata del uso creciente de estos genotipos especializados y de sus cruza con el doble propósito, ha sido un considerable aumento en la producción de leche por vaca (Butendieck y col 1995). Estos rápidos aumentos en producción de leche tienen y tendrán en el futuro, considerables consecuencias para la nutrición y el manejo de estos animales, particularmente a comienzos de lactancia. La mayor productividad de estos animales puede ser explicada en parte, porque ellos tienen un mayor consumo de alimento y, porque dirigen una mayor proporción de alimento hacia la producción de leche y una menor proporción de éste para el almacenamiento de reservas corporales (Grainger y col 1985).

En el Sur de Chile, los sistemas de producción de leche basan la alimentación fundamentalmente en el pastoreo de praderas permanentes (Lanuza 1998). En estos sistemas, la producción es dependiente en gran medida del consumo y calidad del forraje disponible, del uso de alimentos suplementarios y del número y productividad de los animales utilizados (Peyraud y col 1997).

La pradera es el alimento más barato para las vacas lecheras y como único recurso es capaz de mantener altos niveles de productividad. Sin embargo, el valor nutritivo y la disponibilidad varían durante la estación de pastoreo (Thomas y col 1991). Diversos autores han demostrado que el pastoreo de praderas permanentes permitiría producciones hasta 27 litros por vaca/día, bajo condiciones de disponibilidad de forraje a voluntad y a comienzos de la época de pastoreo (Leaver 1985; Beck y Pessot 1992; McGilloway y Mayne 1996). Sin embargo, estas producciones se logran por un período corto de tiempo (2-3 meses) (Anrique y Balochi 1993). Por lo tanto, para sobrepasar el límite máximo en producción que impone la

pradera, se requiere la provisión de un alimento concentrado de alta concentración energética (McGilloway y Mayne 1996).

La variabilidad en producción y calidad de la pradera, dada por la baja disponibilidad en invierno y la madurez del forraje en verano, no permitirían satisfacer los requerimientos nutricionales de vacas de alta producción láctea (Leaver 1985). Así entonces, el bajo consumo de MS de pradera ha sido identificado como el mayor factor limitante para la producción de leche en vacas de alta producción a pastoreo (Kolver y Muller 1998).

Hodgson y Brookes (1999) describieron 3 factores que afectan el consumo de materia seca de pradera en vacas a pastoreo: los requerimientos nutricionales de la vaca, la saciedad física o factores asociados con la distensión del rumen y límite potencial de consumo de MS de pradera, que está dado por la combinación entre factores de la pradera y del animal que afectan el comportamiento de pastoreo.

Los factores de la pradera que afectan el consumo de MS de vacas en pastoreo, incluyen la disponibilidad de la pradera previa al pastoreo, el contenido nutritivo de ésta y la disponibilidad de MS de pradera por vaca al día (Hodgson y Brookes 1999).

El consumo de materia seca aumenta al incrementar la cantidad de MS ofrecida por vaca, pero se produce una declinación cuando la cantidad ofrecida es de 10 a 12 % del peso vivo (PV) o 60 a 72 kg MS/vaca/día para una vaca de 600 Kg (Hodgson y Brookes 1999). El uso de altas cantidades de MS de pradera por vaca al día, tiene como resultado un aumento en el deterioro de la pradera a medida que avanza la temporada, por el aumento en la altura residual de la pradera (Peyroud y Delaby 2001). Por la baja utilización y el deterioro de la calidad de la pradera al suministrar altas cantidades de MS por vaca al día, se recomienda proveer el doble del consumo esperado por animal, para maximizar el consumo voluntario (Bargo y col 2002).

Kolver y Muller (1998) reportaron que el consumo máximo de MS en vacas de alta producción, en lactancia temprana sólo a pastoreo con condiciones óptimas de pradera y manejo en primavera fue de 19 kg MS/día, lo cual corresponde a un 3.4 % del peso vivo del animal. Debido a esto, en sistemas intensivos o con animales de alta producción, se requeriría de mayores niveles de consumo de MS para lograr expresar los potenciales productivos de dichos animales, siendo necesario el uso de suplementación con alimentos concentrados (Phillips 1993).

Los suplementos concentrados son ofrecidos a los animales en pastoreo, principalmente, para compensar déficit de materia seca, de nutrientes específicos requeridos y para mantener los niveles productivos. En sistemas de alta producción, en los que se requiere un alto nivel de producción por animal, los suplementos son usados a menudo para mejorar los niveles alcanzados sólo con alimentación de forraje *ad libitum* (Leaver 1986; Pulido 1999). Sin embargo, el uso de alimento suplementario produce un efecto de sustitución de forraje por concentrado, por lo que la eficiencia de la suplementación (kg de leche /kg de concentrado),

dependerá, finalmente, del efecto del suplemento sobre el consumo de forraje. Por lo tanto, en sistemas basados en praderas, la respuesta a la suplementación está dada por variables ambientales y por características de las plantas, de los animales en cuestión y por la cantidad y tipo de suplemento (Bargo y col 2003).

Entre los objetivos específicos de la suplementación en pastoreo se pueden mencionar, aumentar la producción de leche individual, aumentar la carga y la producción de leche por unidad de superficie, mejorar el uso de la pradera a través de mayores cargas, mantener o mejorar la condición corporal, aumentar el largo de la lactancia, aumentar el contenido de proteína en la leche y mejorar la eficiencia reproductiva (Kellaway y Porta 1993).

Además, la suplementación con concentrados no sólo tiene efectos inmediatos en producción de leche, sino que también reduce la pérdida de peso vivo o incrementa la ganancia de peso (Brookes 1993). No obstante, ha sido señalado que las vacas más productivas presentan menores ganancias de peso vivo (Mould 1993; Muller 1996; Pulido 1997), debido a la necesidad fisiológica de dirigir una mayor parte del alimento consumido hacia la producción de leche que al aumento de peso (Grainger y col 1985).

Dado el actual marco económico en que se desarrollan las explotaciones lecheras en el sur de Chile y considerando que el costo por kg de MS de forraje es, significativamente, menor que el costo por kg de MS de concentrado, la suplementación con concentrado debe ser utilizada de forma estratégica (Balocchi 1998).

En general, está demostrado que la suplementación disminuye el consumo de pradera, en especial cuando la disponibilidad de pradera es alta. En cambio, en condiciones de baja disponibilidad de pradera la tasa de sustitución es normalmente menor (Phillips y Leaver 1985; Leaver 1986; Hodgson 1990). La tasa de sustitución se debería a un cambio en el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo, disminuyendo el tiempo de pastoreo (Mayne y Wright 1988). Este efecto negativo en el tiempo de pastoreo, producto de la suplementación, sería menor en animales de alta producción y con bajos niveles de suplementación (Bao y col 1992; Pulido 1997). Por lo tanto, en sistemas basados en praderas, la respuesta a la suplementación está dada por variables ambientales y por características de las plantas, de los animales en cuestión y por la cantidad y tipo de suplemento (Mayne 1991).

La tasa de sustitución (TS) es calculada como: $TS \text{ (kg / kg)} = (\text{consumo de MS de pradera en vacas no suplementadas} - \text{consumo de MS en vacas suplementadas}) / \text{consumo de MS del suplemento}$. Una $TS < 1$ kg significa que el consumo total de MS en las vacas suplementadas es mayor que el consumo de las vacas no suplementadas. Una $TS = 1$ kg significa que el consumo total de MS en las vacas suplementadas es igual al consumo total de MS de las vacas no suplementadas. Por lo tanto, la TS sería uno de los principales factores que explicarían la variación observada en la respuesta láctea a la suplementación (Bargo y col 2003).

La respuesta láctea (RL) a la suplementación se expresa como kg de leche / kg de concentrado. También se puede definir como el incremento de kg de leche por kg de suplemento consumido en base MS relativo a un tratamiento sin suplementación. Existe, usualmente, una relación inversa entre la TS y la RL. Cuando la TS es alta, el resultado es un pequeño aumento en el total de MS, lo que induce una RL baja. Por lo tanto la RL va a determinar si el uso de la suplementación es rentable, basado en el precio de la leche y el precio del concentrado (Bargo y col 2003).

La TS y la RL a la suplementación se ven afectadas por los siguientes factores: 1) pradera: la altura, la densidad, la composición botánica y la calidad de ésta; 2) animal: el mérito genético, el nivel de producción, el período de lactancia y la composición de la leche; 3) suplemento: la cantidad y el tipo de concentrado que se ofrezca (Stockdale 2000b). De esta manera, a comienzos de la lactancia, dependiendo de la condición corporal, las vacas pueden movilizar tejidos y dirigir una mayor proporción del alimento consumido a producción de leche. Sin embargo, a fines de la lactancia, existe una tendencia natural a dirigir una mayor proporción de la energía consumida hacia condición corporal en preparación para la siguiente lactancia. Por lo tanto, es esperable que la respuesta marginal a la suplementación sea mayor a inicios de la lactancia que decrezca a medida que avanza la lactancia. (Broster y col 1983).

La RL marginal a aumentos en la cantidad de concentrado se ha descrito como curvilínea, es decir, la RL crece por kg de concentrado y decrece cuando la cantidad de concentrado aumenta (Kellaway y Porta 1993). Del mismo modo, Pulido y Leaver (2001) señalaron que en vacas lecheras en pastoreo primaveral, la suplementación con niveles de concentrado sobre los 6 kg/día, producían un gran efecto depresivo sobre el tiempo de pastoreo. Por lo tanto, indicaría que en animales con altos niveles de suplementación, la respuesta láctea al concentrado sería menor. Además, un factor que debe considerarse al suplementar es la calidad de pradera. Se ha demostrado en numerosos estudios, que al tener la pradera más de 50% de fibra detergente neutro (FDN) la respuesta marginal al concentrado es mayor (Kellaway y Porta 1993).

