

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

**EVALUACIÓN DEL AUMENTO DE LA FRECUENCIA DE SUPLEMENTACIÓN
CON CONCENTRADO EN VACAS LECHERAS EN PASTOREO PRIMAVERAL
SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO Y COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO**

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

MARCIA CAROLINA LEIVA HERVIAS

VALDIVIA - CHILE

2006

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
5. RESULTADOS.....	18
6. DISCUSIÓN.....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	31
8. ANEXOS.....	38
9. AGRADECIMIENTOS.....	42

CONTRAPORTADA

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Rubén Pulido F.

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Renato Gatica G.

Nombre

Firma

Prof. Bruno Twele W.

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN:

*A mis padres con amor
y agradecimiento*

1. RESUMEN

Se estudió el efecto de la frecuencia de suplementación con concentrado, sobre el consumo voluntario y comportamiento alimenticio en pastoreo de vacas lecheras. Para ello se utilizaron 28 vacas lecheras del genotipo Frisón Negro chileno asignadas a cuatro tratamientos. Los tratamientos fueron PFS0, sólo pastoreo; PFS2, pastoreo más 6 kg/día de concentrado en dos raciones diarias; PFS3, pastoreo más 6 kg/día de concentrado en tres raciones diarias; PFS4, pastoreo más 6 kg/día de concentrado en cuatro raciones diarias. Las vacas fueron manejadas en una pradera permanente mejorada con un sistema de pastoreo en franjas, manteniendo una oferta de pradera entre 35 y 40 kg MS/vaca/día. Se realizaron dos mediciones de comportamiento alimenticio mediante determinación visual, con registros cada 10 minutos por 24 horas. La estimación del consumo de materia seca se realizó utilizando óxido de cromo de liberación controlada como marcador indigestible.

La frecuencia de suplementación afectó el consumo total de materia seca, presentándose diferencias significativas entre el tratamiento PFS0 y los tratamientos PFS2 y PFS3 (15,9; 20,8 y 19,9 kg MS/día, respectivamente). El consumo de pradera no se vio afectado por la frecuencia entre los tratamientos, aunque la tasa de bocados si mostró variaciones que fueron significativas entre PFS0 y los tratamientos PFS2 y PFS3 (60, 50 y 54 bocados/min, respectivamente). La tasa de sustitución mostró mayor efecto a mayor frecuencia de suplementación (0,06; 0,24 y 0,47 kg MS de pradera/kg MS de concentrado, para PFS2, PFS3 y PFS4 respectivamente), coincidente con el menor tiempo destinado a pastorear en los tratamientos suplementados, estableciéndose diferencias significativas entre PFS0 y los tratamientos PFS2, PFS3 y PFS4 (521, 454, 459 y 404 min/día, respectivamente) pero sin diferencias entre PFS2 y PFS3. La frecuencia de suplementación no afectó el tiempo de rumia.

El aumento en la frecuencia de suplementación con concentrado en vacas lecheras en pastoreo primaveral modificó el comportamiento alimenticio a través de cambios en el tiempo de pastoreo y tasa de bocados, pero no modificó el consumo total de materia seca.

Palabras clave: vaca lechera, comportamiento alimenticio, pastoreo, consumo.

2. SUMMARY

EVALUATION OF THE INCREASE IN FREQUENCY OF SUPPLEMENTATION WITH CONCENTRATES IN DAIRY COWS IN SPRING GRAZING ON THE VOLUNTARY INTAKE AND INGESTIVE BEHAVIOR

To study the effects of supplementation frequency using concentrate on the voluntary intake and ingestive behavior in dairy cows during spring grazing. The experiment considered twenty eight spring calving Friesan dairy cows, which were assigned to four treatments. They were PFS0, grazing only; PFS2, grazing plus 6 kg/day of concentrate in two ration; PFS3, grazing plus 6 kg/day of concentrate in three ration; PFS4 grazing plus 6 kg/day of concentrate in four ration. The cows were managed under a strip grazing system on an improved permanent pasture with a daily DM/cow/day allowance target of 35 and 40 kg. Two recording of ingestive behavior were made, and the activity was recorded every 10 minutes during 24 hours. The total DM intake was estimated using a controlled release chromic oxide bullet as an indigestible marker.

The supplementation frequency affected the intake, showing significant differences between PFS0 and PFS2 and PFS3 (15,9; 20,8 and 19,9 kg DM/day, respectively). Daily DM pasture intake was not affected by the treatments, although the biting rate showed significant differences between PFS0 and the treatments PFS2 and PFS3 (60, 50 and 54 biting/min, respectively). The substitution rate (0,06; 0,24 y 0,47 kg DM of pasture/kg DM of concentrate, for PFS2, PFS3 and PFS4 respectively) showed higher effect for a higher supplementation frequency, coincident with the lower time dedicated to grazing in the treatments, showing significant differences between PFS0 y the treatments PFS2, PFS3 and PFS4 (521, 454, 459 y 404 min/day, respectively) but without differences between PFS2 and PFS3. The supplementation frequency did not affect the ruminating time.

The increase in frequency of supplementation with concentrates in dairy cows in spring grazing affected the ingestive behavior through changes in the grazing time and biting rate, but had an effect to modify the total dry matter intake.

Key words: Dairy cow, ingestive behavior, grazing, intake.

3. INTRODUCCIÓN

En la X región se encuentra el 11% de las praderas de Chile (alrededor de 1,48 millones de hectáreas), lo que tiene gran importancia debido al desarrollo de sistemas de producción animal (leche y carne) basados en su utilización a pastoreo (Teuber 2001). La producción ganadera del país esta sujeta a grandes fluctuaciones, ya que las praderas no mantienen un crecimiento constante a través del año. Aunque existen variaciones de una zona a otra, por lo general un 60% de la producción de forraje ocurre en los meses de primavera (Soto 1996).

El uso de la pradera para las vacas lecheras da lugar a sistemas de alimentación de bajo costo, porque ésta es la fuente más barata de alimentación (Clark y Kanneganti 1998, Peyraud y Delaby 2001). La producción de leche que se puede obtener de sistemas de pastoreo depende de la cantidad y calidad del forraje disponible, del número y productividad de los animales en el sistema y de la proporción del forraje producido que se consume efectivamente (Holmes 1989, Anrique y Balocchi 1993)

La pradera es capaz de sustentar entre 10 a 20 litros por día durante la lactancia (Leaver 1986). Mayne (1988) indica que ésta sería capaz de sustentar una producción de 27 litros por día en el punto de máxima producción de la lactancia. La pradera bien manejada entrega un alimento de gran calidad para las vacas lecheras, pero son incapaces de sustentar un alto nivel productivo de leche (Leaver 1985, Pulido 1997). Muller (1999) señala que los mayores requerimientos nutricionales de vacas de alta producción no siempre pueden ser satisfechos sólo con la pradera, debido a que los nutrientes que ésta aporta varían durante el año, tanto en calidad como en cantidad.

3.1 ALIMENTACION DEL GANADO LECHERO EN PASTOREO

3.1.1 Consumo a pastoreo.

En pastoreo el consumo parece ser más controlado por el deseo de la vaca por cosechar su alimento que por factores físicos (Mayne y Wright 1988). Es así que Grant y Albright (2000) señalan que el consumo de materia seca es el factor que tiene mayor influencia sobre la producción de leche y los cambios en la condición corporal durante la lactancia. El bajo consumo de pradera ha sido identificado como uno de los factores más limitantes para la producción de leche a pastoreo, especialmente relacionado al manejo de vacas de alta producción (Bargo y col 2003).

Se sugiere que vacas de alta producción, en dietas de sólo pastoreo, sin restricciones de calidad y cantidad, el consumo total de materia seca (MS) puede alcanzar 3,25% y 3,5% del

peso vivo (Leaver 1985, Mayne y Wright 1988). Un aumento en los requerimientos nutricionales del animal es seguido generalmente por un aumento en el consumo voluntario y un aumento en el tiempo de pastoreo (Bao y col 1992).

Se describen tres factores que afectan el consumo de pradera en vacas a pastoreo. El primer son los requerimientos nutricionales de la vaca; el segundo está asociado con la distensión del tracto alimenticio, la cantidad, digestibilidad, tasa de digestión y pasaje del alimento; y el tercero es el límite del potencial de consumo de materia seca de pradera, resultado de la combinación de la pradera y el factor animal, afectando el comportamiento de pastoreo (Hodgson y Brookes 1999). El efecto de llenado del animal, está dado por el nivel de fibra detergente neutro (FDN) presente en la dieta, debido a que ésta tiene bajas tasas de digestibilidad, la cual restringe el consumo de materia seca (National Research Council 2001).

El consumo de pradera ha sido descrito como el producto de:

$$CP = TP \times BM \times TB$$

Donde:

CP: Consumo de pradera (kg MS/día)

TP: Tiempo de pastoreo (min/día)

BM: Tasa de bocado (boc/min)

TB: Tamaño de bocado (g MS/boc)

Todo esto, y en particular el tamaño del bocado es el factor crítico que controla el consumo en pastoreo (Hodgson 1986).

La altura es el factor más importante en el tamaño del bocado, con un gran efecto en la profundidad del bocado más que en el área de bocado (Rook 2000). A medida que la altura de la pradera se incrementa, la tasa de consumo aumenta, disminuyendo así el tiempo de pastoreo (Pulido y Leaver 2001). McWilloway y col (1999) señalan que la altura de la pradera tiene un efecto más significativo sobre el tamaño del bocado que la densidad.

Una pradera alta y densa facilita la captura de una mayor cantidad de forraje por mordisco y por consiguiente existe un menor tiempo de pastoreo (Phillips 1993). Si la disponibilidad aumenta, los animales son más selectivos y consumen un forraje más proteico y energético y con menos fibra que el obtenido por corte de la pradera (Hodgson 1990).

Leaver (1985) plantea que el máximo consumo de materia seca se obtiene con una disponibilidad de pradera entre 45 a 55 g MS/kg de peso vivo o 27 a 33 kg MS/vaca/día para una vaca de 600 kg. Mientras que Bargo y col (2003) en una revisión de varios estudios hechos acerca de la relación existente entre el consumo de materia seca de la pradera y la oferta de pradera encontraron que en el rango de 20 a 70 kg MS/vaca/día como oferta, el consumo aumenta en promedio 0,19 kg/kg de pradera. Baja eficiencia de utilización y deterioro de la calidad de la pradera a alta oferta, hace recomendable ofrecer a los animales dos veces la cantidad que ellos pueden consumir o sea unos 25 kg MS/vaca/día, cuando las vacas también son suplementadas. (Meijs y Hoekstra 1984).

Condiciones de pastoreo sin restricción, alta oferta, implica una baja eficiencia de utilización de la pradera, menor al 50% (McWilloway y Mayne 1996). El uso de altas ofertas de pradera puede deteriorar la calidad de la pradera debido a la gran altura del residuo (Peyraud y Delaby 2001).

3.1.2 Suplementación en pastoreo

Cuando la masa a pastorear por unidad de superficie es baja, la cantidad tomada por mordisco es pequeña y la cantidad de tiempo que el animal emplea para pastorear se convierte en un factor limitante (Peyraud y col 1996). La forma más utilizada para solucionar el problema de baja disponibilidad y/o calidad de la pradera, o por lo menos en parte, ha sido la suplementación con diferentes recursos, tales como forrajes conservados o la suplementación con concentrados (Hodgson 1990).

