

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE ZOOTECNIA

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON DOS TIPOS DE CARBOHIDRATOS
ALTERNATIVOS EN EL CONCENTRADO SOBRE EL COMPORTAMIENTO
INGESTIVO, EN VACAS LECHERAS EN PASTOREO PRIMAVERAL.**

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

EDUARDO FELIPE FELMER REVECO

VALDIVIA-CHILE

2003

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. RUBEN PULIDO F.

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. JORGE CORREA S.

Nombre

Firma

Dr. WOLFGANG STHER W.

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN:

11 de Agosto de 2003

A Mi Familia

INDICE

	PAGINA
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS	12
5. RESULTADOS	17
6. DISCUSIÓN	24
7. BIBLIOGRAFÍA	29
8. ANEXOS	35
9. AGRADECIMIENTOS	39

1. RESUMEN

Doce vacas del genotipo Frisón Negro Chileno fueron asignadas en un diseño de cuadrado latino de 3 x 3, donde se consideraron 3 tratamientos, 3 períodos y cuatro cuadrados, con 21 días por periodo. El objetivo del ensayo fue estudiar el efecto de la suplementación con dos fuentes distintas de carbohidratos, sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras a inicio de lactancia en pastoreo primaveral. Los tratamientos estudiados fueron: 1) SP, sólo pastoreo; 2) CF, pastoreo, más 6 kg/día de concentrado rico en fibra (89% coseta de remolacha mas 11% afrecho de soya) y 3) CA, pastoreo más 6 kg/día de concentrado rico en almidón (90% cebada más 10% afrecho de soya). Las vacas fueron suplementadas dos veces al día durante cada ordeña y manejadas en una pradera permanente mejorada con un sistema de pastoreo en franja, manteniendo una disponibilidad de entre 35-40 kg MS/vaca/día. En la última semana de cada periodo se midió el comportamiento ingestivo en pastoreo mediante determinación visual, con mediciones cada 10 minutos por 24 horas y tres veces al día se registró la tasa de bocado. La estimación del consumo de materia seca se realizó utilizando Cr₂O₃ (óxido de cromo) como marcador indigestible.

La suplementación con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado, no afectó el consumo total de materia seca entre CF y CA, siendo significativo solamente entre CA y SP (23,5 y 19,7 kg MS/día, s.e.d.= 0,84, respectivamente). El consumo de pradera no presentó diferencia entre tratamientos con suplementación (16,2 y 18,3 kg MS/día, s.e.d.=0,84, para CF y CA respectivamente). La tasa de sustitución de pradera por concentrado fue menor para CA (0,27 kg de pradera/kg de concentrado) que para CF (0,67 kg de pradera/kg de concentrado). El tiempo total dedicado a pastorear no presentó diferencias entre tratamientos, correspondiendo a 562, 510 y 507 minutos al día (s.e.d.=30,74) para SP, CF y CA, respectivamente. El tiempo de rumia fue mayor para CA que para SP y CF. No se encontraron diferencias significativas para las tasas de bocado entre tratamientos (65,9; 63,7; 63,9 para SP, CF y CA, respectivamente).

Palabras clave: vaca lechera, comportamiento ingestivo, pastoreo.

2. SUMMARY

Twelve spring calving Friesian dairy cows were assigned in a 3x3 Latin Square design, with three treatments, three periods and four squares per treatment, and 21 days per period were considered. The objective of this experiment was study the effect of supplementation with two different sources of carbohydrates, on the grazing behaviour and herbage intake. The treatments studied were: 1) SP, only-grazing; 2) CF, grazing plus 6 kg/d of a high-fibre concentrate (89% ground sugar-beet pulp plus 11% soyhulls); and 3) CA, grazing plus 6 kg/d of a high-starch concentrate (90% ground barley plus 10% soyhulls). The cows were supplemented twice a day during each milking and managed under a strip grazing system on an improved permanent pasture, with an allowance target of 35-40 kg of dry matter/cow per day. In the last week of each period an individual measurement of grazing behaviour was carried out, and the activities were recorded every ten minutes during 24 hours observation and the biting rate registered three times a day. Total dry matter intake was stimated using Cr₂O₃ (chromic oxide) as an indigestible marker.