Diversos estudios han sido realizados con vacas lecheras para evaluar el efecto de la cantidad de concentrado suplementado, con rangos 1.8 a 10.4 kg MS/vaca/día hubo una reducción en el porcentaje de grasa en la leche en promedio de un 6 % en comparación con dietas en base solamente a pastoreo. Así también, han encontrado que al aumentar el nivel de suplementación con concentrados aumenta la cantidad de proteína en la leche en promedio de un 4 % en comparación con vacas sólo a pastoreo (Reis y Combs 2000; Valentine y col 2000; Bargo y col 2002).

Es normal que al inicio de la lactancia, la ingestión de energía metabolizable sea insuficiente para satisfacer los requerimientos de mantención y producción de leche de la vaca en pastoreo. Esta baja en la ingesta de energía es suplida, en parte, por el catabolismo de tejidos corporales. Por lo tanto, el administrar alimentos concentrados a los animales, permitiría reducir la magnitud de la pérdida de peso al inicio de la lactancia y mejorar la recuperación posterior (Gibb y col 1992).

En los sistemas pastoriles sólo se maneja la frecuencia en el suministro del concentrado (generalmente durante las ordeñas), pero es poco lo que se puede hacer con el pastoreo. La frecuencia de consumo es más fácilmente manejada en los sistemas estabulados donde se suministra el alimento diariamente en comederos (Rearte 1997). De esta manera, la suplementación con concentrado, dos veces al día, es la práctica más común en las explotaciones lecheras, sin embargo, ésta podría no ser la mejor estrategia de suplementación para optimizar la producción de leche. Aumentar la frecuencia de dos a seis veces por día, provocaría un mejoramiento en la relación acetato:propionato y un aumento en la concentración de grasa en leche (Kaufmann 1976).

Se ha demostrado que una frecuencia de alimentación dos veces al día, causa una alteración en la fermentación ruminal, es decir, altera la digestión de la fibra, lo cual puede limitar el consumo total de MS (Sutton y col 1986).

La alimentación basada en pastoreo pueden reducir la cantidad de producción de la saliva por unidad de consumo (en un 50 % aproximadamente), en comparación con la producción de la saliva de las vacas que consumen heno seco (Church 1988). Esta reducción en el flujo de la saliva al rumen reduce la capacidad buffer de ésta, lo cual favorecería a la disminución del pH ruminal que se observa, normalmente, cuando el alimento concentrado se entrega dos veces al día. El correcto rango y consistencia del pH ruminal es crítico al momento de maximizar la digestión de la fibra, la concentración de AGV, y del consumo de MS total en vacas alimentadas con raciones basadas en pastoreo. De esta manera, aumentando la frecuencia de alimentación daría lugar a una menor variación diaria en el pH ruminal (Sutton y col 1986). Las variaciones diarias en el pH ruminal pueden ser más dañinas para los microbios ruminales que un pH constantemente bajo, debido a reajustes metabólicos continuos de la flora ruminal. Un aumento en la frecuencia de suplementación, a partir de dos a cuatro veces por día, puede reducir al mínimo la variación en el pH ruminal, logrando así una eficiencia microbiana del rumen con un marcado aumento en la degradación del N y de los carbohidratos, de este modo provocaría un mejoramiento en la producción láctea (Robinson 1989).

El aumento en la frecuencia de alimentación de las vacas en pastoreo permitiría aumentos en el consumo y de la eficiencia con que el alimento es utilizado, beneficiaría la digestión ruminal y el metabolismo tisular como la producción de leche. Además, habría una menor demanda de capacidad ruminal asociada a la frecuencia de alimentación, lo que resultaría de un mayor consumo (Robinson 1989). Este aumento de frecuencia reduciría también las fluctuaciones diurnas en la concentración de metabolitos y de pH en rumen y en el flujo de ingesta al intestino delgado. Ello resultaría en una oferta más consistente de ácidos grasos volátiles, de aminoácidos al flujo sanguíneo y a la glándula mamaria de la vaca (Rearte 1997).

Según Gibson (1984), las vacas que reciben suplementación con mayor frecuencia mostrarían un pequeño efecto positivo sobre el contenido de grasa en la leche y, en menor medida, sobre la producción láctea.

No obstante, si una correcta estrategia de suplementación es implementada, con un aprovechamiento de la pradera *ad-libitum*, aceptables concentraciones de grasa en leche podrían ser normalmente producidas. Entonces, la necesidad de aumentar la frecuencia de suplementación mayor a dos veces al día podría, por eso, ser innecesaria en la alimentación de sistemas productivos lecheros. Sin embargo, una alta relación entre concentrado:voluminoso alimentando vacas al inicio de la lactancia y con un alto potencial productivo, provee una mayor necesidad de aumentar la frecuencia de suplementación (Leaver 1985).

La relación de la frecuencia de suplementación estará dictada por el nivel de concentrado seleccionado, y la duración en unidad de tiempo de la ordeña. El límite superior del consumo promedio de concentrado en sala es ≥ 8 kg de concentrado al día, siendo cerca de 4 kg por vaca y 3 kg por vaca primer parto por ordeño. De esta manera, el período en la sala de ordeña se transforma en un factor limitante para la suplementación, así entonces, un método conveniente ha implementar es el aumento de la frecuencia de suplementación con concentrado en comederos fuera de la sala de ordeña (Leaver 1985).

Manipulando la frecuencia de suplementación y la fuente de energía en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, pudiera también poseer un efecto en la utilización de la proteína degradable en el rumen (PDR) de la pradera (Vaughan y col 2002).

Los carbohidratos no estructurales (NSC) son la primera fuente de energía de vacas lecheras, su lugar de digestión en el tracto gastrointestinal puede ser manipulado con el tipo de proceso del grano a suplementar y la estrategia de suplementación, como por ejemplo, la modificación de la frecuencia diaria de alimentación (Theurer 1986). Aumentando la degradabilidad de los NSC podría mejorar su utilización en el rumen (Klusmeyer y col 1990), un exceso de NSC de alta degradabilidad en el rumen podría disminuir el pH ruminal y la digestión de la fibra, provocando así una disminución en el porcentaje de grasa en leche (Macleod y col 1994). Aumentando la frecuencia de suplementación podría reducir el efecto negativo de la intensa fermentación de los NSC en el rumen, reduciendo las fluctuaciones de AGV, pH y amonio, además de mejorar la síntesis microbiana en el rumen (Robinson 1989), la producción y composición de leche (Yang y col 1989; Robinson y col 1994).

La urea es sintetizada en el hígado en cantidades proporcionales a la concentración de amoníaco producido en el rumen (Oltner 1983), su concentración sanguínea está en directa relación con el aporte proteico en la ración (Manston y col 1975; Kirchgessner y Kreuzer 1986), y con la relación energía:proteína de ésta (Kaufmann y col 1982; Klein y col 1987). Además, estos autores señalan que valores altos de urea en sangre se encuentran en rebaños con excesivo aporte proteico en la ración o en un estado de déficit de energía en la dieta.

Oltner (1983) postuló que los niveles de urea en leche no está sujeta a regulación por mecanismos homeostáticos, por lo que sería un buen indicador del balance proteico del individuo.

En relación a lo anterior, existe considerable interés en el mejoramiento de las concentraciones de urea en leche, debido a que es un monitor de la utilización de la proteína en rebaños lecheros (Godden y col 2001). Varias investigaciones describen una gran relación entre las concentraciones de urea en suero y leche con respecto al manejo nutricional. Las concentraciones de urea en suero y en leche poseen una gran sensibilidad a las concentraciones de proteína cruda (PC), proteína degradable en el rumen (PDR), proteína no degradable en el rumen (PUR) en la dieta y la relación entre proteína:energía (Kaim y col 1983; Oltner y Wiktorsson 1983; Blauwiel y Kincaid 1986; Carroll y col 1988; Howard y col 1987; Canfield y col 1990; DePeters y Ferguson 1992; Roseler y col 1993; Baker y col 1995).

Una explicación para la relación negativa entre la concentración de urea en leche y la producción es que existe un asociado esfuerzo en la conversión de una cantidad excesiva de amonio a urea, lo cual contribuiría a la disminución de la energía disponible para la producción de leche (Nelson 1995). La conversión de amonio a urea en el hígado se ha estimado como un gasto para el animal de 12 kcal/gr de exceso de nitrógeno excretado (Van Soest 1994). Vandehaar (1998) publicó que, si una vaca produjera 45 kg de leche/día y consumiera 25 kg de MS/día, requeriría 17 % PC en la dieta; si consumiera una cantidad extra de proteína en un 2% (una dieta de 19 % PC), el gasto de energía adicional en la conversión del exceso sería de 0,36 Mcal/día. Adicionalmente, aunque una alta concentración de urea en leche indicaría una relativa alta relación entre proteína:energía, esto no indicaría necesariamente que estos dos nutrientes se encuentren en exceso o deficiencia (Oltner y Wiktorsson 1983).

Dada la escasa literatura que existe sobre el cambio de la frecuencia de suplementación en vacas en pastoreo, su nula investigación en Chile y a que prácticamente, todos los estudios existentes se han realizado sobre vacas estabuladas, el objetivo de este experimento es obtener información para determinar el efecto de la frecuencia de suplementación con concentrado sobre la respuesta productiva (producción y composición láctea), peso vivo y condición corporal de vacas lecheras en pastoreo primaveral.