El objetivo principal de la suplementación a vacas lecheras en pastoreo, es aumentar el consumo total de materia seca y el consumo de energía en comparación con aquel obtenido solo a pradera (Peyraud y Delaby 2001). En sistemas de alta producción en que se requiere un alto nivel de producción animal, los suplementos son a menudo usados para aumentar los niveles de producción sobre aquellos obtenidos en animales consumiendo solo forraje (Pulido 1997). Kelaway y Porta (1993), agregan como objetivos de la suplementación: incrementar la producción de leche por vaca; aumentar la carga animal y la producción de leche por unidad de superficie; mejorar el uso de la pradera a través de mayores cargas animales; mantener o mejorar la condición corporal para mejorar la reproducción; aumentar la persistencia de la lactancia en épocas de limitaciones de la pradera e incrementar el contenido de proteína láctea a través de la suplementación energética.

La suplementación ya sea con concentrado o con forraje disminuye significativamente el tiempo de pastoreo y el consumo a pastoreo (Phillips y Leaver 1985). El consumo de materia seca y energía en las dietas solo a pastoreo es menor comparado con las dietas que reciben suplementación, sin embargo el consumo de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro pueden ser similares. La diferencia en consumo de materia seca más bien parece ser por el contenido energético de la pradera, siendo el mayor factor responsable de la baja ingesta de energía y por lo tanto de una menor producción de leche (Kolver y Muller 1998).

El efecto de la suplementación con concentrado sobre la ingesta de materia seca de forraje, es mediado por el tiempo de pastoreo y la tasa de ingesta (Mayne 1988). Mayores respuestas a la suplementación se pueden encontrar en las vacas de alto merito genético, debido a que estas destinan mayor parte de la suplementación a la producción de leche y una menor proporción a la mantención o recuperación de la condición corporal que las vacas de menor merito genético (Kellaway y Porta 1993).

Cuando las vacas en pastoreo son suplementadas, el consumo de pradera decrece, lo que se conoce como tasa de sustitución. Esta es influenciada por factores como calidad del alimento concentrado, cantidad de pradera ofrecida, digestibilidad de la pradera, propiedades físicas y químicas del concentrado y etapa de lactancia (Kellaway y Porta 1993).

3.1.3 Comportamiento en pastoreo

Las interrelaciones entre comportamiento en pastoreo, condiciones de la pradera y los requerimientos de los animales son complejos y no bien entendidos (Mayne y col 1991). Sin embargo, los estudios de comportamiento en pastoreo son de valiosa ayuda para entender las relaciones entre el animal y la pradera (Arnold 1981).

El comportamiento ingestivo se refiere a una secuencia de actividades que realizan los animales en la obtención de nutrientes para su mantención y productividad, estos son principalmente ingesta, bebida y rumia (Phillips 1993).

El comportamiento en pastoreo esta influenciado por factores del animal como el sexo, el peso vivo, el nivel de producción y la condición fisiológica del animal (Arnold 1981). Welch y Hooper (1988) señalan que también influyen factores del ambiente como el clima, foto periodo, la temperatura y la humedad, los cuales alteran el inicio y el término del pastoreo. La densidad del forraje, calidad y forma del alimento son factores que también afectan el comportamiento en pastoreo, siendo la disponibilidad de alimento, más que su calidad, de suma importancia para los rumiantes.

El patrón de comportamiento de pastoreo en la pradera para los rumiantes, que describen los investigadores, consiste en estar caminando (buscando), detenerse, bajar la cabeza y pastar áreas semicirculares de la pradera dentro del alcanza del cuello y de su cabeza (Hodgson 1986, Urgan 1996).

Existe evidencia que el consumo en pastoreo puede ser limitado por el tiempo disponible para pastorear, rumiar y las otras actividades normales del animal (Hodgson 1990). El tiempo destinado a la masticación diaria (comer y rumiar) está relacionado con la cantidad de fibra detergente neutro en el alimento (Dado y Allen 1995).

El tiempo dedicado a pastoreo es dependiente de la cantidad de forraje consumido y la relativa disponibilidad de pradera (National Research Council 2001). Cuando la masa de pradera por unidad de área es baja, la cantidad de alimento tomado por mordisco es pequeña y la cantidad de tiempo que el animal gasta en pastoreo cada día probablemente se convierte en un factor limitante del consumo (Forbes 1995). Aumento en el tiempo de pastoreo sólo es posible de lograr a expensas del tiempo destinado a descansar, modificando el tiempo para las otras actividades diarias (Phillips 1993).

Existen en promedio tres periodos fundamentales de pastoreo durante el día, uno se lleva a cabo al inicio del amanecer, otro a fines de la mañana, y el otro al finalizar la tarde en el anochecer. Señalando valores promedios para el tiempo de pastoreo de 8,6 horas, y para el tiempo de rumia un promedio de 7,8 horas al día (Hodgson 1990). Phillips (1993) indica que las vacas en ordeña tienen en promedio cinco periodos de pastoreo diario. El primer periodo comienza después del amanecer, seguido de dos o tres periodos intensos entre ordeñas y luego el mayor y más intenso periodo de pastoreo al final de la tarde, comenzado el anochecer. En promedio, casi el 85% del tiempo total destinado por los animales a pastorear ocurre durante el día y solo el 15% en la noche (Albright 1993)

La rumia es un proceso que contribuye a disminuir el tamaño de las partículas, aumenta el peso específico de los forrajes, rompe las membranas impermeables de los tejidos vegetales y aumenta la superficie del forraje accesible para que los microorganismos ruminales se fijen y realicen el proceso digestivo. La rumia se estimula principalmente por partículas ingeridas con una longitud superior a 10 mm, aunque partículas de menor longitud también afectan la rumia (Albright 1993).

El mayor tiempo de rumia ocurre durante las horas de oscuridad, cuando las vacas están echadas, pero existiría un periodo importante durante la tarde (Hodgson 1990). Phillips y Leaver (1985), observaron que la rumia se da principalmente en la oscuridad y además entre periodos de máximo pastoreo.

Hodgson (1990), señala que la rumia diaria tiene un promedio de 7,9 horas al día. Y otros autores señalan que los valores más frecuentes de rumia van entre 5 a 9 horas, ocurriendo alrededor del 50 a 70% de ésta en la noche (Arnold 1981, Dulphy y col 1980).

A medida que se deprime el consumo de pradera el tiempo de rumia decrece, y tiende a aumentar con forrajes más maduros y menos digestibles. Arnold (1981) también señala que el tiempo utilizado en rumia varía de acuerdo a la digestibilidad del forraje entre 1,5 a 10,5 horas al día. El componente del forraje más íntimamente relacionado con el tiempo destinado a la rumia es la fibra detergente neutro. Si se acumula en el rumen el material en espera de ser rumiado o si se limita la rumia, disminuye el consumo en los animales alimentados con forraje (Welch y Hooper 1988)

Las vacas de alta producción comen el mismo número de comidas que vacas de baja producción, la cantidad obtenida por comida es mayor en vacas de alta producción (Dado y

Allen 1995). Las vacas de alta producción tienen mayores tiempos de pastoreo, números de bocados por día y tasa de consumo que vacas de menor producción (Bao y col 1992, Balocchi y col 2002)

3.1.4 Frecuencia de suplementación

En los sistemas pastoriles, sólo se maneja la frecuencia en el suministro del concentrado generalmente durante las ordeñas. Es aceptado que la suplementación con concentrado es fácilmente manejada en los sistemas confinados donde se suministra el alimento diariamente a distinta frecuencia en comederos (Rearte 1997).

Hongerholt y col (1997) señalan que el aumento en la frecuencia de alimentación de las vacas en pastoreo permitiría aumentos en el consumo y mejoramiento de la eficiencia con que el alimento es utilizado, beneficiando 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 en un mayor consumo.

Rearte (1997) señala que aumento en la 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 y de aminoácidos al flujo sanguíneo y a la glándula mamaria de la vaca.

Las variaciones diarias extremas en el pH ruminal pueden ser más dañinas para los microorganismos rumiantes que un pH bajo constante. La frecuencia de alimentación creciente da lugar a menores variaciones diarias (Sutton y col 1986).

3.2 METODOLOGIA DE ESTIMACION DE CONSUMO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO

3.2.1 Estimación del consumo.

En sistemas a pastoreo es importante y difícil cuantificar el forraje consumido. Sin embargo se han desarrollado varios métodos para lograr este objetivo. Las técnicas dependen de los recursos disponibles, la agudeza, precisión y el tipo de estimación requerida (Leaver 1982).

Las técnicas de estimación del consumo pueden ser clasificadas en: técnicas basadas en el animal, y en la pradera (Greenhalgh 1982). La predicción del consumo en ganado a pastoreo en forma individual se basa comúnmente en mediciones del rendimiento fecal. La excreción fecal puede ser estimada por la colección de todas las heces producidas (Cordova y col 1978).

Entre los métodos desarrollados para estimar el consumo de pasto en forma individual durante el pastoreo, aquellos que dependen del uso de marcadores, son de los más aplicados en los estudios de nutrición (Le Du y Penning 1982).

En la metodología en que se utiliza marcador, debe estimarse la cantidad de heces producidas y la digestibilidad del forraje pastoreado, según la ecuación:

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Producción fecal Diaria (kg)}}{(1 - \text{Digestibilidad})}$$

Usando el marcador, la producción fecal diaria puede ser estimada de la siguiente ecuación:

$$\text{Producción fecal diaria} = \frac{\text{Cantidad de marcador dado (g/día)}}{\text{Cantidad de marcador en las heces (g/kg)}}$$

El indicador generalmente es una sustancia que tiene una completa indigestibilidad, inerte y químicamente simple, de fácil identificación y análisis (Greenhalgh 1982).

Curran y col (1967) señalan que el óxido de cromo ha sido utilizado por bastante tiempo como indicador externo de elección para determinar la excreción fecal, en un amplio rango de condiciones. Para conocer la concentración de óxido de cromo en las fecas se emplea el método de espectrofotometría de absorción atómica por su gran simplicidad y rapidez (Wilkinson y Prescott 1970).

Además de la estimación de la producción fecal diaria se debe conocer la digestibilidad de la pradera, utilizando la técnica de digestibilidad *in vitro*. Usando licor ruminal, que es el más difundido y supone dos fases: una digestión durante 48 horas con microorganismos del rumen, seguido de una de digestión durante 48 horas con pepsina y ácido clorhídrico (Tilley y Terry 1963).

3.2.2 Estimación del comportamiento ingestivo.

El consumo diario de pradera por un animal a pastoreo puede ser expresado como el producto de tres variables de comportamiento ingestivo: el tiempo dedicado a pastorear, la tasa de bocado durante el pastoreo y el pasto ingerido por bocado (Hodgson 1982).

El tiempo de pastoreo y la tasa de bocado pueden ser medidos visual y automáticamente (Forbes 1988). Las estimaciones visuales del tiempo de pastoreo son basadas en los constantes registros de las actividades efectuadas por los animales cada 5 ó 10 minutos, teniendo desventajas como ser un trabajo intenso y limitado por la luz diurna (Rook 2000).

El tamaño del bocado se estima por métodos indirectos, debido a que los métodos directos, tales como fístulas esofágicas; tienen un alto costo, conllevan un malestar al animal y alteran el normal comportamiento de los animales (Rook 2000).

3.2.3 Degradabilidad de los alimentos

Los métodos predictivos que estiman la disponibilidad de nutrientes en los alimentos para los bovinos, cada día involucran procedimientos más difíciles y complejos. Estos métodos han mostrado la necesidad de contar con características precisas de la cinética degradativa de las diferentes fracciones del alimento como parte indispensable del proceso de evaluación nutricional de los alimentos (Agricultural and Food Research Council 1993). Muchos estudios señalan que la degradabilidad de la proteína puede variar substancialmente entre y dentro de grupo de alimentos. Por lo tanto, la valoración de la degradabilidad de la proteína es de importancia en la evaluación de la alimentación. (Hvelplund y Weisbejerg 2000).