Supplementation with two different types of carbohydrate in the concentrate, did not affect the total dry matter intake for treatments CF and CA, however there was a significant difference between CA and SP (23.5 and 19.7 kg DM/day respectively). Supplementation type had no effect on herbage intake (16.2 and 18.3 kg DM/day, for CF and CA, respectively). Substitution rate was lower for CA (0.27 kg pasture/kg of concentrate) than for CF (0.67 pasture/kg of concentrate). Total grazing time showed no differences among treatments, with 562, 510 and 507 minutes per day (s.e.d.=30.74) for SP, CF and CA, respectively. The ruminating time was higher for CA, than SP and CF. No significant difference were found for biting rate among treatments (65.9; 63.7 and 63.9 for SP, CF and CA, respectively).

Key words: dairy cow, ingestive behaviour, grazing.

3. INTRODUCCION

Chile cuenta con 5.047.324 hectáreas de praderas, de las cuales sólo el 17% del total nacional son destinadas a la producción de leche (Balocchi, 1999a). 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). Balocchi (1999b) señala que, la característica fundamental de los sistemas lecheros desarrollados en la Xª Región y sus ventajas comparativas con otras zonas del país, es el uso prioritario de las praderas en forma de pastoreo directo en la alimentación del ganado. En estos sistemas, la producción es dependiente en gran medida del consumo y calidad del forraje disponible, el uso de alimentos suplementarios y la productividad de los animales utilizados (Peyraud y col., 1997).

3.1. PRODUCCION DE LECHE CON PRADERA COMO UNICO ALIMENTO

Según Holmes (1989), la producción de leche exclusivamente a pastoreo presenta una gran variabilidad, ya que depende de la calidad, disponibilidad de la pradera y del potencial productivo de los animales. La composición nutricional de la pradera en la zona sur cambia permanentemente a lo largo del año, especialmente en primavera en que el crecimiento de las plantas es más rápido (FIA-UACH, 1995). Muller (1999), indica que durante el año se aprecian cambios considerables en los niveles de proteína cruda, degradabilidad de la misma, niveles de carbohidratos y tipos de carbohidratos en las praderas. Muchas veces en primavera la alta digestibilidad de la pradera conduce a altas producciones de leche, pero aún así, la vaca debe incurrir en movilizar sus reservas grasas para sustentar estos requerimientos energéticos (Phillips, 2000).

Es así como Leaver (1986) señala que la pradera es capaz de sustentar entre 10 a 20 l/día durante la lactancia, mientras que Mayne (1988) indica que ésta sería capaz de producir 27 l/día al peak de lactancia. Sin embargo, es poco probable que una vaca sólo a pastoreo de alta calidad, tenga por más de unas pocas semanas, producciones por sobre 25lt. (Phillips, 2000). Si bien, con un apropiado manejo la pradera puede ser de alta calidad durante el periodo de pastoreo (Holden y col, 1994), la pradera como dieta única no posee la cantidad de nutrientes requeridos para vacas de alta producción (Kolver y Muller, 1998).

En Chile, en estudios realizados en la provincia de Valdivia (Beck y Pessot, 1992), señalan que es posible obtener producciones de 21,5 l/día y 24,5 l/día en vacas lactantes de parto de otoño y primavera respectivamente en buenas condiciones de pastoreo en primavera. De la misma forma Hargreaves y col (2001) obtuvieron producciones entre 21,4 y 24,3 l/día para vacas en pastoreo primaveral con distintas cargas animal por hectárea en la zona de Osorno.

3.2. CONSUMO DE MATERIA SECA

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 (Grant y Albright, 2000). 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; Phillips, 2000; McGilloway y Mayne, 1996).

El consumo de materia seca es uno de los factores más estudiados en el ganado lechero, para así poder determinar los máximos potenciales y optimizar el consumo de pradera. Leaver (1985) sugirió que vacas de alta producción, en dietas de sólo pradera, pueden llegar a presentar un consumo total de MS (materia seca) de 3.25% del peso vivo. Mayne y Wright (1988) por su parte, estimaron que sin restricciones de cantidad y calidad de pradera, el consumo de MS de vacas de alta producción puede alcanzar 3.5% del peso vivo. Bajo distintas condiciones de pastoreo, Kolver y Muller, (1998) indican que vacas al inicio de la lactancia alimentadas sólo con ballicas inglesas de alta calidad en primavera, consumieron 19,1 Kg de MS o 3,4 % de su peso vivo al día.