La hipótesis alternativa planteada en este trabajo es que la variación en la frecuencia de suplementación con concentrado modifica la respuesta productiva (producción y composición láctea), peso vivo y condición corporal de vacas lecheras en pastoreo primaveral.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 UBICACIÓN

El experimento se realizó en el predio “Vista Alegre”, propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicado a 6 kilómetros al Norte de la ciudad de Valdivia, provincia de Valdivia, Décima Región, Chile. Físicamente, se encuentra entre los paralelos 39°47’46” y 39°48’54” latitud sur y los meridianos 73°13’13” y 73°12’24” longitud oeste, a una altura promedio de 12 metros sobre el nivel del mar.

4.1.2 ANIMALES

Se utilizaron 21 vacas de raza Frisón Negro, las cuales fueron seleccionadas de los predios “Punahue”, “Santa Rosa” y “Vista Alegre”, de propiedad de la Universidad Austral de Chile, siendo los parámetros de selección y homogenización: el número de lactancia, fecha de parto, peso vivo y nivel productivo.

4.1.3 AMBIENTE

Se manejaron 5,2 hectáreas de pradera permanente mixta mejorada, que estaban divididas en 5 potreros de, aproximadamente, 1,2 ha, los cuales se encontraban, aproximadamente a 600 metros de distancia de la sala de ordeña.

Durante el período experimental, el cual se desarrolló durante los meses de Septiembre y Noviembre, las precipitaciones acumuladas fueron 385,9 mm; así también la temperatura promedio fue de 12,3 °C, con una máxima de 17,8 °C y una mínima de 9,1 °C.

4.1.4 ALIMENTOS

Los alimentos utilizados en el experimento fueron los siguientes:

4.1.4.1 Pradera

Se empleó una pradera permanente mixta mejorada, uniforme en cuanto a su edad, composición botánica, estado fenológico y manejo.

4.1.4.2 Concentrado

Se utilizó un concentrado pelletizado, compuesto por un 92 % de cebada, 4 % de afrecho de soya y un 2 % de melaza, el cual se entregaba según el tratamiento de cada grupo, en comederos de la sala de ordeña y en los comederos habilitados en el camino hacia los potreros.

4.1.4.3 Agua

Se ofreció *ad-libitum*, suministrada en bebederos portátiles en el potrero y en el patio de espera de la sala de ordeña.

4.1.4.4 Sales Minerales

Se entregaron en forma diaria junto con el concentrado y a libre disposición en el patio de espera de la sala de ordeña. El tipo comercial de sales minerales¹ utilizada fue acorde a la producción y requerimientos del tipo animal utilizado.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 IDENTIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE LOS GRUPOS DE ANIMALES

Cada animal fue individualizado por medio del número de autocrotal de registro predial. Las vacas se asignaron a tres tratamientos con 7 animales cada uno. Dentro de cada cual, los animales se homogenizaron según: producción láctea inicial $29,7 \pm 1,94$ L/día, número de lactancias $2,9 \pm 0,48$, peso vivo $501,9 \pm 18,33$ kg, condición corporal $2,3 \pm 0,12$ y días postparto al inicio del experimento $66,8 \pm 4,62$ días.

4.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los grupos se dispusieron en un diseño experimental aleatorio continuo. Los tratamientos durante el período de pastoreo fueron independientes del otro, en cuanto a alimentación y potrero de pastoreo. Los tratamientos asignados fueron los siguientes:

- PFS2: Pastoreo, más 6 kg. de concentrado, entregados con una frecuencia de dos raciones de 3 kg al día. Cada ración se ofreció durante ambas ordeñas diarias.
- PFS3: Pastoreo, más 6 kg. de concentrado, entregados con una frecuencia de tres raciones de 2 kg al día. Dos raciones ofrecidas durante ambas ordeñas diarias y una tercera ración entregada en los comederos a las 12:00 hrs.
- PFS4: Pastoreo, más 6 kg. de concentrado, entregados con una frecuencia de cuatro raciones de 1.5 kg al día. Dos raciones suministradas durante ambas ordeñas diarias y las dos restantes ofrecidas en los comederos a las 12:00 hrs. y 20:30 hrs.

El período experimental tuvo una duración de 65 días, iniciándose el 10 Septiembre y finalizando el 19 de Noviembre del 2004. Durante los 15 primeros días del experimento se produjo la adaptación de los animales a las condiciones de manejo y de alimentación predial.

4.2.3 MANEJO DEL PASTOREO

¹ VETERSAL® (vaca lechera alta producción, Veterquímica S.A.)

Los potreros utilizados en el experimento fueron rezagados desde el 25 de Agosto, con el fin de homogenizar la disponibilidad de pradera.

Los tratamientos se manejaron en un sistema de pastoreo rotativo en franja y con una presión de pastoreo de 35 - 40 kg MS/vaca/día. Dicha presión de pastoreo fue determinada cada dos días, con un plato medidor de praderas marca “Jenquip” (filip’s folding plate pasture meter, New Zealand). Además, se tomaron muestras de pradera a ras de suelo una vez por semana durante todo el experimento para determinar la disponibilidad real de forraje (kg MS/ha) y de esta manera establecer una correlación entre esta disponibilidad y la entregada por el método de altura comprimida (plato medidor de praderas).

La cantidad diaria de pradera determinada para cada tratamiento, se dividió en dos franjas de pastoreo, a las cuales los animales hacían su ingreso después de cada ordeña.

Se mantuvo la independencia de cada grupo en pastoreo mediante la utilización de cerco eléctrico.

4.2.4 MUESTREO

4.2.4.1 Peso vivo y condición corporal

Durante el experimento, el peso vivo y la condición corporal fueron registrados una vez por semana, el mismo día, inmediatamente después de la ordeña de la mañana.

Para determinar el peso vivo se utilizó una balanza mecánica para 1500 kg., con una sensibilidad de 1 kg, la cual se encontraba en los corrales adyacentes a la sala de ordeña.

La condición corporal fue determinada, en el momento del pesaje de los animales, por dos personas durante todos los muestreos, mediante la estimación de las reservas energéticas del animal (Edmonson y col 1989); según la escala de Elanco² (1,0 delgada a 5 obesa), con intervalos de 0,5.

4.2.4.2 Producción y composición de leche

Durante el experimento la producción láctea fue medida con los medidores que posee el equipo de ordeña del predio. Estas mediciones se registraron en forma diaria e individual durante cada ordeña y todo el período experimental.

La composición de la leche fue analizada a partir de dos muestras individuales que representaban ambas ordeñas diarias, las cuales fueron tomadas los días lunes de cada semana durante todo el período. Estas muestras fueron recolectadas siguiendo el protocolo de toma y envío de muestras de Cooprinsem. Los parámetros analizados fueron: grasa láctea, proteína láctea y urea láctea.

² Elanco Products Company, Indiana, USA

4.2.4.3 Composición química de la pradera y concentrado

Las muestras de concentrado y pradera se recolectaron de forma semanal durante todo el experimento para el análisis químico. Así también, se procedió al muestreo de la pradera consumida durante el período de estimación del consumo voluntario, que se realizó en el último tercio del período experimental. En el cual se cortaba una muestra de pradera simulando la altura de bocado del animal (altura de residuo). De esta manera poder determinar la composición química de la pradera consumida por las vacas en el experimento. Este procedimiento se realizó con una frecuencia de 3 veces a la semana durante el período anteriormente mencionado.

4.2.4.4 Análisis de muestras

Las muestras tanto de concentrado como de pradera fueron analizadas por el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile. De esta manera se realizó un análisis proximal de Weende, con el objetivo de determinar la concentración de: materia seca (MS), cenizas totales (CT), extracto etéreo (EE) y proteína cruda (PC). La materia seca se determinó mediante horno de ventilación forzada a 60°C por 48 horas y estufa a 105°C por 12 horas (Bateman 1970). Las cenizas totales se determinaron por calcinación en mufla a 550°C por 5 horas (Bateman 1970). El porcentaje de extracto etéreo se determinó en un equipo modelo Goldfish. El porcentaje de proteína cruda se estableció según el método de Micro Kjeldhal ($N \times 6.25$) (Bateman 1970). La energía metabolizable (EM) se determinó por regresión a partir del valor "D" ($EM=0,279 + 0,0325 * D \%$) (Garrido y Mann 1981). Determinándose el valor "D" por digestibilidad *in vitro* por el método de Tilley y Terry (1963) modificado (Goering y Van Soest 1972).

La concentración de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se determinó mediante el método de digestión en detergente neutro y digestión con detergente ácido, respectivamente. (Van Soest y col 1991).

La determinación de la concentración de calcio (Ca) y magnesio (Mg), se realizó por digestión vía húmeda con ácidos nítrico y perclórico (espectrofotómetro de absorción atómica), método 975,03 (AOAC 16ª Edición 1996). Así también, para la obtención de la concentración de fósforo (P), se utilizó el método vanado molíbdico (calorimétrico) método 22 (AOAC 13ª Edición 1980).

La determinación del contenido de proteína y grasa de la leche, se obtuvo mediante el método de espectroscopia de infrarrojos (Foss 4300 Milko-scan), en el laboratorio de calidad de leche de Cooprinsem, ubicado en la ciudad de Osorno. La urea en leche se determinó mediante el kit Urea UV Kinetic (método GLDH para urea) en un autoanalizador Cobasmira Plus, en el laboratorio del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad Austral de Chile.