El principio del método *in situ* es la incubación de muestras pequeñas de alimento en bolsas de fibra en el rumen. Las bolsas tienen poros bastante pequeños, que conservan la muestra de alimento, a su vez bastante grande que permitan que las bacterias entren en las bolsas; debido a las pequeñas cantidades de muestra del alimento incubado no se afecta la fermentación en el rumen del alimento, y se asume que las condiciones dentro de las bolsas son similares a las condiciones del contenido circundante del rumen (Hvelplund y Weisbejerg 2000).

La ecuación exponencial de Orskov y de McDonald (1979) transforma los valores de degradabilidad aparente a degradabilidad efectiva de la proteína, y conduce hoy al uso extenso del método *in situ*. Vinculada a la degradabilidad de la proteína, el método se ha utilizado para examinar la degradabilidad ruminal de la materia seca, materia orgánica, fibra detergente neutro (Stensig y col 1997) y almidón (Tamminga y col 1990). Para evaluar la dinámica de la degradación ruminal y poder calcular posteriormente la degradabilidad efectiva, los promedios de degradabilidad por cada tiempo se ajustan a la función exponencial de Orskov y McDonald (1979).

Dado que el método *in situ* (sin corrección de la tasa de pasaje) sobre estiman los valores de degradabilidad (National Research Council 2001) se calcula la degradabilidad ruminal efectiva al integrar un valor de tasa de pasaje apropiado en relación con el nivel de alimentación y de producción. Esta se estima de acuerdo a la ecuación planteada por Orskov y McDonald (1979).

En el caso de la pradera, la composición del pasto depende de factores como especies, madurez, nivel de fertilización, suelo y tipo de condiciones climáticas, las que en parte pueden influir en las características de su degradabilidad en el rumen (Van Straalen y Tamminga

1990). Von Keyserlingk y col (1996) demostraron que para un rango de forraje, las diferencias encontradas para la fracción soluble de la materia seca, pueden ser atribuidas a diferencias en el contenido de carbohidratos no estructurales. Es posible esperar un menor contenido de tallo en forraje aparentemente consumido con relación al forraje disponible, y por lo tanto, un mayor contenido proporcional de carbohidratos no estructurales (Pulido y Leaver 2000).

3.3 OBJETIVOS

El objetivo de esta Memoria de Título es evaluar el efecto sobre el consumo de pradera, consumo total de materia seca, tiempo de pastoreo, rumia, otras actividades, tasa de bocado y tamaño de bocado en vacas lecheras a pastoreo primaveral sometidas a aumento de la frecuencia de suplementación con concentrado.

3.4 HIPÓTESIS

La hipótesis que se plantea es que el aumento en la frecuencia de suplementación con concentrado modifica el comportamiento alimenticio y el consumo voluntario, en vacas a pastoreo primaveral.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. MATERIAL

4.1.1. Ubicación geográfica

El ensayo se llevó a cabo en el centro experimental Vista Alegre, propiedad de la Universidad Austral de Chile, el que se encuentra ubicado a 6 kilómetros al norte de la ciudad de Valdivia, Provincia de Valdivia, Décima Región de los Lagos, Chile. Las coordenadas geográficas son 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 12 metros sobre el nivel del mar.

4.1.2. Duración del ensayo

El ensayo se realizó durante 65 días, iniciándose el 10 de septiembre de 2004 y finalizando el 19 de Noviembre de 2004. Durante los 15 primeros días del experimento se realizó la adaptación de los animales a las condiciones de manejo y alimentación.

4.1.3. Animales utilizados

Se utilizaron 28 vacas multíparas del genotipo Frisón Negro chileno, pertenecientes a los rebaños lecheros de los predios "Santa Rosa", "Vista Alegre" y "Punahue" de la Universidad Austral de Chile, las que al inicio del ensayo tenían una producción promedio $29,7 \pm 1,94$ L/día, $2,9 \pm 0,48$ lactancias, $502 \pm 18,3$ Kg de peso vivo, $2,3 \pm 0,1$ de condición corporal y $66,8 \pm 4,6$ días posparto al inicio del ensayo.

4.1.4. Praderas

Fueron utilizados 6 potreros con 1,3 hás promedio cada uno, totalizando 7,8 hás. Los potreros estaban constituidos por una pradera permanente mejorada, uniformes en su composición botánica, manejo y edad, ubicadas entre 500 a 700 metros de la sala de ordeña. La composición nutricional de la pradera se muestra en el Cuadro 1

4.1.5. Alimentos concentrados

Fue usado un concentrado peletizado en base a 94% de cebada, 4% afrecho de soya y 2% de melaza, especialmente formulado para el ensayo. La composición nutricional se indica Cuadro 1.

4.1.6. Agua y sales minerales

El agua de bebida se entregó a libre disposición tanto en el potrero como en el patio de espera de la sala de ordeña. Las sales minerales fueron suministradas en el patio de espera.¹

4.2. MÉTODOS

4.2.1 Desarrollo experimental y tratamiento

Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cuatro grupos de 7 animales cada uno, según sus características productivas. Cada vaca fue identificada por el número de autocrotal asignado por el predio y un collar de un determinado color según el grupo.

Se evaluaron cuatro tratamientos, cada grupo identificados con la siguiente nomenclatura:

PFS0: Solo Pastoreo, sin suplementación.

PFS2: Pastoreo, más 6 kg de concentrado, entregados con una frecuencia de dos raciones iguales al día de 3 kg, durante las ordeñas diarias.

PFS3: Pastoreo, más 6 kg de concentrado, entregados con una frecuencia de tres raciones iguales al día de 2 kg, dos durante ambas ordeñas diarias y una tercera ración ofrecida en comederos individuales dispuesto en un potrero a las 12:00 horas.

PFS4: Pastoreo, más 6 kg de concentrado, entregados con una frecuencia de cuatro raciones iguales al día de 1,5 kg, dos durante ambas ordeñas diarias y la tercera y cuarta ración ofrecidas en comederos individuales dispuestos en un potrero a las 12:00 horas y 20:30 horas, respectivamente.

4.2.2. Manejo y alimentación de los animales

Los animales fueron manejados en un sistema de pastoreo rotativo, asignándoles una superficie de pradera repartida en dos franjas al día, mediante el uso de cerco eléctrico. Cada franja se ofreció después de cada ordeña. Para determinar el ancho de cada franja se midió la disponibilidad por hectárea de pradera previo al pastoreo mediante la determinación de una ecuación que establece una correlación entre altura de la pradera, con la disponibilidad real de MS/ha. La disponibilidad fluctuó entre 35 y 40 kg MS/vaca/día con un coeficiente de regresión del 89,9%. Estimada por la siguiente ecuación:

$$Y = 110,99 x - 83,79$$

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

Para efectuar la estimación de la superficie de pradera a entregar a cada tratamiento se realizaron 100 mediciones en forma de zig-zag, 3 veces a la semana, en el sector prepastoreo y postpastoreo lo que permitió obtener los kilogramos de materia seca a ofrecer en la franja y que materia seca de pradera quedó como residuo. Se consideró una altura de residuo igual o mayor a 10 cm, evitando con ello, que la disponibilidad y la altura fueran factores limitantes en el consumo voluntario de materia seca. La ecuación del residuo tuvo un coeficiente de regresión de 79,4%, y se indica a continuación:

$$Y = 79,158 x + 313,19.$$

Las raciones de concentrado se pesaron diariamente con una balanza electrónica, guardándose individualmente en bolsas plásticas identificadas con la cantidad (1,5; 2,0 y 3,0 kg) de concentrado correspondientes a cada tratamiento. El concentrado fue ofrecido como lo señala el punto 4.2.1.

4.2.3 Comportamiento

El comportamiento alimenticio fue determinado en dos oportunidades por medio de estimación visual por 24 horas continuas, con registros cada 10 minutos de acuerdo a la metodología de Penning y Rutter (2004). En cada tratamiento, las vacas fueron identificadas con un número correlativo en cada flanco, visible a distancia. Las actividades evaluadas fueron anotadas en una pauta previamente diseñada para tal efecto (Anexo 1). En está, se registraron las siguientes actividades: parada (Pa), echada (E), bebiendo (B), rumiando echada (RE), rumiando parada (RP), pastoreando (P), caminando (Ca) y comiendo concentrado (CC).

La tasa de bocado se obtuvo por medio de estimación visual. Las observaciones se hicieron inmediatamente posterior a la ordeña, por un tiempo de 60 segundos en cuatro repeticiones durante el pastoreo. Si el tiempo transcurrido entre bocados era superior a 15 segundos la medición fue anulada e iniciada nuevamente.

4.2.4 Consumo de alimento y tasa de sustitución

El consumo de materia seca se estimó utilizando óxido de cromo (Cr_2O_3), como marcador indigestible. El suministro de Cr_2O_3 fue por medio de cápsulas de liberación lenta controlada de cromo, entregadas una vez durante el ensayo, realizado mediante la utilización de un lanza bolos. La liberación diaria de Cr_2O_3 fue de 1,7 g/día, de acuerdo a lo señalado por el fabricante (Capter “Chrome” controlled release capsules, Nufarm Health and Sciences)

Luego de siete días de suministrada la cápsula de oxido de cromo, se realizó la recolección del material fecal, antes de cada ordeña por 14 días. Se recolectaron en fresco y se almacenaren en bolsa plásticas, individualizando el número de la vaca y el día de recolección.

Las muestras diarias fueron congeladas y posteriormente mezcladas, y así obtener una muestra compuestas de cada vaca para el período del ensayo.

La técnica para medir el consumo fue la de producción fecal por la digestibilidad de la materia seca de la dieta, descrita por Le Du y Penning (1982). El consumo de concentrado se calculó pesando el concentrado ofrecido menos el rechazado. El consumo de pradera se estimó por medio de la diferencia entre el consumo total menos el consumo de concentrado.

El cálculo de la tasa de sustitución para los grupos suplementados, se efectuó según la siguiente relación:

$$TS: \frac{1 - (\text{Consumo MS tratamiento sin supl.} - \text{Consumo MS tratamiento con supl.})}{(\text{Consumo MS del suplemento})}$$

4.2.5 Análisis de las muestras

Las muestras de los alimentos y material fecal obtenidas durante el ensayo fueron analizados en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile.

Semanalmente fueron tomadas muestras de concentrado, pradera ofrecida (muestreada a ras de suelo) y pradera aparentemente consumida (muestreada a la altura del residuo). Esta última se recolectó durante el periodo de estimación del consumo.

El contenido de materia seca (MS) se determinó mediante el horno de ventilación a 60°C por 48 horas y estufa a 105°C por 12 horas. (Bateman 1970).

La proteína cruda (PC) se determino por medio del método de Micro Kjeldahal (N x 6.25) (Bateman 1970). Las cenizas totales (CT) se determinaron por combustión a 550°C por 5 minutos (Bateman 1970).

La fibra detergente neutro (FDN) se determinó por el método de Van Soest y col (1991), por digestión en detergente neutro.

La fibra detergente ácido (FDA) fue determinada por la metodología de digestión con detergente ácido (AOAC 1996).

Por medio de análisis proximal metodología de Bateman (1970) fue determinado el extracto etéreo (EE).

La energía metabolizable (EM) se determino a partir de la ecuación descrita por Garrido y Mann (1981):

$$EM \text{ (Mcal/kg)} = 0,297 + 0,0325 * D\%$$

Donde D % corresponde al porcentaje de materia orgánica digestible contenida en la materia seca, determinada *in vitro* con licor ruminal. El análisis se basa en la metodología descrita por Goering y Van Soest (1972).

La concentración de óxido de cromo en las materia fecal se mide por el medio de espectrofotometría de absorción atómica (Bateman 1970).