Roseler y col (1997) determinó, mediante una base de datos que contemplaba 241 vacas Holstein de alta producción, la importancia relativa de los factores que determinan de mayor forma el consumo de materia seca. Estos son: la producción de leche (45%), alimentación y manejo (22%), peso vivo (17%), clima (10%) y condición corporal (6%).

Hodgson y Brookes (1999) describen tres factores que afectan el consumo de pradera (MS) en vacas a pastoreo. El primer factor son los requerimientos nutricionales de la vaca; el segundo factor esta 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. Aparentemente las necesidades energéticas son las responsables del consumo de alimento, por lo que el consumo en vacas lecheras es impulsado por la producción de leche diaria (NRC, 2001). Según el NRC (2001), el efecto de llenado del animal, está dado principalmente por el nivel de fibra detergente neutra (FDN) presente en la dieta, debido a que ésta tiene bajas tasa de digestibilidad, la cual restringe el consumo de materia seca.

Los animales de elevado potencial productivo tienen una ingesta más altas en cualquier pradera que los animales de potencial inferior (Hodgson, 1990; Kennedy y col., 2003). Sin embargo, alcanzarán un déficit de nutrientes más rápidamente a medida que las características de la pradera se limitan y en consecuencia, su escasez de nutrientes será siempre mayor (Hodgson, 1990). Por lo tanto, la energía será la primera limitante nutricional para vacas lecheras de alta producción que consumen praderas de alta calidad como único alimento, por ello las vacas de alta producción a pastoreo necesitan energía suplementaria para alcanzar su potencial genético (Kolver y Muller, 1998; Muller y Fales, 1998). Para lograr el potencial productivo de dichos animales se requeriría de mayores niveles de consumo de

materia seca, por lo que el uso de suplementos es una estrategia para incrementar el consumo de materia seca y de energía, para así expresar dicho potencial (Phillips, 1993).

Dentro de los factores de la pradera que afectan el consumo voluntario, el nivel de reducción de altura de la pradera influencia marcadamente el consumo diario de materia seca, principalmente porque se reduce el consumo de materia seca por mordisco (Phillips y Leaver, 1986; McGilloway y col., 1999). La ingesta de pradera y el rendimiento del animal comienzan a caer especialmente, cuando la altura de la pradera cae por debajo de los 8 a 10 cms de altura, siendo ésta la altura crítica en sistemas de pastoreo rotativo (Hodgson, 1990; Phillips, 2000). A medida que la altura de la pradera se incrementa, la tasa de consumo aumenta, disminuyendo así el tiempo de pastoreo (Gibb y col., 1997; Pulido y Leaver, 2001). Gibb y col. (1999) en un estudio realizado comparando vacas en lactancia y vacas secas, con distintos niveles de disponibilidad de pradera, señalan que las vacas tanto lactantes como secas compensan la reducción de la tasa de consumo, incrementando el tiempo total de pastoreo y el número total de mordiscos por día. Además, observaron que las vacas destinaron mayor cantidad de tiempo a pastorear en sacrificio del tiempo de rumia.

Diversos investigadores (Dalley y col., 1999; Stockdale, 1985) han reportado que el consumo de MS de pradera está íntimamente relacionado con la disponibilidad de ésta. 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; FIA-UACH, 1995). La relación entre el consumo de MS de pradera y la disponibilidad de la misma, ha sido descrita como asintótica (Dalley y col., 1999; Peyraud y col., 1996). Sin embargo, no se conoce con precisión qué disponibilidad de pradera es requerida para maximizar el consumo de MS. Leaver (1985) propuso que el máximo consumo de MS 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. Los valores encontrados en diversos trabajos señalan mucha variación encontrándose disponibilidades de entre 20 y 70 kg MS/vaca/día como óptima para el máximo consumo, esto se puede deber a los distintos tipos de animales y niveles productivos de estos (Bargo y col., 2003). En trabajos realizados con vacas de alta producción (Bargo y col., 2002), el consumo de MS de vacas lecheras no suplementadas aumentó de 17.7 kg/d o 2.9% del peso vivo a 20.5 kg/día o 3.4% del peso vivo cuando la disponibilidad de pradera aumentó de 25 a 40 kg MS/vaca/día.