4.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los parámetros sometidos a análisis de varianza fueron la producción de leche, composición láctea (materia grasa, proteína y urea), condición corporal y el peso vivo, para lo cual se utilizó un diseño aleatorio continuo mediante la utilización de medidas repetidas (SAS 1995).

Modelo estadístico

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + C_{ij} + P_k + TP_{ik} + e_{jkl}$$

y_{ijkl} = un registro de la vaca j^{th} del tratamiento i^{th} en el período k^{th} de observación

μ = el intercepto general

T_i = el efecto fijo del tratamiento

C_{ij} = el efecto fijo de la vaca j^{th} que se anidó dentro del tratamiento i^{th}

P_k = el efecto fijo del período k^{th} de observación

TP_{ik} = el efecto fijo de la intersección entre el tratamiento i^{th} y el período k^{th} de observación

e_{jkl} = el efecto residual del azar $\sim N(0, \sigma^2)$

El término de error usado como el denominador para las pruebas de F era el efecto fijo de la vaca j^{th} anidado dentro del tratamiento del i^{th} . Esto elimina la correlación que existe entre las observaciones hechas en el mismo animal.

5. RESULTADOS

5.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

CUADRO 1. Composición química promedio en base materia seca de los alimentos utilizados en el experimento.

Variables	PRADERA CONCENTRADO	
	Consumida	
	X ± DE	X ± DE
Materia seca (MS) (%)	16,2 ± 1,95	87,6 ± 0,44
Cenizas totales (CT) (%)	9,4 ± 0,54	3,1 ± 0,12
Proteína cruda (PC) (%)	21,5 ± 1,42	13,2 ± 0,54
Energía metabolizable (EM) (Mcal/kg)	2,8 ± 0,08	3,1 ± 0,11
Extracto etéreo (EE) (%)	2,1 ± 0,19	3,5 ± 0,29
Fibra detergente neutro (FDN) (%)	51,3 ± 5,86	23,1 ± 2,23
Fibra detergente ácido (FDA) (%)	25,8 ± 1,58	6,3 ± 0,04
Calcio (%) (Ca)	0,4 ± 0,10	0,3 ± 0,30
Fósforo (%) (P)	0,4 ± 0,05	0,4 ± 0,03
Magnesio (%) (Mg)	0,2 ± 0,02	0,2 ± 0,03
NSC ¹ (%)	15,4 ± 6,62	56,9 ± 1,96

(NSC¹: Carbohidratos no estructurales, calculados mediante la siguiente ecuación: NSC = 100-(PC+EE+FDN+CT) (NRC 2001).

5.2 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

CUADRO 2. Producción y composición ($X \pm DE$) de la leche en vacas lecheras en pastoreo primaveral, suplementadas con concentrado con una frecuencia de 2 veces al día (PFS2), 3 veces al día (PFS3) y 4 veces al día (PFS4).

Variables	Frecuencia			Valor P
	PFS2	PFS3	PFS4	
	$X \pm DE$	$X \pm DE$	$X \pm DE$	
Producción Láctea (L/día)	28,7a \pm 4,25	29,5a \pm 4,91	28,9a \pm 3,45	0,92
Pendiente de la curva láctea (l/día)	-0,11a \pm 0,01	-0,10a \pm 0,01	-0,07a \pm 0,01	0,14
Materia Grasa (%)	3,58a \pm 0,36	3,71a \pm 0,40	3,53a \pm 0,43	0,50
Proteína Cruda (%)	3,32a \pm 0,19	3,13a \pm 0,25	3,14a \pm 0,25	0,20
Urea (mmol/L) ¹	5,60a \pm 1,18	5,87a \pm 1,56	5,50a \pm 1,51	0,19

Urea (mmol/L)¹: Conversión a mg/L mediante la siguiente ecuación (X mmol/L \times 10 mg/L)/0.167 mmol/L.

En el cuadro 2 se observa que la producción de leche de los tres tratamientos fue similar ($P > 0,05$). Así también, la pendiente de la curva láctea durante el período, para los tratamientos (figura 1), no poseen una significancia estadística ($P > 0,05$).

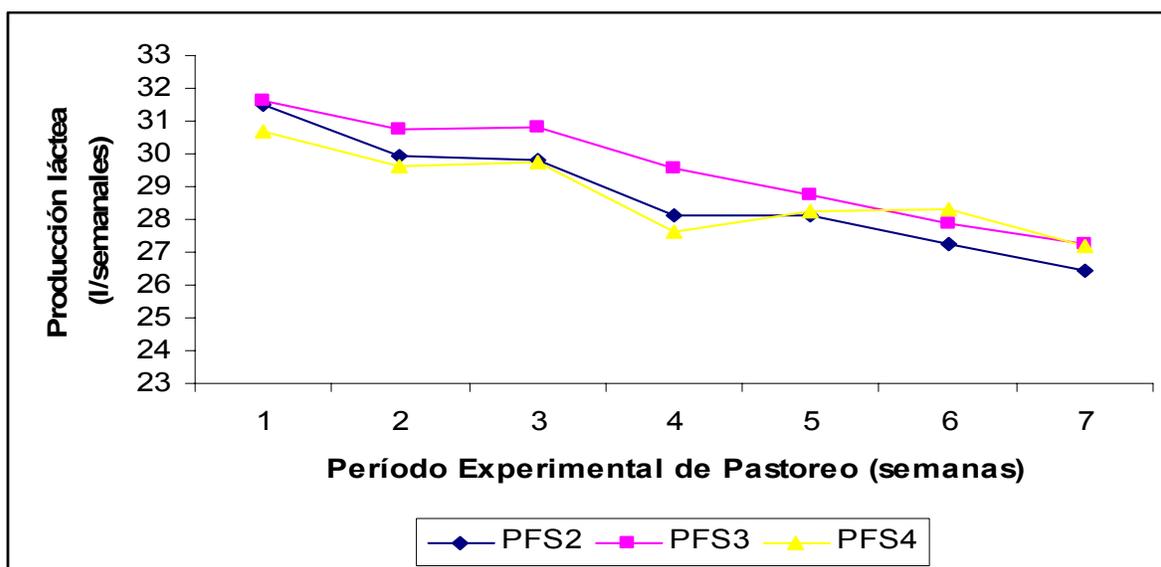


Figura 1. Persistencia de la producción láctea promedio, en vacas lecheras en pastoreo primaveral, suplementadas con concentrado con una frecuencia de 2 veces al día (PFS2), 3 veces al día (PFS3) y 4 veces al día (PFS4).

Haciendo referencia a la composición de la leche (cuadro 2), se puede observar que el contenido de materia grasa, de proteína cruda y el de urea en leche fueron para todos los tratamientos similares, no presentándose así valores estadísticamente diferentes ($P > 0,05$).

5.2.3 Respuesta a la suplementación con concentrado en vacas en pastoreo primaveral, suplementadas con distinta frecuencia.

CUADRO 3. Respuesta láctea marginal en vacas lecheras en pastoreo primaveral, suplementadas con concentrado con una frecuencia de 2 veces al día (PFS2), 3 veces al día (PFS3) y 4 veces al día (PFS4).

Variables	Frecuencia		
	PFS2	PFS3	PFS4
Respuesta láctea ¹ (kg de leche/ kg de concentrado)	0,7	0,84	0,72

Respuesta láctea¹: Calculada en base a los valores de Anexo 3

En el cuadro 3 se puede observar que la respuesta láctea marginal por kilo de concentrado suplementado en este experimento, fueron similares entre los distintos tratamientos

5.3 Peso vivo y condición corporal

CUADRO 4. Variación ($X \pm DE$) de peso vivo y condición corporal, en vacas en pastoreo primaveral, suplementadas con concentrado con una frecuencia de 2 veces al día (PFS2), 3 veces al día (PFS3) y 4 veces al día (PFS4).

Variables	Frecuencia			Valor P
	PFS2	PFS3	PFS4	
	$X \pm DE$	$X \pm DE$	$X \pm DE$	
Peso vivo (kg)	533a \pm 64,6	521a \pm 17,6	518,7a \pm 52,1	0,85
Variación diaria de peso vivo (kg)	0,5a \pm 0,12	0,5a \pm 0,12	0,4a \pm 0,12	0,74
Condición corporal (CC)	2,6a \pm 0,51	2,4a \pm 0,21	2,4a \pm 0,18	0,57
Variación de CC del período	0,2a \pm 0,07	0,3a \pm 0,07	0,2a \pm 0,07	0,86

En el cuadro 4 se entregan las variables del peso vivo y condición corporal de los animales durante el período experimental. Así también, se puede apreciar la variación diaria de peso vivo y la variación de la condición corporal del período fue similar para los tres tratamientos ($P > 0,05$).

6. DISCUSIÓN

6.1 COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS

6.1.1 Composición química de la pradera

En el Cuadro 1 se presenta la composición química de la pradera, en el cual se puede apreciar que la pradera consumida por los animales, en este experimento, posee una cantidad de MS de, aproximadamente, un 16 %, valor que se encuentra sobre lo reportado por Anrique y col (1995), así también, es menor a los rangos descritos para una pradera de alta calidad por Clark y Kanneganti (1998). El valor promedio obtenido para la PC fue de 21,5 % en base MS, lo cual se encuentra dentro los parámetros descritos por Kolver y Muller (1998) y Anrique y col (1995), quienes señalan que para praderas de buena calidad el rango de proteína cruda debiera ser de un 20 a 25 %. No obstante, estas concentraciones podría ser uno de los factores limitantes nutricionales en esta estación de pastoreo por un exceso de proteína en la dieta (Muller 1996).