3.2.6 Degradabilidad de los alimentos

En la evaluación de la degradabilidad ruminal se utilizaron muestras de concentrado y de pradera aparentemente consumida. La muestra de pradera para evitar el proceso de descomposición y mantener sus características estables fueron congelada, picada hasta alcanzar el tamaño de partícula similar al material masticado (Barrell y col 2000) con una maquina eléctrica (Kenwood modelo Chef). La muestra de concentrado fue molida utilizando un molino de martillo (Wiley), para obtener un tamaño de partícula homogéneo de 2 mm de diámetro.

En la incubación se usaron bolsas de dacrón de 12 cm de largo por 5 cm de ancho para el concentrado y 22 cm de largo por 11 cm de ancho para la pradera, con tamaño de poros de 43 μm . En cada bolsa previa identificación, se colocaron muestras con aproximadamente 5 g de MS. El proceso de degradación intrarruminal para los dos tipos de muestra, tuvo los siguientes tiempos de incubación: 0, 2, 4, 8, 16, 24 y 48 horas, además incluyo un tiempo de incubación de 72 horas para la pradera.

Las bolsas fueron introducidas dentro del rumen en tres vacas Frison Negro, fistuladas. Luego de la incubación en los tiempos correspondientes, las bolsas fueron retiradas del rumen y lavadas en lavadora con agua fría por 5 minutos sin centrifugar. Se hizo un mínimo de tres repeticiones por cada tiempo en cada vaca. Las bolsas de hora cero fueron sometidas al mismo procedimiento de lavado que los otros tiempos de incubación. Posterior al lavado, fueron secadas en un horno a 60°C por 48 horas y pesadas, para obtener por diferencia la materia desaparecida. En los residuos de las bolsas se determino: materia seca, proteína cruda, cenizas totales y fibra detergente neutro, usados para calcular la tasa de desaparición de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda y fibra detergente neutro.

Para evaluar la dinámica de la degradación ruminal y calcular posteriormente la degradabilidad efectiva, los promedios de degradabilidad por cada tiempo se ajustaron a las ecuaciones propuestas por Orskov y McDonald (1979):

$$Y = a + b (1 - \exp^{-c \cdot t})$$

Donde, Y = fracción degradada en el tiempo t

a = fracción soluble.

b = fracción potencialmente degradable.

c = tasa fraccional de degradación de la fracción b .

t = tiempo de fermentación.

a+b = degradabilidad potencial o extensión de la fermentación.

Además se calculo la degradabilidad efectiva de acuerdo a la siguiente ecuación (Orskov y McDonald 1979):

$$DEf = a + (b \cdot c) / (c + r)$$

Donde, DEf = degradación ruminal efectiva.

a, b, c = son las constantes de la función dinámica degradativa.

r = tasa fraccional de pasaje desde el rumen.

Se considero una tasa de pasaje (r) del alimento por el rumen de 0,06/h, para vacas lecheras de alta producción de acuerdo a lo propuesto por Agricultural and Food Research Council (1993)

3.2.7 Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño experimental fue aleatorio continuo utilizando medidas repetidas. Los datos del comportamiento alimenticio y del consumo voluntario se evaluaron en un análisis de varianza (ANDEVA) mediante el programa estadístico MINITAB (1998).

El modelo estadístico fue: $y_{ijkl} = \mu + T_i + C_{ij} + P_k + TP_{ik} + e_{jkl}$.

Donde:

y_{ijkl} : variables dependientes

μ : intercepto general;

T_i : el efecto fijo del tratamiento;

C_{ij} : el efecto fijo de la vaca;

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} : error residual.

5. RESULTADOS

5.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Cuadro 1. Composición química del concentrado y de la pradera aparentemente consumida por vacas lecheras en pastoreo primaveral sin suplementación (PFS0) y suplementadas con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

Variables	Concentrado	Pradera	
		aparentemente consumida	ofrecida
	X ± DE	X ± DE	X ± DE
Materia seca MS (%)	87,7 ± 0,4	16,2 ± 1,9	18,7 ± 3,1
Cenizas totales CT (%)	3,1 ± 0,1	9,5 ± 0,5	8,4 ± 1,5
Proteína cruda PC (%)	13,3 ± 0,5	21,6 ± 1,4	18,7 ± 3,1
Extracto etéreo EE (%)	3,5 ± 0,2	2,15 ± 0,2	2,8 ± 0,7
Energía metabolizable EM (Mcal/kg)	3,1 ± 0,1	2,8 ± 0,05	2,8 ± 0,1
Fibra detergente neutro FDN (%)	23,2 ± 2,2	51,3 ± 5,9	50,1 ± 4,1
Fibra detergente ácida FDA (%)	6,3 ± 0,04	25,9 ± 1,6	26,8 ± 1,8
Carbohidratos no estructurales CNE (%)	56,9 ± 0,9	15,5 ± 6,6	19,8 ± 2,0

$$\text{Carbohidratos no estructurales (CNE)} = 100 - (\text{PC} + \text{EE} + \text{FDN} + \text{CT})$$

En el cuadro 1 se muestra la composición nutricional del concentrado y de la pradera utilizada durante el ensayo. Se puede observar en la pradera aparentemente consumida un bajo aporte de materia seca (16,2%) y alto de proteína cruda (21,6%). El concentrado amiláceo entregó niveles de energía de 3,1 Mcal/kg y bajos niveles de FDN, de acuerdo a sus ingredientes.

La digestibilidad de la pradera y concentrado consumidos por las vacas durante el ensayo arrojó los valores promedio de 89,5% para el concentrado y 77,6% para la pradera.

5.2 DEGRADABILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Cuadro 2. Constantes degradativas de la materia seca estimadas para el concentrado y la consumida por vacas lecheras en pastoreo primaveral sin suplementación (PFS0) y suplementadas con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

Alimento	Constantes degradativas de la materia seca				DEF
	a (%)	b (%)	a+b (%)	c	g/kg MS
Concentrado	35,8	44,1	79,9	0,220	70,5
Pradera aparentemente consumida	40,9	51,4	92,3	0,073	69,2
	Constantes degradativas de la proteína				DEF
	a (%)	b (%)	a+b (%)	c	g/kg PC
Concentrado	-4,0	75,9	71,9	0,290	58,9
Pradera aparentemente consumida	54,2	42,3	96,5	0,143	84,0
	Constantes degradativas de la FDN				DEF
	a (%)	b (%)	a+b (%)	c	g/kg FDN
Concentrado	23,3	28,5	51,8	0,142	43,3
Pradera aparentemente consumida	7,7	79,6	87,3	0,063	48,6

a, fracción soluble; b, fracción potencialmente degradable; a+b, extensión de la fermentación; c, tasa de degradación de la fracción b.

En el cuadro 2 se muestra la degradabilidad del concentrado y la pradera durante el ensayo. Los valores corresponden al porcentaje de las constantes degradativas planteadas según la ecuación de Orskov y McDonald (1979). En la pradera las constantes degradativas muestran una alta solubilidad inicial (a), en especial de la proteína y en general altos valores de fracción potencialmente degradable (b) de los nutrientes.

En el concentrado se observó una alta solubilidad inicial (a) de la materia seca y alta degradabilidad potencial de la proteína cruda.

5.3 MANEJO DE LA PRADERA

Cuadro 3. Manejo de la pradera con vacas lecheras en pastoreo primaveral sin suplementación (PFS0) y suplementadas con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

Variables	Tratamiento				X ± DE
	PS0	PFS2	PFS3	PFS4	
Carga animal (vacas/ha)	-	-	-	-	3,6
Presión de Pastoreo (kg MS/vaca/día)	-	-	-	-	36,7 ± 9,3
Área (m ² /vaca/día)	-	-	-	-	115 ± 32,7
Altura promedio prepastoreo (cm)	-	-	-	-	30 ± 6,1
Disponibilidad (kg MS/ha)*	3253	3199	3303	3235	3248 ± 679,1
Altura promedio postpastoreo (cm)	15	15,8	16,7	15,7	15,8 ± 2,1
Residuo (kg MS/ha)**	1500	1563	1637	1557	1564 ± 163,8
Eficiencia de utilización (%)	53,8	51,1	50,4	51,8	51,8 ± 10,3
-	Datos no calculados				
*	Ecuación de disponibilidad prepastoreo		Y= 110,99 x – 83,79		
**	Ecuación de disponibilidad postpastoreo		Y= 79,158 x + 313,19		

La carga animal correspondió a 3,6 vacas por hectárea, manteniendo una disponibilidad diaria de pradera por vaca promedio de 36,7 kg MS/vaca/día durante el ensayo, valores que estuvieron dentro del rango planteado en los objetivos del ensayo (35 a 40 kg MS/vaca/día).

El área correspondiente por vaca fue de 115 m² promedio y la disponibilidad promedio por hectárea de pradera promedio para el ensayo fue de 3248 kg MS/ha, con una eficiencia de utilización promedio de 51,8 %. Del mismo modo la altura postpastoreo fue de 15,8 de acuerdo a lo que se había propuesto, para no limitar el consumo de materia seca.

5.4 CONSUMO DE MATERIA SECA

Cuadro 4. Consumo de alimentos en vacas lecheras en pastoreo primaveral sin suplementación (PFS0) y suplementados con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

Variables	Tratamiento				Valor P
	PFS0	PFS2	PFS3	PFS4	
Consumo de pradera (kg MS/día)	15,9a	15,6a	14,6a	13,4a	0,2
Consumo de concentrado (kg MS/día)	-	5,26	5,26	5,26	-
Consumo total de MS (kg MS/día)	15,9a	20,8b	19,9b	18,7ab	0,03
Consumo en relación al peso vivo (%)	3,2a	3,9b	3,8b	3,6b	0,01
Tasa de sustitución (kg MS pradera/kg MS concentrado)	-	0,06	0,24	0,47	-
Tasa de suplementación (kg MS total/Kg MS concentrado)	-	0,94	0,76	0,53	-
Consumo total de FDN (kg FDN/día)	8,1a	9,2a	8,7a	8,1a	0,41

Valores con letra distinta, dentro de cada línea, presentan diferencias estadísticas significativas. - Datos no disponibles.

En el cuadro 4 se presentan los consumos de materia seca de pradera y de concentrado y el consumo total. Se puede observar que el consumo de pradera de los cuatro tratamientos no presentó diferencias significativas. Por su parte, el consumo total de materia seca, el grupo PFS0 mostró diferencias significativas con respecto a los grupos PFS2 y PFS3 y fue igual con PFS4. En los grupos suplementados a diferentes frecuencias no se evidencian diferencias significativas en el consumo total de materia seca.

La tasa de sustitución aumenta en los tratamientos suplementados al aumentar la frecuencia de suplementación.

5.5 PATRÓN DIARIO DE COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO EN PASTOREO.

Cuadro 5. Comportamiento de pastoreo, rumia y tasa de bocado en vacas lecheras a pastoreo primaveral, sin suplementación (PFS0) y suplementados con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

Actividad	Tratamiento				Valor P
	PFS0	PFS2	PFS3	PFS4	
Pastoreo (min/día)					
Día	411a	391a	381a	337b	0,004
Noche	110a	63b	78b	67b	0,002
Total	521a	454b	459b	404c	0,001
Rumia (min/día)					
Día	240	214	215	256	0,074
Noche	251	301	290	285	0,063
Total	491	515	505	541	0,179
Caminando (min/día)	42a	41a	55b	61c	0,001
Otras actividades (min/día)	386a	430a	421a	433a	0,452
Tasa de bocado (boc/min)	60a	50b	54b	60a	0,001
Bocados diarios (boc/día)	31391a	22995b	24605b	24335b	0,002

Valores con letra distinta, dentro de cada línea, presentan diferencias estadísticamente significativas.