3.3. SUPLEMENTACION EN PASTOREO

El objetivo principal de la suplementación a vacas lecheras en pastoreo, es aumentar el consumo total de MS y el consumo de energía en comparación con aquellos obtenidos con sólo pradera (Peyraud y Delaby, 2001; Stockdale, 2000). Kellaway y Porta (1993) incluyen como objetivos de la suplementación: aumentar la producción de leche por vaca; 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 el estado corporal en épocas de limitaciones de pradera para mejorar la reproducción; aumentar el largo de la lactancia en épocas de limitaciones de pradera y, aumentar el contenido de proteína en leche a través de la suplementación energética.

El efecto de la suplementación con concentrados sobre la ingesta de materia seca de forraje, es mediado por el tiempo de pastoreo y la tasa de ingesta. Se ha demostrado que la tasa de sustitución se debe a un cambio en el comportamiento alimenticio de los animales a pastoreo (Mayne, 1988). Por lo tanto, los alimentos concentrados reducirían el vigor de ingestión de los animales, tanto en términos de duración e intensidad de pastoreo, produciendo el efecto de sustitución (Pulido y Leaver, 2001). Se ha sugerido que la reducción en tiempo de pastoreo debido a la suplementación explicaría la tasa de sustitución (Mayne y Wright, 1988; McGilloway y Mayne, 1996).

La tasa de sustitución es definida como la disminución de ingesta de pradera por kilogramo de suplemento consumido. Ésta es influenciada por factores como cantidad 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), siendo la cantidad de pradera y cantidad de suplemento ofrecido por vaca al día, lo que mayormente afectan en la tasa de sustitución. La suplementación disminuye el consumo de pradera, en especial cuando la disponibilidad de la pradera es alta (Leaver, 1985). En cambio, en condiciones de baja disponibilidad de pradera la tasa de sustitución es normalmente baja (Hodgson, 1990; Leaver, 1986).

El efecto depresor en el comportamiento alimenticio producto de la suplementación, podría ser menor en animales de alta producción y a bajos niveles de suplementación (Bao y col, 1992). La tasa de sustitución es baja, cuando el consumo de energía es bajo en relación a los requerimientos energéticos de la vaca, por lo tanto se espera que vacas que pastorean praderas con baja a mediana digestibilidad posean bajas tasa de sustitución (Dixon y Stockdale, 1999).

Bargo y col. (2003), en una recopilación bibliografía, determinó que en promedio, los concentrados fibrosos aumentaron ligeramente el consumo de MS de pradera 0.13 kg/día, pero con una larga variación entre estudios (rango: - 0.7 a 1.4 kg/día). La producción de leche fue ligeramente reducida (- 0.46 kg/día) cuando los suplementos fibrosos reemplazaron a los suplementos ricos en almidón, pero nuevamente el rango de variación fue grande (- 2.6 a 1.3 kg/día). Bargo y col. (2003) concluyen, que el número de estudios donde concentrados fibrosos reemplazaron concentrados ricos en almidón es pequeño como para sacar conclusiones claras, y la mitad de estos estudios fueron conducidos con vacas en confinamiento, alimentadas con soiling. La inconsistencia en los resultados puede atribuirse a diferencias en la fuente de almidón o fibra, el tipo de pradera, y otros componentes de la dieta, todos factores que afectan la tasa de degradación de los concentrados en el rumen.

3.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN PASTOREO

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. Otras dos variables son: el número total de mordiscos de pradera por día (producto de la tasa de bocado y el tiempo

destinado a pastorear) y la tasa de pradera consumida (producto de la tasa de bocado y el pasto ingerido por día) (Hodgson, 1982).

El comportamiento ingestivo se refiere a una secuencia de actividades que realizan los animales para la obtención de nutrientes para su mantención y productividad, estos son principalmente ingesta, bebida y rumia (Phillips, 1993). El comportamiento ingestivo en pastoreo normalmente consisten en periodos de pastoreo, de rumia y tiempo para otras actividades como descansar, beber agua, interrelacionarse con otros animales y manifestar celo (Arnold, 1981). La ingesta de alimento en animales en confinamiento, es influenciada principalmente por el llenado ruminal y por la tasa de pasaje de las partículas desde el rumen. En pastoreo, en cambio, el consumo parece ser más controlado por el deseo de la vaca por cosechar su alimento, que por factores físicos (Mayne y Wright, 1988). Un aumento en los requerimientos nutritivos del animal, normalmente es seguido por un mayor consumo voluntario y un aumento en el tiempo de pastoreo, como mecanismo compensatorio principal por el cual el animal en pastoreo aumenta el consumo voluntario (Bao y col., 1992).