Las praderas permanentes fertilizadas, que son utilizadas para la producción de leche en la Décima Región, son praderas templadas, las que en la época de primavera pueden alcanzar un 15,2 % MS; 23.4 % PC y 2,55 Mcal/kg MS de EM (Anrique y col 1995). Así también, Clark y Kanneganti (1998) describen que las praderas para vacas lecheras son, comúnmente, praderas templadas y que para ser consideradas de alta calidad deben poseer un 18 a 24 % MS, 18 a 25 % de PC, 40 a 50 % FDN, y 2,5 a 2,9 Mcal/kg MS de EM.

La cantidad de carbohidratos no estructurales de la pradera consumida en este experimento alcanzó un 15,4 %, valor que se encuentra dentro de los rangos publicados por Kolver y Muller (1998), quienes describen que para una pradera utilizada en alimentación de vacas lecheras, el nivel de carbohidratos no estructurales (NSC) debieran ser de un 15 a 20 %. Sin embargo, la pradera posee un alto contenido de proteína degradable en el rumen (PDR) particularmente en primavera (Hoffman y col 1993; Holden y col 1994; Holden y col 1994) y es insuficiente en carbohidratos no estructurales para vacas en producción (Van Soest 1982). Los requerimientos de NSC para vacas en lactación de similar nivel productivo debieran ser de 36 – 44 % (NRC 2001). Hoover y col (1991) recomendaron que para una ración que contenga desde un 20 a un 25 % PC, esta debería contener un 56 % de carbohidratos no estructurales, para que de esta manera se logre una mejor síntesis microbiana y por consecuencia una menor pérdida de N y de energía.

La cantidad promedio de EM de la pradera en este experimento, fue de un 2,8 Mcal/kg MS, valor idéntico al reportado por Hinojosa (2004), quien realizó un experimento de suplementación en pastoreo primaveral en el Centro Experimental Vista Alegre. Así también, es coincidente con los valores esperados por Clark y Kanneganti (1998) y Kolver y Muller

(1998), para este tipo de pradera; sin embargo, fue mayor a lo descrito por Anrique y col (1995) y Balocchi y Olivares (1992), donde este último encontró valores de 2,43 Mcal/kg MS de EM.

El nivel promedio de FDN y de FDA encontrado en el presente experimento fue de 51 % y 25,8 %, respectivamente, lo que es prácticamente similar a los valores promedios obtenidos por Hinostroza (2004), quien reportara valores de 52 % de FDN y 26 % FDA. Además son ligeramente superiores a lo publicado por Clark y Kanneganti (1998), pero mayor en un 13%, aproximadamente, a lo reportado por Kolver y Muller (1998), que señalan que para una pradera de características primaveral los rangos de FDN se encuentran en 40 a 45 %. Si bien, no existe una definición de requerimientos de FDN, según el NRC (2001), la recomendación de FDN para el metabolismo óptimo de vacas lecheras de alta producción alimentadas con dietas mixtas debiera ser entre un 25 - 33 %.

El crecimiento de las praderas se vio afectado positivamente por las condiciones climáticas durante el experimento, con una temperatura promedio de 12,3 °C y un nivel de precipitaciones acumuladas de 385,9 mm. Estas condiciones provocaron mayores tasas diarias de crecimiento de la pradera (Anrique y Balocchi 1993), disponiendo consecuentemente de una gran disponibilidad de materia seca por hectárea para el experimento.

La composición botánica de la pradera utilizada posee un alto predominio de gramíneas de carácter forrajero, situación que según Alomar (1992) y Balocchi y Olivares (1992), es característico de las praderas de la zona sur de Chile, que según Hinostroza (2004) correspondía a más de un 70 % de especies nobles, ya sean gramíneas o leguminosas.

Así entonces y basado en los parámetros anteriormente comparados, en la composición química de la pradera utilizada en este experimento (cuadro 1), se puede determinar que ésta corresponde a una pradera primaveral de alta calidad.

6.1.2 Composición química de los concentrados

Se utilizó un concentrado amiláceo, con una composición de un 87,6 % de MS, 13 % de PC y un 3,1 Mcal/kg MS de EM, con una cantidad de carbohidratos no estructurales de alrededor de un 57 %, valores adecuados para concentrados utilizados en la suplementación de vacas lecheras de alta producción (25 a 35 L/día) en pastoreo (Kellaway y Porta 1993).

Los concentrados amiláceos se caracterizan por poseer un bajo aporte de fibra cruda a diferencia de otros concentrados (Anrique y col 1995). Además tienen una rápida fermentación en el rumen, por lo que los consumos masivos provocarían que el pH ruminal disminuya bruscamente. Así también, se han reportado altas tasas de sustitución de forraje por concentrado, por lo que sería esperable un efecto poco favorable respecto del metabolismo ruminal (Webster 1993). Sin embargo, según Herrera-Saldaña y col (1990), los potenciales efectos negativos de los concentrados amiláceos no se manifiestan gravemente cuando se suplementa en cantidades de 6 kg/vaca/día, siendo esta la cantidad utilizada en este experimento.

6.2 PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La variación en la frecuencia de suplementación con concentrado de vacas en pastoreo primaveral no demostró diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en la producción láctea, ni en la composición de ésta. Si bien, a nivel mundial es sumamente escasa la literatura del efecto de la variación en la frecuencia de suplementación con concentrado de vacas en pastoreo utilizando moderados niveles de concentrado, la falta de efecto observada en este experimento, se podría deber al nivel de suplementación ofrecido (Peyraud y Delaby 2001), el cual no es capaz de producir un mejoramiento en los parámetros productivos. Delaby y col (2001) explican este suceso a que cuando son suministrados niveles medios de suplementación al día, la naturaleza de la energía de este no produce suficientes cambios o modificaciones a nivel ruminal como para afectar la producción de leche.

A pesar de lo anterior, en el trabajo de Hongerholt y col (1997), donde vacas a pastoreo fueron suplementadas con altos niveles de concentrado (promedio 10.3 kg/día), tampoco se obtuvieron beneficios productivos, al evaluar un aumento en la frecuencia de suplementación con concentrado de 2 veces versus, 4 veces al día. Por el contrario, datos australianos (Dalley 1998a) indican aumentos de la producción láctea de 2 L/día con una suplementación de 8 kg de concentrado aumentando la frecuencia de 2 a 4 raciones diarias.

Gibson (1984), en una revisión de 23 publicaciones con un análisis de 35 experimentos en confinamiento, concluyó que las concentraciones de grasa en leche y en un menor grado de la producción de leche, podría aumentar por el aumento en la frecuencia de suplementación. Sin embargo, en aquellos casos que el aumento en la frecuencia de suplementación, provocaba un efecto positivo en la concentración de grasa en leche, ocurría solamente cuando los tratamientos controles exhibían una depresión en el contenido de grasa en leche.

En referencia a lo anterior, Sutton y col (1985), comparando dietas con diferentes relaciones de concentrado:voluminoso y entregadas en diferente frecuencia de suplementación en vacas lecheras, encontraron que la mayor frecuencia de alimentación al día de altas cantidades de concentrado reduciría la depresión grasa en leche, debido a un aumento de la concentración de ésta y no afectaría la producción láctea ni la concentración de proteína en leche. La inconsistencia responde a la variación en la frecuencia de suplementación de vacas lecheras encontradas en la literatura sugeriría una pequeña interacción entre el tipo de dieta (concentrado:voluminoso) y el nivel de producción. No obstante, al alimentar con concentrados a vacas lecheras es esperable una depresión en la grasa de la leche cuando los niveles de concentrado sobrepasan el 40 a 50 % de la materia seca consumida y existe un bajo contenido de fibra en la ración (Sutton 1990). Definitivamente, los niveles de consumo de concentrado y los niveles de fibra consumidos desde el forraje y del concentrado en este experimento, fueron suficientes para evitar una depresión grasa. Del mismo modo, Coulon y col (1989) describen que la naturaleza de los carbohidratos solo tienen un efecto significativo, con respecto a la grasa láctea, cuando la inclusión de concentrado es igual o mayor al 50 % del

consumo total de MS de la ración, situación que no ocurrió en este experimento en el cual solo alcanzó a un 27 % del consumo total de MS.

Del mismo modo, Rearte (1997) indica que el suplemento, cualquiera que este sea, sólo modificará el ambiente ruminal, cuando tenga un efecto mayoritario y significativo en el consumo total de MS, lo que según Peyraud y col (1997), se daría con una suplementación mayor al 40 % en base a MS.

Estudios han sugerido que las concentraciones de urea en leche podrían permanecer más constantes durante el día en animales con mayor frecuencia de suplementación (Thomas y Kelly 1976; Folman y col 1981), lo que no se reflejó en este experimento, donde no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los valores obtenidos (cuadro 2), convertidos a la unidad más utilizada en el sur de Chile (mg/L) es de 338 mg/L promedio entre los tratamientos, los cuales se encuentran dentro de los rangos de referencia para la especie de 2,5 - 7 mmol/L o 150 – 420 mg/L, de urea en leche descritos como normales para los rebaños lecheros (Noro y Wittwer 2003), lo cual sería indicador de una correcta cantidad de proteína degradable en el rumen (PDR) en la dieta en relación a la disponibilidad ruminal de energía. De igual manera, a lo reportado en este experimento, Godden y col (2001), no encontraron una relación estadísticamente significativa entre la frecuencia de suplementación y bajos valores de urea en leche.