El cuadro 5, muestra los tiempos destinados por las vacas en los distintos tratamientos de acuerdo a sus actividades de comportamiento alimenticio. El tiempo de pastoreo fue mayor en las vacas sin suplementación que las suplementadas, donde PFS0 pastorearon entre 117 a 62 minutos más al día que en los otros grupos. Los tratamientos suplementados PFS2 y PFS3, tuvieron un mayor tiempo de pastoreo que PFS4 ($P < 0,05$).

El tiempo destinado en otras actividades y de rumia total no mostró diferencias entre tratamientos ($P > 0,05$) aunque se obtuvo una tendencia ($P = 0,07$) a destinar menos tiempo a rumiar durante la noche en el grupo sin suplementación. La tasa de bocado fue significativamente mayor ($P < 0,05$) en los tratamientos PFS0 y PFS4 (60 boc/min) que para PFS2 y PFS3.

5.6 CICLOS DE COMPORTAMIENTO DIARIO

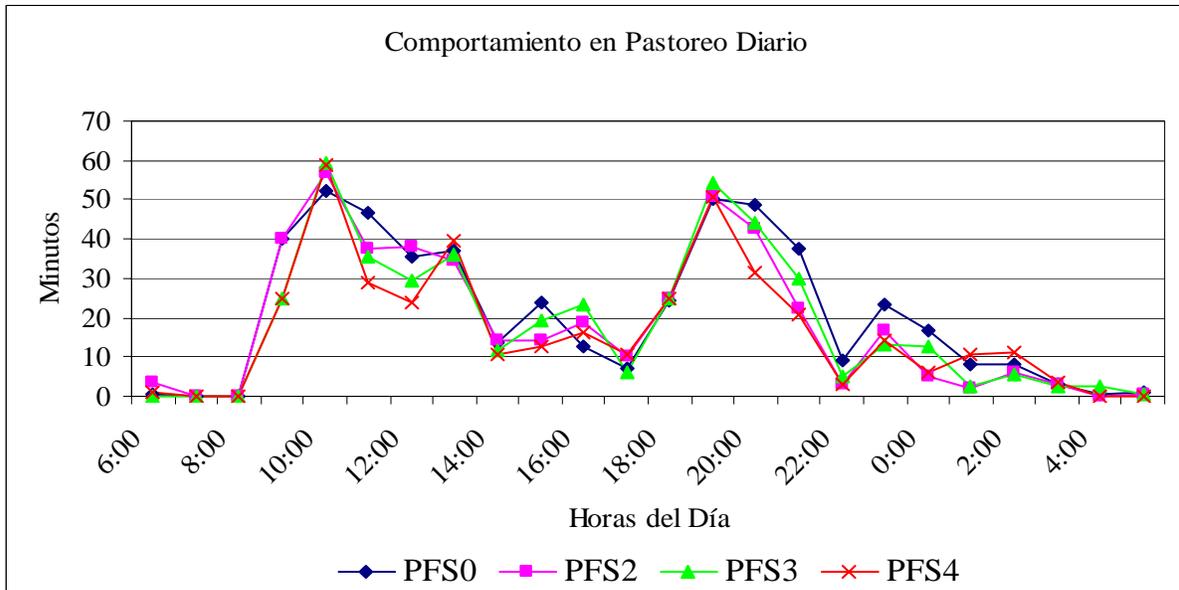


Figura 1. Distribución de ciclos de pastoreo diario en vacas lecheras a pastoreo primaveral sin suplementación (PFS0) y suplementados con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

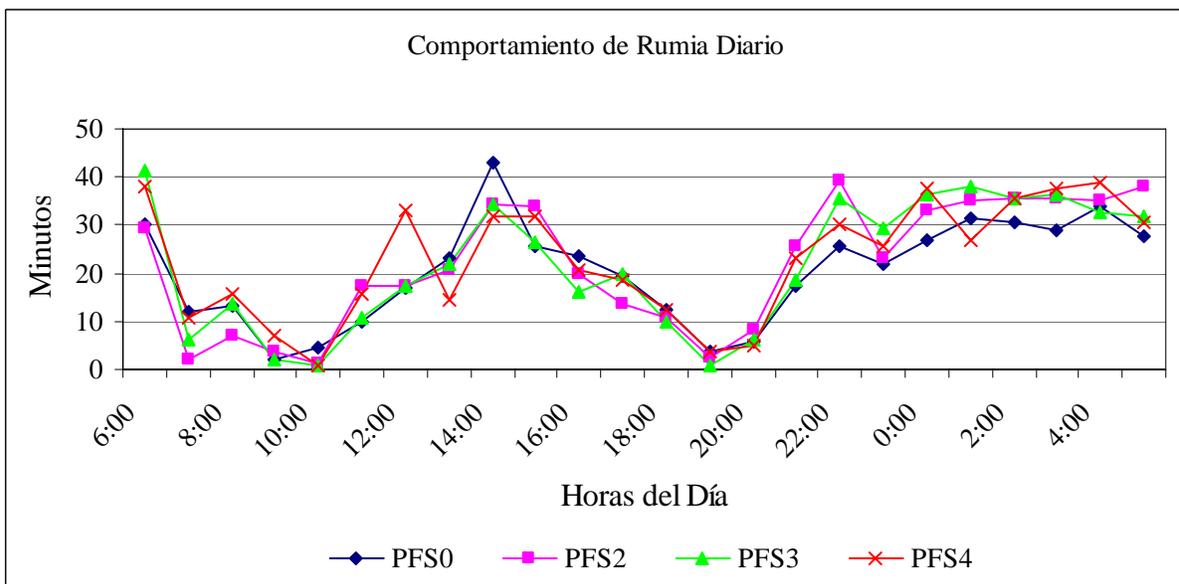


Figura 2. Distribución de ciclos de rumia diario en vacas lecheras a pastoreo primaveral sin suplementación (PFS0) y suplementados con concentrado dos (PFS2), tres (PFS3) y cuatro (PFS4) veces al día.

En la figura 1 y 2 se aprecian los ciclos de comportamiento alimenticio para los distintos tratamientos, en que se ve un patrón similar de pastoreo y rumia. También destacan los cinco pick de pastoreo durante el día, destacando los posteriores a la ordeña, en que se generan los mayores tiempos de consumo, así como la alternancia de pastoreo y rumia en la conducta alimenticia de vacas lecheras a pastoreo, durante el transcurso del día.

6. DISCUSIÓN

6.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD Y DEGRADABILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Según lo indicado por Clark y Kanneganti (1998) las praderas de clima templado que se mantienen con un manejo de pastoreo adecuado, presentan una composición nutricional primaveral caracterizada como: 18 a 24% de MS, 40 a 55% de FDN, 18 a 25% de PC y 2,5 a 2,9 Mcal/kg de MS de EM. Comparativamente las praderas utilizadas en el ensayo (Cuadro 1) se encuentran dentro de los valores antes planteados a excepción del porcentaje de materia seca, que se encuentra bajo el rango.

Las praderas utilizadas durante el ensayo presentan valores superiores en los porcentajes de materia seca, energía metabolizable y proteína cruda, a valores referenciales para la Provincia de Valdivia obtenidos por Fondo de Investigación Agropecuaria (1995), que encontraron en praderas permanentes fertilizadas de la Región de los Lagos durante la primavera, concentraciones de 15,2% de MS; 2,5 Mcal/kg de EM y 17,8% de PC.

La pradera aparentemente consumida mostró valores promedios similares (2,8 Mcal/kg de MS; 51,3% de FDN y 25,9% FDA) a los obtenidos por Felmer (2003) e Hinostroza (2003) y un mayor aporte de proteína, quienes realizaron un ensayo de suplementación en pastoreo primaveral en el Centro Experimental Vista Alegre en 2003. En anteriores ensayos con similares condiciones de manejo los aportes nutritivos de las praderas muestran resultados menores (Fernández 1999 y Balocchi y col 2002).

Las condiciones climáticas durante el ensayo permitieron un crecimiento de la pradera favorable, presentándose una temperatura media de 12,3°C y agua caída de 200 mm para el periodo de ensayo.²

La degradabilidad de la MS del forraje aparentemente consumido por las vacas (Cuadro 2), mostró altos valores de fracción soluble a tiempo cero (40,9%), que produjo una degradabilidad potencial máxima de un 92,3%. Al respecto Van Vuuren y col (1991) informaron que con *Lolium perenne* a comienzos de primavera, altos valores de la fracción

² Instituto de Geociencias 2004. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal

soluble, se encontraron asociados con bajos tenores de FDN y un aumento en la proporción de hoja/tallo. Von Keyserlingk y col (1996) demostró que para un rango de forraje, las diferencias encontradas para la fracción soluble de la MS, pueden ser atribuidas a diferencias en el contenido de FDN de alta degradabilidad. La dinámica degradativa del FDN para la fracción potencialmente degradable, arrojó valores de 79,6 %, sugiriendo que el FDN presenta una gran disposición para ser degradado, siendo ampliamente utilizado por los microorganismos ruminales.

Con respecto a la PC, una alta fracción soluble y degradabilidad efectiva fueron encontradas (54,2% y 84,0 g/kg de PC, respectivamente), evidenciando un contenido proteico de alta degradabilidad, característico de una pradera con una gran proporción de hojas en relación a tallos (Pulido y Leaver 2000). En el anexo 6 se pueden observar las curvas degradativas de los nutrientes de la pradera.

En relación al concentrado usado como suplementación, cuyo alimento base correspondió a un 94% de cebada, 4% afrecho de soya y 2% de melaza, cuyo aporte nutricional presento características acordes para un concentrado amiláceo, y similares al concentrado amiláceo utilizado por Hinostroza (2003), quien suplemento 6 kg de concentrado por animal dos veces por día, en igual época de pastoreo.

Los parámetros degradativos coinciden con lo reportado por Agricultural and Food Research Council (1993) para concentrados amiláceos. La degradabilidad efectiva de la materia seca y la proteína cruda (70,5 g/kg MS y 58,9 g/kg PC) se encuentran de acuerdo con lo descrito para un concentrado amiláceo con materias primas similares, como los obtenidos por Sayers y col (2003). Se debe considerar que dichos parámetros son de difícil comparación, en virtud de las metodologías aplicadas tanto en la preparación de los alimentos, animales utilizados, condiciones ruminales, tipo de lavado, entre otras. La degradabilidad de los nutrientes del concentrado por hora, se detalla en el anexo 7.

6.2 CONSUMO DE MATERIA SECA

La carga animal (Cuadro 3) correspondió a 3,6 vacas por hectárea, manteniendo una disponibilidad diaria de pradera promedio por vaca de 36,7 kg MS/vaca/día, valores que estuvieron dentro del rango planteado en los objetivos del ensayo (35 a 40 kg MS/vaca/día). La disponibilidad de pradera por hectárea de 3248 kg MS/ha, significo una eficiencia de utilización de 51,8 %, la cual es baja para un sistema de pastoreo intensivo, pero que cumple con los requisitos necesarios para un consumo de pradera sin restricción (Leaver 1985). Lo anterior encuentra concordancia con lo planteado por McWilloway y Mayne (1996), quienes señalan que al no restringir la disponibilidad de pradera, implica obtener una baja eficiencia de utilización (inferior a 50%) lo que permite que se pueda expresar la máxima capacidad de consumo.

En el cuadro 4 se observa que los animales suplementados dos, tres y cuatro veces por día (PFS2 PFS3 y PFS4), no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el consumo de pradera con respecto al tratamiento solo a pastoreo (PFS0), no respondiendo a lo indicado por Kellaway y Porta (1993), que señalan que se debieran encontrar mayores ingestas de pradera en tratamientos solo a pastoreo, debido a que en tratamientos suplementados existiría un efecto de sustitución de pradera por concentrado.