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); por 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 (Welch y Hooper, 1988). Phillips (1993), añade que el comportamiento de pastoreo se ve alterado por factores de manejo realizado por el hombre tanto en praderas, alimentación, sistema de pastoreo, manejo sanitario y reproductivo, espacios de sombra y horario de ordeña.

Dado y Allen (1994), definen la ingesta como la masa consumida por unidad de tiempo, el que comúnmente se mide en días. La ingesta diaria es la suma de las comidas realizadas por la vaca, que son controladas naturalmente por los mecanismos del hambre y la saciedad. Teller y col (1993), señalan que unidades cortas de tiempo pueden ser apropiadas en la descripción de la ingesta. Asimismo la ingesta diaria puede ser descrita en términos del número de comidas consumidas por día, el largo de las comidas y la tasa de ingesta ocurrida durante las comidas. Para incrementar la ingesta diaria, una o más de estas tres variables pueden incrementarse.

Numerosos investigadores han notado que el típico patrón de comportamiento de pastoreo en la pradera para los rumiantes consiste en estar caminando (buscando), detenerse, bajar la cabeza y pastar áreas semicirculares de hierba dentro del alcance del cuello y de su cabeza (Hodgson, 1986; Ungar, 1996). Los patrones básicos del comportamiento, pueden tener muchas variaciones: movimientos y cambios de dirección al ingerir la pradera, la frecuencia de bocados, el número de bocados hechos entre sucesivas ingestiones y el tamaño de estos, los que son afectados en distinto grado por las características de la pradera que el animal esta pastoreando. Estos procesos básicos permitirían que el animal este discriminando continuamente entre los cambios de la vegetación disponible para él, ya sea en cuanto a no

tomar uno o varios bocados en un determinado lugar, como qué componente de la pradera tomar (Hodgson, 1986).

Las vacas lecheras son principalmente consumidoras diurnas, particularmente por la mañana temprano y durante el crepúsculo, pero cuando los requerimientos de ingesta son altos o la duración del día es corta, las comidas nocturnas también se pueden producir. Las vacas lecheras intentan extender las comidas posteriores al término de las horas luz, por manipulación del número y duración de las comidas (Phillips, 1993).

El tiempo dedicado a pastorear es dependiente de la cantidad de forraje consumido y la relativa disponibilidad de pradera (NRC, 2001). Cuando la disponibilidad de pradera es baja, las vacas dedican más tiempo en consumir la misma cantidad de forraje, consumo que además dependerá de la producción de leche y la cantidad de suplemento que se entrega con la pradera (NRC, 2001). Las vacas de alta producción tienen mayores tiempos de pastoreos, números de bocados por día y tasa de consumo que vacas de menor producción (Bao y col., 1992; Bargo y col., 2002; Pulido y Leaver, 2001). Si bien las vacas de alta producción comen el mismo número de comidas que vacas de baja producción, la cantidad obtenida por comida es mayor en las de alta producción (Dado y Allen, 1995).

El tiempo de pastoreo es afectado por la cantidad de pasto disponible por unidad de área y por una adecuada carga animal (Forbes, 1986). Cuando la masa de pasto 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 pastorear cada día probablemente se convierte en un factor limitante del consumo (Forbes, 1995). Por otro lado, una pradera alta y densa facilita la captura de una mayor cantidad de forraje por mordisco y por consiguiente menor tiempo de pastoreo (Phillips, 1993).

La rumia es un proceso que contribuye a disminuir el tamaño de la partícula, 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 mecanismos ruminales se fijen y realicen el proceso digestivo. Aunque la masticación, al ingerir los alimentos, reduce el tamaño de las partículas, durante la rumia se produce una mayor reducción de las partículas de material no digestible. La rumia se estimula principalmente por partículas de ingesta con una longitud superior a 10 mm, aunque partículas de menor longitud también afectan la rumia (Albright, 1993; Welch y Hooper, 1988).

El tiempo utilizado en rumia varía de acuerdo a la digestibilidad del forraje entre 1,5 a 10,5 horas al día (Arnold, 1981). Phillips y Leaver (1986) indican que 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. Los valores más frecuentes de rumia van de entre 5 a 9 horas (Arnold, 1981; Dulphy y col., 1980), con promedios de 7,8 horas al día (Hodgson, 1990) ocurriendo alrededor del 50 a 70 % de ésta en la noche (Dulphy y col., 1980).