Sin embargo, Moller y col (1993) reportaron elevadas concentraciones de urea en sangre y suero en vacas en pastoreo, atribuyendo una variación estacional de urea en leche debido a los cambios estacionales de energía y proteína en la pradera. Dicho aumento estacional no se observó en este experimento, debido a que la suplementación de vacas lecheras en pastoreo con concentrados basados en almidón, disminuye la concentración de urea en la leche, lo que sugeriría que las vacas alimentadas con este tipo de concentrado utilizarían mejor el N disponible en la dieta (Delahoy y col 2003). Esto se debería, a que los concentrados basados en carbohidratos altamente solubles aumentarían la energía disponible en el rumen (Sayers y col 2003).

Finalmente, los valores productivos alcanzados en este experimento, son similares a los reportados por Daetz (2004), quien en un experimento de suplementación de vacas en pastoreo con concentrados de distinta fuentes de carbohidratos, realizado en la estación experimental Vista Alegre, ofreciendo la misma cantidad de concentrado y además, una similar presión de pastoreo, obtuvo una producción promedio de 30 L/día con una composición de 3,7 % de materia grasa y 3,2 % de proteína cruda. Sin embargo, la concentración de urea en leche alcanzada por el mismo autor, fue de 7,3 mmol/L o 437 mg/L, los cuales son considerablemente mayores a los alcanzados en este experimento, debido presumiblemente al alto contenido de proteína cruda reportada en las praderas utilizadas.

6.3 PERSISTENCIA DE LA CURVA DE LACTANCIA Y RESPUESTA LÁCTEA AL CONCENTRADO

La variación en la frecuencia de suplementación con concentrado de vacas en pastoreo primaveral no provocó diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) sobre la persistencia de la curva de lactancia entre los tratamientos. Los valores de la pendiente de la curva láctea de este experimento presentados en el cuadro 2 y con una producción inicial promedio de 31,3 L/día son similares a los reportados por Pulido (1997), quien encontró un rango de pendiente de -0.10 a -0.18 L/día. En otra publicación, Pulido y Leaver (2001), en la presentación de dos experimentos de pastoreo reportaron una pendiente de -0.20 L/día en el experimento 1, y de -0.14 L/día en el experimento 2, ambos resultados obtenidos con niveles medios de suplementación (6 kg/vaca/día) y con una producción inicial de 31.5 L/día y de 35.5 L/día, respectivamente.

Los valores de pérdida de persistencia promedio, representados en términos porcentuales, (Anexo 1) son inferiores al 3 % semanal, considerado normal en vacas a pastoreo (Leaver 1987). Además, es menor al 3,5 % promedio de pérdida de persistencia semanal reportado por Hargreaves y col (2001), en un experimento de pastoreo con similares niveles de suplementación en praderas permanentes del llano central de Osorno, donde se evaluaban distintas cargas animales. De esta manera se demuestra que, en el presente experimento, la suplementación cumplió con uno de sus fines de utilización, mejorando la persistencia de la curva de lactancia.

Con relación a los valores de respuesta láctea al concentrado expuestos en el cuadro 3, son relativamente mayor a los reportados históricamente por Journet y Demarquilly (1979), quienes señalan un rango de respuesta láctea 0,4 a 0,6 kg leche/kg de concentrado. Sin embargo, Peyraud y Delaby (2001) reportaron que la respuesta láctea al concentrado es mayor en la literatura publicada después de 1990, lo cual se puede atribuir al aumento en el mérito genético de las vacas. La respuesta láctea al concentrado encontrada en este experimento, actualmente puede ser considerada como mediana, y sería atribuida según Sayers y col (2003), a numerosos factores. Primero, la alta disponibilidad de pradera, que en el experimento alcanzó un promedio entre los tratamientos de 3248 kg MS/ha. Del mismo modo, Grainger y Mathews (1989) demostraron que la respuesta láctea al concentrado disminuye con el aumento de la disponibilidad de pradera. Segundo, los animales utilizados en este experimento son considerados de alta producción, debido a esto, Kellaway y Porta (1993) atribuyen una mayor respuesta láctea a la suplementación en vacas de alto mérito genético, porque destinan más alimento a la producción de leche y pierden más peso vivo en la lactancia temprana que vacas de bajo mérito genético. Tercero, el nivel de concentrado, puesto que la respuesta láctea al concentrado se describe como curvilínea; el incremento marginal en leche por kilo de concentrado disminuye a medida que la cantidad de concentrado aumenta (Kellaway y Porta 1993). De esta manera, Peyraud y Delaby (2001) reportaron respuestas superiores a 1 kg de leche/kg de concentrado en vacas con producciones de 25-30 L/día, recibiendo 4 y 5 kg diarios de suplemento concentrado, lo cual lo atribuyeron a que las fuentes de energía poseen

una pequeña respuesta láctea cuando se utiliza un moderado nivel de suplementación, como el suministrado en este experimento.

En otro estudio, Hoden y col (1991) informaron respuestas lácteas al concentrado de 0,55, 0,77 y 0,84 kg de leche/kg de concentrado en vacas con producciones de 25, 30 y 35 L/día, respectivamente; siendo las respuestas de éstos dos últimos, similares a las encontradas en este experimento. De igual forma, Sayers (1999) encontró una respuesta láctea (RL) entre 0,60 y 0,86 kg de leche / kg de concentrado, al aumentar de 5 a 10 Kg de concentrado suplementando a vacas de alta producción en pastoreo primaveral, lo cual se debería a que las vacas poseían un alto mérito genético, que les permitió demostrar una mayor respuesta, aun cuando se aumente el nivel de concentrado.

6.4 VARIACIÓN DEL PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

La variación en la frecuencia de suplementación de dos, tres y cuatro veces por día en vacas lecheras en pastoreo primaveral no evidenció diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$) en el peso vivo y condición corporal. Lo anterior es concordante con lo publicado por Hongerholt y col (1997) quienes no encontraron diferencias significativas en el peso vivo al aumentar la frecuencia de 2 a 4 veces al día, ya que las vacas suplementadas dos veces al día consumieron más MS que las alimentadas 4 veces al día (28,1 versus 25,7 kg MS/día, respectivamente), sugiriendo que estas últimas fueron más eficientes en utilizar los nutrientes consumidos. Del mismo modo, Leiva (2006) reportó en el presente experimento consumos totales de 21,3, 19,8 y 18,8 kg MS/vaca/día para los tratamientos PFS2, PFS3, PFS4, respectivamente, lo que haría presumir que los grupos suplementados con una mayor frecuencia podrían ser capaces de aprovechar de mejor manera los nutrientes consumidos, concordante con Hongerholt y col (1997). No obstante, Baker y Leaver (1986) señalan que la ausencia de efecto en el peso vivo promedio por tratamiento, podría ser explicada por cortos períodos de duración en los ensayos o por efectos confundidos del llenado intestinal al momento del pesaje

La falta de respuesta en la condición corporal y peso vivo (cuadro 4), no concuerda con lo reportado por Soriano y col (2001), que encontró un leve aumento en la CC en vacas que fueron suplementadas. Según este autor, esto se debería a que las vacas suplementadas consumen una mayor cantidad de energía que los animales que se encuentran solo a pastoreo, concordando con lo reportado por Kolver y Muller (1998), quienes señalan que cambios en la CC están relacionados con el consumo total de energía. Así entonces, en este experimento, la alta tasa de sustitución y el buen nivel de energía del forraje habrían impedido mostrar diferencias entre los tratamientos.

De esta manera, y en base a los objetivos planteados en este experimento, se puede concluir que la variación en la frecuencia de suplementación en vacas lecheras en pastoreo primaveral no produce efectos significativos sobre la producción y composición láctea, ni en

variación del peso vivo y de la condición corporal, por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa planteada en un inicio del experimento.

7. BIBLIOGRAFIA

- Anrique R, Balocchi O. 1993. Atributos de la pradera que afectan el consumo y producción de animales en pastoreo. En: Serie Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). 1, 23-32.
- Anrique R, Valderrama X, Fuchslocher R. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. FIA-UACH. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile.
- Alomar D. 1992. Valor nutritivo de las leguminosas forrajeras. En: Latrille L, Balocchi O. (eds.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-16. Valdivia, Chile. pp. 154-172.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1996. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1980. Official Methods of Analysis of AOAC International. 13th Ed. W. Horowitz (ed). Washington. USA.
- Baker AMC, Leaver JD. 1986. Effect of stocking rate in early season on dairy cows performance and sward characteristics. *Grass and Forage Sci.* 41:333-340.
- Baker LD, Ferguson JD, Chalupa W. 1995. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:2424-2434.
- Balocchi O. 1998. Praderas y Recursos Forrajeros en el sur de Chile. En: Amtmann, Mujica y Vera. *Pequeña Agricultura en la Región de Los Lagos*. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Balocchi O, Olivares J. 1992. Leguminosas en praderas permanentes. En: Latrille L, Balocchi O. (eds.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-16, Valdivia, pp. 33-58.
- Bao J, Giller PS, Kett JJ. 1992. The effect of milk production level on grazing behaviour of Friesian cows under variable pasture conditions. *Irish J. Agric. Food Res.* 31:23-33.
- Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW. 2002. Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at two Pasture Allowances. *J. Dairy Sc.* 85:1777-1792.