En el tratamiento solo a pastoreo (PFS0) el consumo de materia seca por vaca fue en promedio de 15,9 kg MS/vaca/día, representando el 3,2% del peso vivo de los animales. Dicho valor se encuentra dentro de lo descritos por Leaver (1985) que indico que en condiciones solo a pastoreo el consumo de pradera está normalmente por debajo del 3,2% del peso vivo. Sin embargo más recientemente autores como Kolver y Muller (1998) y Bargo y col (2002) obtuvieron consumos de un 3,4% del peso vivo en tratamientos sin suplementación, con vacas de alto merito genético.

El consumo de materia seca total en PFS2, PFS3 y PFS4 no mostró diferencias significativas entre tratamientos, lo que indicaría que la frecuencia de suplementación no modifica el consumo total de materia seca. Al respecto Gibson (1984) señala que en experimentos con frecuencia de suplementación en vacas en confinamiento, los resultados fueron contradictorios, encontrando aumentos estadísticamente significativos en el consumo de materia seca en algunos ensayos y en otros estudios sólo evidencias numéricas.

También, en este ensayo el consumo de materia seca total de los animales que fueron suplementados cuatro veces por día (PFS4) y el tratamiento sin suplementación (PFS0) no fue significativamente mayor, posiblemente debido al menor tiempo de pastoreo de PFS4 ($P < 0,05$).

La tasa de sustitución promedio para todos los tratamientos fue de aproximadamente 0,25 kg de pradera por kg de concentrado entregado, y solo el tratamiento PFS4 registro una tasa dentro de los rangos indicados por Kellaway y Porta (1993), quienes señalan que la tasa de sustitución fluctúa entre 0,3 y 0,9 kg de pradera/kg de concentrado. Los bajos valores no son esperables en este tipo de ensayo en el cual la oferta de pradera fue *ad libitum* (Leaver 1985). Pudiendo explicarle por las características de la pradera que mostró un baja degradabilidad efectiva. Por otra parte, la mayor tasa de sustitución del grupo PFS4 con respecto a PFS2 se debería a que el grupo con mayor frecuencia de suplementación presento menos horas de pastoreo disponible ($P < 0,05$) y a la tendencia a tener un menor consumo de materia seca de pradera y total.

6.3 COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO

El tiempo de pastoreo mostró diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, siendo el tratamiento no suplementado, el que dedicó mayor tiempo a dicha actividad (521

min/día). Se encontraron diferencias de 67, 62 y 117 minutos menos de pastoreo de los tratamientos PFS2, PFS3 y PFS4 con respecto a PFS0, lo que concuerda con que el efecto de suplementación, disminuye el tiempo de pastoreo señalado por Phillips y Leaver (1885).

Para los tratamientos suplementados dos, tres y cuatro veces por día, la disminución en el tiempo de pastoreo fue 11,1; 10,3 y 19,5 minutos por cada kilogramo de concentrado ingerido. Los tratamientos PFS2 y PFS3 concuerdan con los resultados descritos por Pulido (1997) y Bargo y col (2003), quienes reportaron que el tiempo de pastoreo es reducido en 12 minutos por cada kilogramo de concentrado ingerido. En PFS4 la reducción mayor en el tiempo de pastoreo, se debería en parte al mayor tiempo destinado a caminar de este grupo, donde la actividad sacar los animales del potrero para llevarlos al comedero y así lograr un aumento de la frecuencia de suplementación, produce efecto inverso en el tiempo de pastoreo. Lo anterior se explica por la disminución en el tiempo de pastoreo total y el pastoreo diurno que mostró el tratamiento que fue suplementado con una frecuencia de cuatro veces por día, ($P < 0,001$). En este sentido Phillips (1993), señala que las vacas lecheras de alta producción sólo pueden lograr mayores tiempos de pastoreo a expensas de sacrificar el tiempo dedicado a otras actividades, lo que para Pulido (1997), en general las vacas son reticentes en realizar esta compensación, debido a que existen pocas actividades que se pueden sacrificar y además que estas cumplen un papel importante dentro del comportamiento de los animales en pastoreo.

Las tasas de bocados fueron de 60, 50, 54 y 60 bocados por minuto para PFS0, PFS2, PFS3 y PFS4 respectivamente, y están dentro de los rangos descritos por Hodgson (1986) que señala que van desde 20 a 66, siendo esta última descrita como, la mayor para vacas en pastoreo. Cabe destacar la similar tasa de bocado encontrada entre el tratamiento sin suplementación y el tratamiento suplementado cuatro veces al día, que fueron mayores que PFS2 y PFS3, lo que indicaría que el tratamiento con mayor frecuencia de suplementación trato de compensar el menor tiempo de pastoreo ($P < 0,011$), aumentando la tasa de bocado a una velocidad de recolección similar a las vacas sin suplementación, para no disminuir su consumo de pradera.

Del total de tiempo destinado por los animales para obtener su alimento, el tratamiento sin suplementación, realizó el 21,2% del pastoreo durante la noche, a diferencia de los tratamientos suplementados que solo el 13,8; 17 y 16,6% del tiempo total de pastoreo (PFS2, PFS3 y PFS4 respectivamente), fue realizado en las horas de oscuridad. Los resultados encontrados no concuerdan con Balocchi y col (2002) e Hinostroza (2003) a quienes, el mayor tiempo de pastoreo total registrado por las vacas sin suplementación ocurrió durante el día. Erlinger y col (1990), señalaron que vacas lecheras en una pradera anual en Gran Bretaña pastorean 20 a 30% del tiempo total de pastoreo en la noche, destacando que el largo del día influye notoriamente en el tiempo de pastoreo nocturno.

En la figura 1 se puede apreciar que existe un patrón diario de pastoreo que se desarrolla en los cuatro tratamientos, con intensos periodos posteriores a las ordeñas y escaso

pastoreo nocturno. La influencia que produce la ordeña en los ciclos de pastoreo es marcada, señalado por Phillips y Leaver (1986), que luego de la ordeña existe una gran actividad de pastoreo, siendo el de la tarde el de mayor intensidad. En este ensayo se pueden apreciar cinco ciclos diarios, los dos más importantes posterior a la ordeña, otro ciclo que se produce al término de la mañana, uno antes de la ordeña de la tarde y un último ciclo a la media noche.

En la actividad de rumia total no hubo diferencias significativas, entre los tratamientos suplementados, presentando respuestas similares a las encontradas por Balocchi y col. (2002) e Hinostroza (2003). Sin embargo, los tratamientos suplementados PFS2, PFS3 y PFS4 presentaron una tendencia ($P < 0,07$) a dedicar mayor tiempo a rumiar durante día y noche, que el no suplementado. Se destaca que estos grupos presentaron mayor consumo de materia seca total, lo que el aumento en la actividad de rumia se explicaría por este motivo.

El patrón de rumia diario desarrollado por las vacas en general fue similar para los cuatro tratamientos, como se puede apreciar en la figura 2, apreciando que los ciclos de rumia sucedieron después de cada ciclo de pastoreo. Un primer ciclo se produjo a partir del medio día hasta las horas de ordeña de la tarde y un segundo ciclo que comenzó alrededor de las 21:00 de la noche luego del ocaso y se mantuvo relativamente constante durante toda la noche prolongándose hasta el amanecer. Cabe señalar que los animales mientras se encontraban en el patio de espera de la sala de ordeña, se mantuvieron en un alto número rumiando paradas. Hodgson (1986), señaló que la rumia es generalmente nocturna, con la vaca echada, pero asevera que también existe un ciclo importante durante la tarde aproximadamente a las 15:00 horas, la cual sería coincidente con este ensayo.

Los tratamientos suplementados muestran un mayor porcentaje de rumia echadas vinculada a horas de la noche; representando más del 60% del tiempo de rumia total al día (8,5; 8,4 y 9,0 horas para los grupos suplementados). Diferente es el caso del tratamiento sin suplementación que realizó en proporciones iguales tanto la rumia echada como parada y correspondió a un tiempo total de rumia de 8,1 horas al día, como se aprecia en los anexos 2, 3, 4 y 5 que muestran la distribución porcentual de las actividades de las vacas por tratamiento.

En todos los tratamientos, la suma del tiempo dedicado a pastorear y rumiar representó más del 60% del tiempo diario, siendo de 70,2; 67,2; 66,9 y 63,7% respectivamente. En el cuadro 5 se puede observar que la actividad de pastoreo es mayor que la actividad de rumia sólo en el tratamiento sin suplementación, en los tratamientos suplementados se observa una relación inversa produciéndose mayor tiempos de rumia a medida que la frecuencia de suplementación aumenta (35, 35 y 37%). Para los cuatro tratamientos el patrón diario de comportamiento, muestra que el tiempo de pastoreo y rumia, coincide con lo señalado por (Phillips, 1983 y Hodgson, 1990).

6.4 CONCLUSIONES

En las condiciones realizadas de este experimento se pueden señalar las siguientes conclusiones:

1. El consumo de pradera y total de materia seca, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos a diferentes frecuencias de suplementación.
2. El tiempo destinado al pastoreo disminuye por efecto de aumentar la frecuencia de suplementación con concentrado.
3. El tiempo de rumia así como el tiempo destinado a otras actividades, no se ve afectado al aumentar la frecuencia de suplementación con concentrado.
4. El aumento en la tasa de bocados en los animales con frecuencia de suplementación de cuatro veces, es un mecanismo para compensar el menor tiempo dedicado para pastorear.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural and Food Research Council AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford: CAB International.
- Albright JL. 1993. Feeding behaviour of dairy cattle. *J Dairy Sci* 76, 485-498.
- Anrique R, O Balocchi. 1993. Aspectos que determinan la respuesta a la suplementación de animales en pastoreo. *SOCHIPA Serie simposios y Compendios 1*, pp 33-50.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1996. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- Arnold GW. 1981. Grazing behaviour. En: Morley FF(ed). *World Animal Science. B-1 Grazing animals*. Pp 79-104. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. Holanda.
- Balocchi O, R Pulido, J Fernandez. 2002. Comportamiento del pastoreo en vacas con y sin suplementación con concentrado. *Agricultura Técnica Chile* 62, 87-98.
- Bao J, PS Giller, JJ Kett. 1992. The effect of milk production level on grazing behaviour of friesian cows under variable pasture conditions. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 31, 23-33.
- Bargo F, LD Muller, JE Delahoy, TW Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation on high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J Dairy Sci* 85, 1777-1792.
- Bargo F, LD Muller, ED Kolver, TW Cassidy. 2003. Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Am J Dairy Sci* 86, 1-42.
- Barrell LG, Burke JL, Attwood GT, Brookes IM, Waghorm GC. 2000. Preparation of fresh forages for incubation and prediction of nutritive value. *Proceeding of the New Zeland Society of Animal Production* 60, 5-8.
- Bateman J. 1970. Nutricion Animal. Manual de métodos analíticos. Herrero (ed). *Centro regional de Ayuda Técnica*. Pp 468. México DF, México.

- Clark DA, VR Kanneganti. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. En: Cherney JH y Cherney DJ (eds). *Grass for Dairy Cattle*. Pp 331 CAB International. Oxfor. U.K.
- Cordova FJ, JD Wallace, RD Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: a review. *J Range Manage* 31, 430-438.
- Curran MK, JR Leaver, EW Weston. 1967. A note on the use of chromic oxide incorporated in feed to estimate output in ruminants. *An Prod* 9, 561-563.
- Dado R, M Allen. 1995. Intake limitation, feeding behaviour, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary for fibre or inert bula. *J Dairy Sci* 78, 118-133.
- Dulphy JD, B Remond, M Theries. 1980. Ingestive behaviour and related activities. En: Ruckebush Y, Thivend P (eds) *Ruminants. British grassland society*. Winter meeting December. Grassland planning. London. England. Pp 1-12.
- Erlinger L, DR Tolleson, CJ Brown. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. *J Anim Sci* 68, 3578-3587.
- Felmer EF. 2003. Efecto de la suplementación con dos tipos de carbohidratos alternativos en el concentrado sobre el comportamiento ingestivo, en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Memoria de Titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Fernández J. 1999. Comportamiento ingestivo de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Fondo de Investigación Agropecuaria FIA. 1995. Composición de alimentos para el Ganado de la Zona Sur. En: FIA (eds) *Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria*. Pp 13-40. Ministerio de Agricultura. Chile.
- Forbes JM. 1988. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behaviour in grazing animals. *J Anim Sci* 66, 2369-2379.
- Forbes JM. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International. Wollingford. UK. Pp 353.