- Bargo F, Muller LD, Kolver ES, Delahoy JE. 2003. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. Invited review. *J. Dairy Sci.* 86: 1-42.
- Bateman J. 1970. Nutrición animal. 468 p. Manual de métodos analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica, México.
- Beck A, Pessoa R. 1992. Producción de leche en praderas permanentes durante la primavera. *Agrosur* 20: 34-39.
- Blauwiekel R, Kincaid RL. 1986. Effect of crude protein and solubility on performance and blood constituents of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69:2091–2098.
- Brookes IM. 1993. The effects on milk production of supplementing pasture-fed dairy cows. In: *Improving the Quality and Intake of Pasture Based Diets for Lactating Dairy Cows* pp. 83-94. N.J. Edwards and W.J. Parker. (eds.): Department of Agricultural and Horticultural Systems Management.
- Broster WH, Clements AJ, Hill RE. 1983. A note on the lactation performance of twin-bearing cows. *J Dairy Res.* 50(3):241-247.
- Butendieck BN, Valenzuela C, Miranda H. 1995. XX Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal, pp. 133.
- Canfield RW, Sniffen CJ, Butler WR. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73:2342–2349.
- Carroll DJ, Barton BA, Anderson GW, Smith RD. 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:3470–3481.
- Church DC, ed. 1988. Salivary function and production. Page 117 in *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Clark DA, Kanneganti VR. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. Page 331 in *Grass for Dairy Cattle*. J. H. Cherney, and D. J. R. Cherney, eds. CAB International, Oxon, UK.
- Coulon JB, Landanis E, Garel JP. 1989. Pathology and productivity of the lactating cow: Interrelations based on the level of lactation. *Ann. Rech Vet.* 20(4):443-459.
- Daetz RF. 2004. Respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo primaveral, suplementadas con concentrado con distintas fuentes de carbohidratos. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.

- Dalley D. 1998a. Synchrony of protein and energy supply during early lactation. In *Annual Report 1997 – 1998*. Agriculture Victoria. 50-1. Ellinbenk, Australia.
- Delaby L, Peyraud JL, Delagarde R. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. *Anim. Sci.* 73:171–181.
- Delahoy JE, Muller LD, Bargo F, Cassidy TW, Holden LA. 2003. Supplemental carbohydrates sources for lactating dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:906-915.
- DePeters EJ, Ferguson JD. 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J. Dairy Sci.* 75:3192–3209.
- Edmonson AJ, Lean LJ, Weaver LD, Farve T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
- Folman Y, Neumark H, Kaim M, Kaufmann W. 1981. Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. *J. Dairy Sci* 64:759–768.
- 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.
- Gibb MJ, Ivings WE, Dhanoa MS, Sutton JD. 1992. Changes on body components of autumn-calving Holstein-Friesian cows over the first 29 weeks of lactation. *Anim Prod.* 55:339-360.
- Gibson JP. 1984. The Effects of frequency of feeding on milk production of dairy cattle. *Anim Prod.* 38:181.
- Godden SM, Lissemore KD, Kelton DF, Leslie KE, Walton JS, Lumsden JH. 2001 Relationships Between Milk Urea Concentrations and Nutritional Management, Production, and Economic Variables in Ontario Dairy Herds *J. Dairy Sci.* 84:1128–1139.
- Goering HK, Van Soest PJ. 1972. Forage fiber analysis. U.S.D.A. Agric. Handbook N°379. 41 p. *Agricultural Research Service*, Cornell, New York, USA.
- Grainger CA, Davey WF, Holmes CW. 1985. Performance of Friesian cows with high and low breeding indexes. Stall feeding and grazing experiments and performance during the whole lactation. *Anim Prod.* 40: 379-388.
- Grainger CA, Mathews GL. 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. *Aust. J. Exp. Agric.* 29:355-360.

- Hargreaves A, Strauch O, Teuber N. 2001. Efecto de la carga animal y de la suplementación reguladora a vacas lecheras en primavera y verano sobre la producción de leche. *Cien. Inv. Agr.* 28(2): 89-102.
- Herrera-Saldaña R, Gomez-Alarcon R, Torabi M, Huber JT. 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.* 73:142–148.
- Hinostroza 2004. Efecto del tipo de carbohidrato en el concentrado sobre el consumo y comportamiento ingestivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.
- Hoden A, Peyroud JL, Muller A, Delaby L, Faverdin P, Pecatte JR, Fargetton M. 1991. Simplified rotational grazing management of dairy cows: effects of rates of stocking and concentrate. *J. Agric. Sci. (Camb)* 116:417-428.
- Hodgson J. 1990. *Grazing management: science into practice*. 203 p. Longman Handbooks in Agriculture, Essex, England.
- Hodgson J, Brookes IM. 1999. Nutrition of grazing Animals. Page 117 in *Pasture and Corp Science*. White, J., J. Hodgson, eds. Oxford University Press, Auckland, N.Z.
- Hoffman K, Muller LD, Fales SL, Holden LA. 1993. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. *J. Dairy Sci.* 76:2651.
- Holden LA, Muller LD, Fales SL. 1994. Estimation of intake in high producing Holstein cows grazing grass pasture. *J. Dairy Sci.* 77:2332.
- Holden LA, Muller LD, Varga GA, Hillard PJ. 1994. Ruminant digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. *J. Dairy Sci.* 77:3034.
- Hongerholt DD, Muller LD, Buckmaster DR. 1997. Evaluation of a mobile computerized grain feeder for lactating cows grazing grass pasture. *J. Dairy Sci.* 80: 3271-3280.
- Hoover WH, Stokes SR. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630.
- Howard HJ, Aalseth EP, Adams GD, Bush LJ, McNew RW, Dawson LJ. 1987. Influence of dietary protein on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 70:1563–1571.
- INE. Instituto Nacional de Estadística. Chile 1997. VI Censo Nacional Agropecuario.
- Journet M, Demarquilly C. 1979. Grazing. In *Feeding strategy for the high-yielding dairy cow* (ed. W.H. Broster and H. Swam), pp. 293-321. Granada Publishing, St. Albans.

- Kaim M, Folman Y, Neumark H, Kaufmann W. 1983. The effect of protein intake and lactation number on post-partum body weight loss and reproductive performance of dairy cows. *Anim Prod.* 37:229–235.
- Kaufmann W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 3:103.
- Kaufmann W, Lotthammer KH, 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. Tierernährg. Futtermittelkde.* 47: 85-101.
- Kellaway R, Porta S. 1993. Feeding concentrates supplements of dairy cows. Dairy Research and Development Corporation, Melbourne, Australia.
- 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.
- Klusmeyer TH, Cameron MR, McCoy GC, Clark JH. 1990. Effect of feed processing and frequency of feeding on ruminal fermentation, milk production, and milk composition. *J. Dairy Sci.* 73:3538–3543.
- Kolver ES, Muller LD. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81:1403-1411.
- Lanuza F. 1998. Utilización de concentrados en vacas lecheras a pastoreo. *Investigación y Progreso Agropecuario* 8: 20-23.
- Leaver JD. 1985. Milk Production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 52: 313-344.
- Leaver JD. 1986. Effects of Supplements on Herbage intake and performance. British Grassland Society Occasional Symposium N°. 19, Winter Meeting, Great Malvern, UK. pp. 79-87.
- Leaver JD. 1987. The potential to increase production efficiency from animal pasture systems. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 47: 7 -12.
- Leiva MC. 2006. Evaluación del aumento de la frecuencia de suplementación con concentrado en vacas lecheras en pastoreo primavera sobre el consumo voluntario y comportamiento alimenticio. *Memoria de titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.

- Macleod GK, Colucci PE, Moore AD, Grieve DG, Lewis N. 1994. The effects of feeding frequency of concentrates and feeding sequence of hay on eating behavior, ruminal environment and milk production in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 74:103–113.
- 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 CS. 1991. *Ocassional symposium N° 25*. British Grassland Society, Hurley.
- Mayne CS, Wright IA. 1988. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow. Page 280 in *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. P. C. Garnsworthy, ed. Butterworths, London.
- McGilloway DA, Mayne CS. 1996. Recent Advances in Animal Nutrition. 8:135-169.
- Meijs JAC. 1986. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 2. Effect of concentrate composition on herbage intake and milk production. *Grass Forage Sci.* 39:59-66.
- Moller S, Matthew C, Wilson GF. 1993. Pasture protein and soluble carbohydrate levels in spring dairy pasture and associations with cow performance. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 53:83–86.
- Mould FL. 1993. Self-regulation of supplemental feed intake by grazing dairy cows and its effect on animal performance, *Acta Agric Scand, Section A, Anim. Sci.* 43: 96-100.
- Muller L. 1996. Managing and feeding high merit cows at pasture. En: British Grassland Society Winter Meeting. *Grass & Forage for Cattle of High Genetic Merit*. Great Malvern, Great Britain.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Nelson AJ. 1995. Practical application of MUN analysis. Pages 35–45 in *Proc. 4th Annu. NE Dairy Prod. Medicine Symposium*. Syracuse, New York.
- Noro M, Wittwer F. 2003. Utilidad de la determinación de urea en leche. *Vetermas* 2:3-5.
- 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.
- Oltner R, Wiktorsson H. 1983. Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 10:457–467.

- Peyraud JL, Delaby L, Delagarte R. 1997. XXIII Reunión Anual, Sociedad Chilena de Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 60-93.
- Peyraud JL, Delaby L. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. Page 203 in Recent Advances in Animal Nutrition. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, eds. Nottingham University Press, UK.
- Phillips CJC, 1993. Cattle Behavior. Farming Press Book. Ipswich. UK.
- Phillips CJC, Leaver JD. 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. Offering hay to dairy cows at high and low stocking rates. *Grass Forage Sci.* 40:183-192.
- Pulido RG. 1997. Consumo voluntario de pradera, una limitante para la producción de leche a pastoreo. En: Revista de Soc. Chilena de Buiatria. 5:21-24.
- Pulido RG. 1997. Interaction of pasture condition, concentrate supplementation and milk yield level in relation to dairy cow performance and behavior. Ph D. Thesis, Wye College, University of London.
- Pulido RG. 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.
- Pulido RG, Leaver JD. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass Forage Sci.* 56:57-67.
- Rearte D. 1997. Sistemas de producción de leche basados en praderas permanentes. En: Serie Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 38-59.
- Reis RB, Combs DK. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83: 2888-2898.
- Robinson PH. 1989. Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:1197-1209.
- Robinson PH, McNiven MA. 1994. Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:3631-3643.

- Roseler KK, Ferguson JD, Sniffen CJ, Kerrema J. 1993. Dietary protein degradability effects of plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:525–534.
- Sayers HJ. 1999. The effect of sward characteristics and level and type of supplement on grazing behaviour, herbage intake and performance of lactating dairy cows. Ph.D. Thesis. Queen's University of Belfast. The agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hillsborough.
- Sayers HJ, Mayne CS, Bartram CG. 2003. The effect of level and type of supplement offered to grazing dairy cows on herbage intake, animal performance and rumen fermentation characteristics. *Animal Sci.* 76:439-454.
- Soriano FD, Polan CE, Miller CN. 2001. Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. *J. Dairy Sci.* 84:2460-2468.
- Stockdale CR. 2000b. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 40:913–921.
- Sutton JD. 1990. Dietary control of milk composition. En: Dairying in 1990s. Dairy Research Foundation Symposium, 12 July 1990. University of Sydney, Australia. pp. 1-18.
- Sutton JD, Broster WH, Napper DT, Siviter JW. 1985. Feeding frequency for lactating cows: Effects on digestion, milk composition on energy utilization. *Br. J. Nutr* 53(1):117-130.
- Sutton JD, Hart IC, Broster WH, Elliot RJ, Schuller E. 1986. Feeding frequency for lactating cows: effects on rumen fermentation and blood metabolites and hormones. *Br. J. Nutr.* 56:181.
- Theurer CB. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1649–1662.
- Thomas PC, Kelly ME. 1976. The effect of frequency of feeding on milk secretion in the Ayrshire cow. *J. Dairy Sci.* 43:1–7.
- Thomas C, Reeve A, Fisher GEJ. 1991. Milk from grass. Billingham Press Limited, Cleveland, UK.
- Valentine SC, Clayton H, Hudson GJ, Rowe JB. 2000. Effect of virginiamycin and sodium bicarbonate on milk production, milk composition and metabolism of dairy cows fed high levels of concentrates. *Aust. J. Exp. Agric.* 40: 773-781.
- Vandehaar MJ. 1998. Efficiency of nutrient use and relationship to profitability on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 81:272–282.

- Van Soest PJ. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books, Corvallis, OR.
- Van Soest PJ. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. Ithaca, New York.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74, 3583-3597.
- Vaughan JM, Bertrand JA, Jenkins TC, Pinkerton BW. 2002. Effects of Feeding Time on Nitrogen Capture by Lactating Dairy Cows Grazing Rye Pasture. *J. Dairy Sci.* 85:1267–1272.
- Webster A. 1993. Understanding the dairy cow. Blackwell Science, 2^d Edition. Bodmin, Cornwall, UK.
- Yang CM, Varga GA. 1989. Effect of three concentration feeding frequencies on rumen protozoa, rumen digesta, and milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:950–957.

8. ANEXOS

ANEXO 1.

Persistencia de la curva de la lactancia en vacas lecheras en pastoreo primaveral, suplementadas con una frecuencia de dos veces al día (PFS2), 3 veces al día (PFS3) y 4 veces al día (PFS4).

Período experimental	Persistencia (%)		
	Frecuencia		
	PFS2	PFS3	PFS4
Semana 1	100,00	100,00	100,00
Semana 2	95,28	97,28	96,47
Semana 3	94,67	97,51	96,78
Semana 4	89,39	93,54	90,03
Semana 5	89,28	90,96	92,05
Semana 6	86,63	88,22	92,29
Semana 7	84,07	86,20	88,52

Al expresar la persistencia de la curva de lactancia del período experimental en valores porcentuales (cuadro 5), se puede apreciar una pérdida de persistencia semanal promedio de 2,66 %, 2,30 % y 1,91 % para los tratamientos PFS2, PFS3, PFS4, respectivamente.

ANEXO 2.

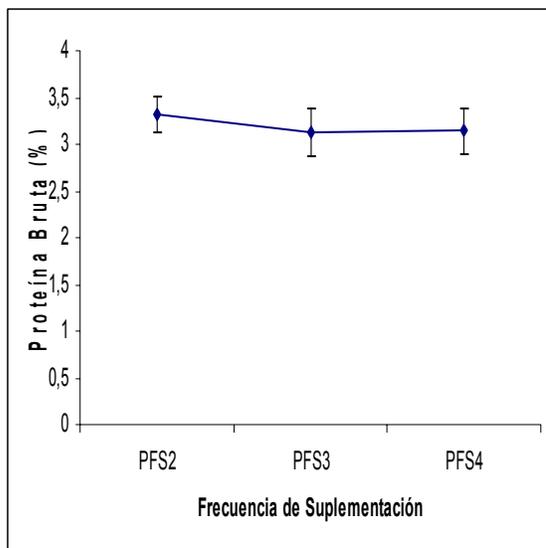


Figura 2. Proteína bruta en leche (x ± DE) en vacas lecheras en pastoreo primaveral con distinta frecuencia de suplementación al día.

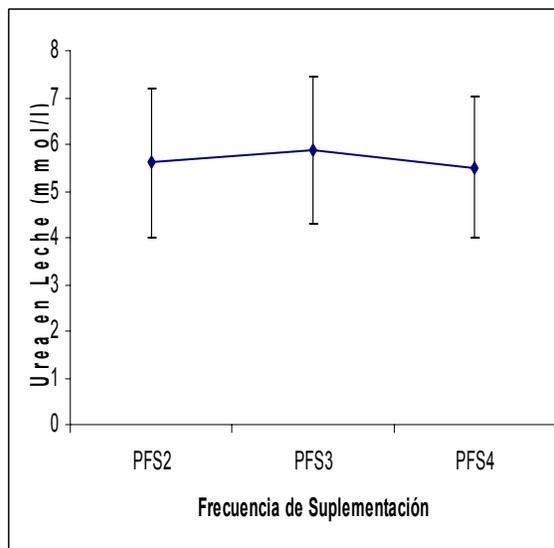


Figura 3. Urea en leche (x ± DE) en vacas lecheras en pastoreo primaveral con distinta frecuencia de suplementación al día.

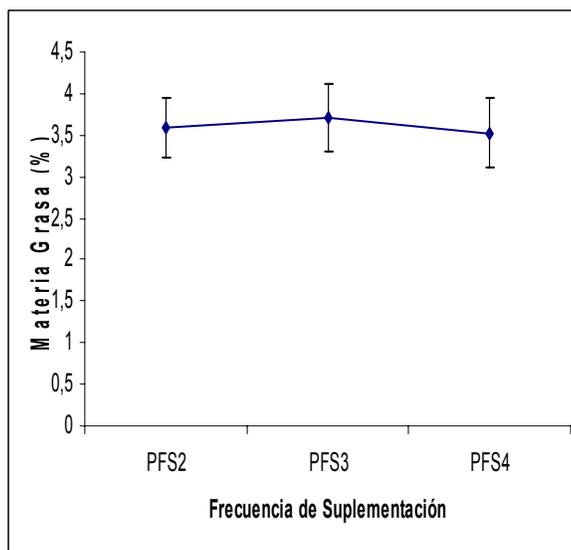


Figura 4. Materia grasa en leche (x ± DE) en vacas lecheras en pastoreo primaveral con distinta frecuencia de suplementación al día.

ANEXO 3.

Promedio producción láctea semanal de vacas lecheras en pastoreo primaveral, grupo control, sólo pastoreo (PFS0) y grupos suplementados con una frecuencia de dos veces al día (PFS2), 3 veces al día (PFS3) y 4 veces al día (PFS4).

Período experimental	Producción Láctea (L/día)			
	Frecuencia			
	PFS0	PFS2	PFS3	PFS4
Semana 1	29,6	31,5	31,6	30,7
Semana 2	25,2	29,9	30,8	29,6
Semana 3	24,6	29,8	30,8	29,7
Semana 4	24,3	28,1	29,6	27,7
Semana 5	23,8	28,1	28,8	28,3
Semana 6	22,7	27,3	27,9	28,3
Semana 7	21,8	26,5	27,3	27,2

9. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que directa o indirectamente participaron en el proceso de esta Memoria de Título:

A la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), a través del proyecto FONDECYT 1030331, quien financió y permitió la realización de este experimento.

Al profesor patrocinante Dr. Rubén Pulido, por la ayuda, el apoyo, la confianza y la disposición brindada durante el presente experimento.

A mis amigas y compañeras Marcia Leiva y Pricila Lemarie, con quienes forme parte de un excelente equipo de trabajo.

De forma muy especial agradezco a mis padres, Irene y Roberto, a Karin Scholz, Bruno Stark, Sergio Gallardo y a mis amigos fraternales Ina, Roldy, Felipe, Fabián y Patricio, por su compañía, cariño y apoyo durante esta etapa de mi vida.