- Garrido O, E Mann. 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.
- Gibson JP. 1984. The effects of frequency of feeding on milk production of dairy cattle an análisis of Publisher results. *Anim Prod* 38, 181-189.
- Goering HK, PJ Van Soest. 1972. Forage fiber Analysis. U.S.D.A. *Agric. Handbook N° 21*. Pp 21- 30. ARS-USDA: Washington DC.USA.
- Grant RJ, JL Albright. 2000. Feeding behaviour. En: D’Mello JP (ed). *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. Pp 365–382. CABI Publishing. New York.
- Greenhalgh JF. 1982. An introduction to herbage intake measurements. En: Leaver J D (ed). *Herbage intake handbook*. Pp 1-10. The British Grassland Society. UK.
- Hinostroza GA. 2003. Efecto del tipo de carbohidratos en el concentrado sobre el consume y comportamiento ingestivo, en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Hodgson J. 1982. Ingestive behaviour. En: Leaver J D (ed). *Herbage intake handbook*. Pp 113-138. The British Grassland Society. UK.
- Hodgson J. 1986. grazing behaviour and herbage intake. En Frame J (ed). *Grazing occasional Symposium N° 19*. British Grassland Society, pp 51-64
- Hodgson J. 1990. *Grazing management: Science into practice*. En: Logman (ed) Pp 25- 36 Handbooks in Agriculture. Essex. England.
- Hodgson J, IM Brookes. 1999. Nutrition of grazing animals. En: White J and Hodgson J. (eds) *Pasture crop science*. Pp 98-117. Oxford University Press. Auckland. N.Z.
- Holmes W. 1989. Grass. Its production and utilization. En: Holmes (ed) Pp 130-172. Oxford Blackwell publications. London. England.
- Hongerholt DD, LD Muller, DR Buckmaster. 1997. Evaluation of a mobile computerized grain feeder for lactating cows grazing grass pasture. *J. Dairy Sci* 80, 3271-3280.
- Hvelplund T, MR Weisbjerg. 2000. *In Situ* Technique for the estimation of protein degradability and postrumen availability. En: Givens DJ, E Owen, Axford RF, Omed HM (eds) *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Pp 233-258. CAB International.
- Kellaway R, S Porta. 1993. Feeding concentrate supplements of dairy cows. *Dairy Research and Development Corporation*. Melbourne. Australia.

- Kolver ES, LD Muller. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci* 86, 610:621.
- Le Du YL, PD Penning. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. En: Leaver JD (ed). *Herbage intake handbook*. Pp 77–93. British Grassland Society. Oxford.U.K.
- Leaver JD. 1982. An Introduction to Herbage Intake Measurements. En: Leaver JD (ed). *Herbage intake handbook*. Pp 1- 10. British Grassland Society. Oxford. U.K.
- 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. En: Frame J (ed) *Grazing. British Grassland Society Occasional Symposium N° 19*, Great Malvern, Great Britain, pp 79-87.
- Mayne CS. 1988. Grassland management grazing. *Agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hilborough Milk production. Occasional Symposium N° 16*, pp 25-34.
- Mayne CS, IA Wright. 1988. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow. En: Garnsworthy PC (ed). *Nutrition and Lactation in the dairy cow*. Pp 208-294. Butterworths. London. England.
- Mayne CS, A Reeve, M Hutchinson. 1991. Grazing. En: Thomas C, Reeve A and Fisher G. (ed) *Milk from Grass*. Pp 53-71. Billingham Press Limited. Cleveland.
- McWilloway DA, A Cushnahan, AS Laidlaw, CS Mayne, DJ Kilpatrick. 1999. The relationship between lever of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass Forage Science* 54; 116-126.
- McWilloway DA, CS Mayne. 1996. The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. *Recent Advances in Animal Nutrition* 8, 135-169.
- Meijs JA, JA Hoekstra. 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass and Forage Sci* 39, 59-66.
- Muller L. 1999. Programa de suplementación de vacas lecheras de alto potencial genético en pastoreo. En: Latrille L. (ed). *Producción Animal*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Pp 1-19. Chile.

- National Research Council NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington.D.C.
- Orskov ER, I McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agric Sci Camb* 92, 499-503.
- Owen FN, CF Hanson. 1992. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *J Dairy Sci* 75, 2605-2617.
- Penning PD, Rutter SM. 2004. Ingestive behaviour. En: Penning PD (ed.) *Herbage Intake Handbook*. Pp 151-175. British Grassland Society.
- Peyraud JL, EA Comeron, M Wade, G Lemarie. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animals factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Ann Zootech* 45, 201-217.
- Peyraud JL, L Delaby. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. En: Garnsworthy PC, Wiseman J (eds). *Recent Advances in Animal Nutrition*, Pp 203 Nottingham University Press, UK.
- Phillips CJ, JD Leaver. 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. Offering hay to dairy cows at high and low stocking rates. *Grass and Forages Sci* 40, 183-192.
- Phillips CJ. 1993. *Cattle Behaviour*. Pp 189. Farming Press Books. Ipswich. U.K.
- Pulido R. 1997. Interaction of pasture conditions, concentrate supplementation and milk yield level in relation to dairy cow performance and behaviour. *Tesis Doctoral*, University of London.
- Pulido R, J Leaver. 2000. Degradabilidad ruminal del forraje disponible en las praderas y el aparentemente consumido por vacas lecheras. *Pesq Agropec Bras* 35, 1003- 1009.
- Pulido R, J Leaver. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level, and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stoked dairy cows. *Grass and Forage Sci* 56, 57-67.
- Rearte D. 1997. Sistemas de producción de leche basados en praderas permanentes. *Serie de simposios y compendios N°5*. Pp 38-51. SOCHIPA.
- Rook AJ. 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. En: Hopkins A (ed). *Gras, its production and utilization*. Pp 229-241. Third edition. Blackwell science. Oxpord. U.K.

- Sayers HJ, CS Mayne, CG Bartram. 2003. The effect of level and type of supplement offered to grazing dairy cows on herbage intake, animal performance and rumen fermentation characteristics. *J Anim Sci* 76, 439-454.
- Soto P. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. En: Ruiz N. (ed.). *Praderas para Chile*. Pp 109-138. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago. Chile.
- Stensig A, WM Van Straalenet, VA Hindle, WA Wensik, FM Dooper, RL Schils. 1997. Rumen degradation and intestinal digestion of grass and clover at two maturity levels during the season in dairy cows. *Grass and Forage Sci* 49, 378-390.
- Sutton JD, IC Hart, WH Broster, RJ Elliott, E Schuller. 1986. Feeding frequency for lactating cows: effects on rumen fermentation and blood metabolites and hormones. *Br J Nutr* 56, 181-192.
- Tamminga S, AM Van Vuuren, CJ Van der Koelen, RS Ketelaar, PL Van der Togt. 1990. Ruminant behavior of structural carbohydrates, non structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. *Netherlands J Agric Sci* 38, 513-526.
- Teuber N. 2001. Énfasis en el establecimiento de praderas permanentes. *Seminario de praderas. Hacia un nuevo estilo productivo*, Serie de actas N° 09, Instituto de investigación Agropecuaria, Chile, pp 15- 20.
- Tilley JM, RA Terry. 1963. Two-stages techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. *J Brit Grassl Soc* 18, 104-111.
- Titgemeyer EC. 1997. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *J Anim Sci* 75, 2235-2247.
- Urgan ED. 1996. Ingestive behaviour and diet selection. En: Hodgson J, Illius AW (eds). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. Pp 253-286. CAB INTERNATIONAL. Oxford. U.K.
- Van Soest PJ, JB Robertson, BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74, 3583-3597.
- Van Straalen WM, S Tamminga. 1990. Protein degradation of ruminant diets. En: Wiseman J, Cole DJ (eds). *Feedstuff evaluation*. Pp 55-72. London.

- Van Vuuren AM, S Tamminga, RS Ketelaar. 1991. *In sacco* degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. *J Agric Sci* 116, 429-436.
- Von Keyserlingk MA, ML Swift, R Puchala, JA Shelford. 1996. degradability characteristics of dry matter and crude protein of forages in ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 57, 291-311.
- Welch JG, AP Hooper. 1988. Ingestion de alimentos y agua. En: Church D (ed). El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Pp 117-126. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza. España.
- Wilkinson JM, JH Prescott. 1970. The use of chromic oxide in the measurement of individual feed in cattle fed on silage and barley. *An Prod* 12,71-80.

8. ANEXOS

Anexo 1. Planilla utilizada para registrar el comportamiento durante el ensayo.

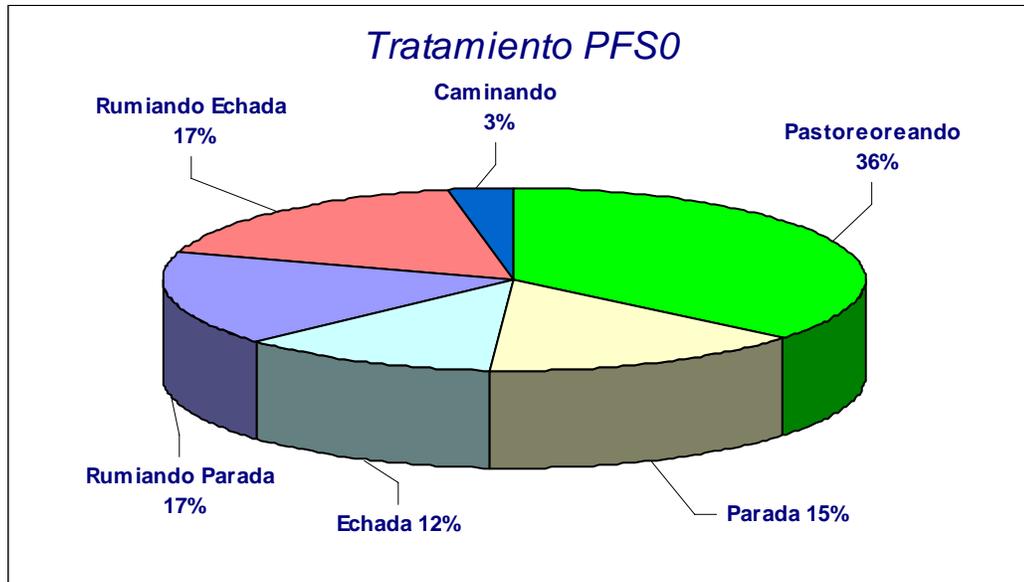
Fecha: _____

	Autocrotal	Nº	_0:00	10	20	30	40	50
Sin marca		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
Naranjas		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
Azules		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
Verdes		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						

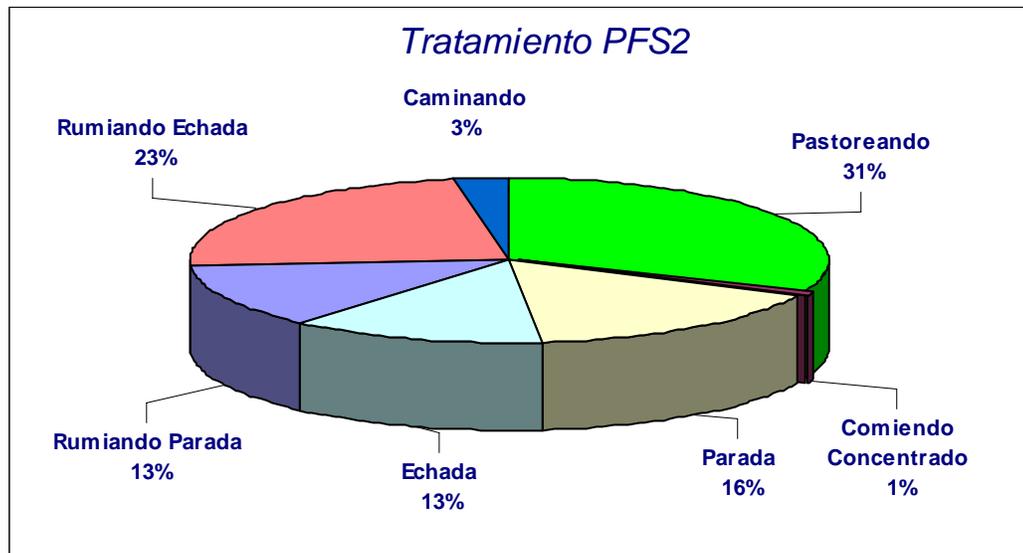
Observador: _____

C	Comiendo	E	Echada	B	Bebiendo
Cc	Comiendo Concentrado	RP	Rumiando Parada	Ca	Caminando
P	Parada	RE	Rumiando Echada		

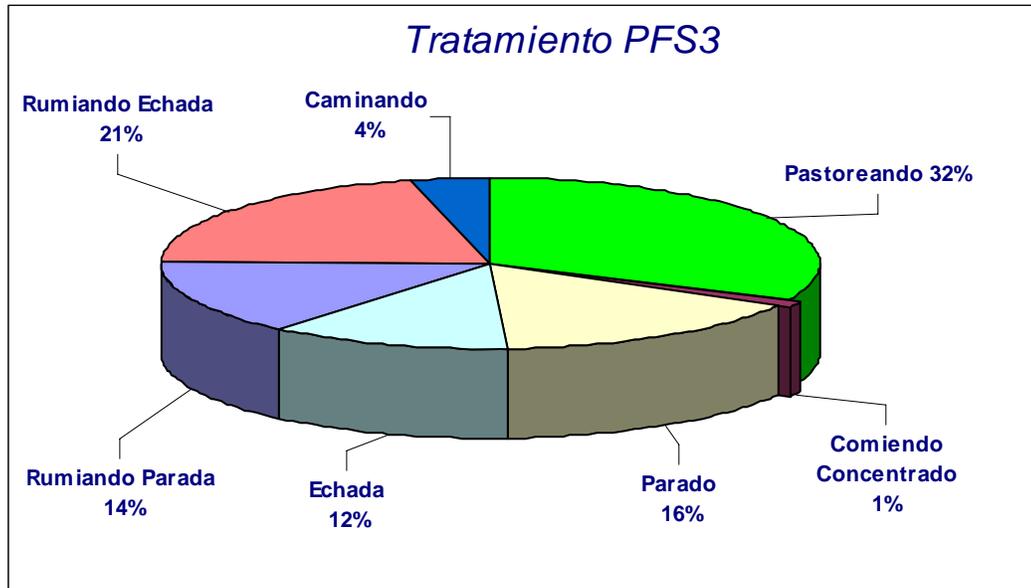
Anexo 2. Etograma de vacas del tratamiento sin suplementación



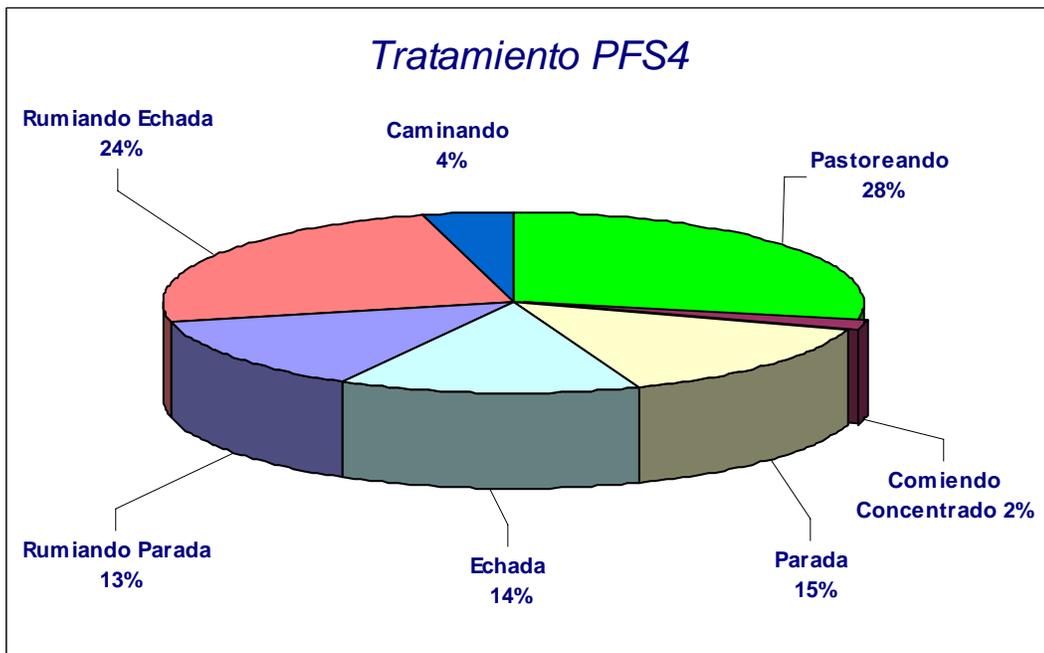
Anexo 3. Etograma de vacas del tratamiento con suplementación dos veces al día.



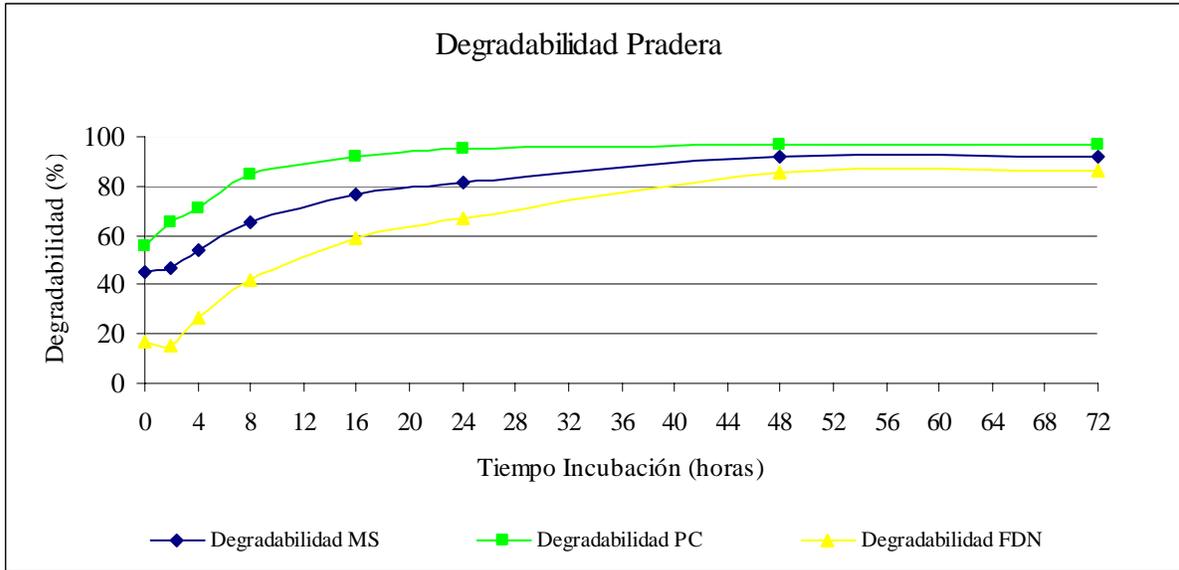
Anexo 4. Etograma de vacas del tratamiento con suplementación tres veces al día.



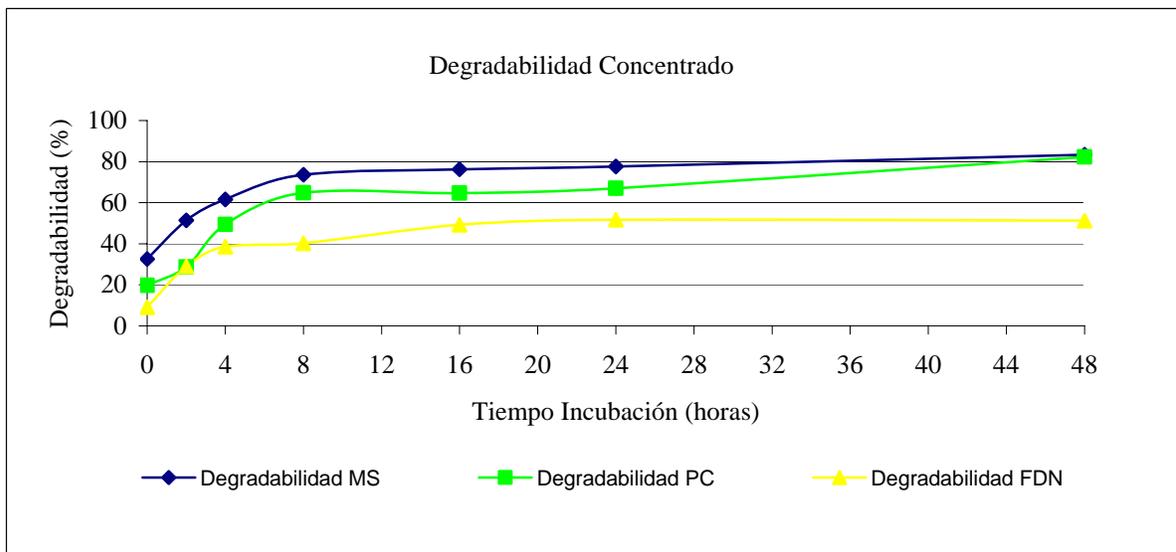
Anexo 5. Etograma de vacas del tratamiento con suplementación cuatro veces al día.



Anexo 6. Curva de degradación de los nutrientes de la pradera aparentemente consumida.



Anexo 7. Curvas de degradación de los nutrientes del concentrado.



9. AGRADECIMIENTOS

Al llegar a los pasos finales de esta etapa, quiero agradecer antes que nada al Señor de la Historia, quien hizo posible mi desarrollo personal y profesional, colocando en estos años a personas que participaron de este camino y que marcarán lo que será el futuro que se avecina.

En primer lugar, quiero agradecer la confianza depositada y el apoyo, brindado por mi profesor patrocinante Dr. Rubén Pulido, en todas las etapas de elaboración de esta memoria de título.

Al Laboratorio de Nutrición Animal, encabezado por la señora Rita Fuchslocher, por la siempre constante amabilidad de su personal y la disponibilidad de su infraestructura para llevar a cabo los procedimientos requeridos.

Agradecer al personal del fundo “Vista Alegre”, Don Erico Benavides y Luis Benavides, por su invaluable colaboración en el manejo de los animales y toma de muestras.

A Pricila Lemarie y Roberto Muñoz, compañeros tanto de carrera como de la etapa experimental del proyecto, por la colaboración prestada en la preparación de esta tesis y el apoyo personal brindado.

Finalmente a mi familia, padres y hermano, por los valores, el afecto, apoyo y comprensión entregados durante toda mi vida, que harán de mí, una mujer agradecida y perseverante ante mi futuro.