Se ha propuesto que la mejor aproximación a las propiedades físicas de la ración las representan las mediciones del tiempo dedicado a comer, rumiar y masticar por Kg. de

materia seca ingerida (De Boever y col., 1993). El tiempo de masticación (tiempo dedicado a comer y rumiar) necesario por cada unidad de materia seca consumida, depende de la calidad del forraje, a mayor fibrosidad, mayor tiempo de masticación y menor ingesta (Sauvant y col., 1995). El componente del forraje más íntimamente relacionado con el tiempo destinado a la masticación 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 animales alimentados con forrajes (Welch y Hooper, 1988). Al respecto Dado y Allen (1995), agregan que la fibra detergente neutro (FDN) adicional, incrementa el número de rumias por día, el tiempo de masticación por unidad de ingesta de materia seca o FDN, la frecuencia de las contracciones reticulares durante la rumia y la tasa de pasaje de FDN desde el rumen.

3.5. CICLOS DE ACTIVIDADES DIARIAS

El trabajo diario de un animal a pastoreo es dividido en periodos alternados de pastoreo, rumia y descanso. La duración y la magnitud de la distribución de las actividades de pastoreo y rumia pueden ser influenciadas por las condiciones de la pradera (Hodgson, 1982), como también se puede afectar por actividades de rutina como la ordeña o el cambio de potreros y excepcionalmente por actividades ambientales extremas, aunque en la mayor parte de veces es muy estable y todos los miembros de un rebaño tienden a seguir el mismo patrón (Hodgson, 1990). Dependiendo del hambre que tenga el ganado, una lluvia fuerte puede parar el pastoreo de los animales (Hodgson, 1990; Phillips, 1993), sobre todo si está disponible algún lugar para guarecerse, pero en la mayoría de los casos, ellos continuarán pastoreando inclusive con viento, pero el tiempo total de pastoreo diario disminuye (Phillips, 1993).

En el caso de las vacas lecheras, existen seis periodos o ciclos destacados de pastoreo dentro de un día completo: cuatro entre las ordeñas de la mañana y la tarde, una cuando las vacas salen a pastoreo después de las ordeñas de la tarde y una, o a veces dos, en la noche (Albright, 1993; Albright y Arave, 1997). Hodgson (1990), por su parte sólo describe tres periodos principales de pastoreo durante el día, el primero iniciándose con el amanecer, otro durante los finales de la mañana y el otro ocurriría al finalizar la tarde o en el anochecer, existiendo de igual forma un cuarto periodo cercano a la media noche, de menor importancia. Hafez y col. (1969), señaló que los periodos más importantes de pastoreo son justo antes del amanecer, durante la mañana, temprano en la tarde y en el ocaso.

En promedio, casi el 85 % del total del tiempo destinado por los animales a pastorear ocurre durante el día y sólo el 15% durante la noche (Albright, 1993; Albright y Arave, 1997). Stockdale y King (1983), por su parte señalan que la mayoría de los periodos de pastoreo son realizados hasta el atardecer, ya que prácticamente no existe pastoreo nocturno después de las 21:00 hrs y la ordeña de la mañana siguiente, destinando así la noche sólo para rumiar y descansar.

Albright (1993), Albright y Arave (1997), señalan que aproximadamente un 50% del tiempo disponible entre las 7 las 15 horas es utilizado para pastorear, por lo que se demuestra que aunque existan condiciones ideales para pastoreo, las vacas lecheras no utilizan más de la mitad de este periodo para pastorear. Existe por lo general un periodo de rumia después de

cada lapso de consumo, gran parte de éste tiene lugar durante las horas de oscuridad, cuando la vaca está echada, pero existiría un período importante también durante la tarde, estando éste cercano a las tres de la tarde (Hodgson, 1990). Mientras el animal no se encuentra pastoreando o rumiando, estará realizando diferentes actividades como estar parada, descansando sin rumia, bebiendo o moviéndose de un lugar a otro (Balocchi y col., 2001).

3.6. TASA DE BOCADO

La tasa de consumo sobre un período definido, es el producto del promedio del peso del bocado y de la tasa de bocados sobre ese período (Ungar, 1996). La masa del bocado es afectada por las limitaciones anatómicas del animal a pastoreo, incluyendo la boca y el tamaño del cuerpo y así mismo factores de la pradera como la altura y la densidad (Rook, 2000). La tasa de bocado usualmente tiende a declinar cuando la altura de la pradera se incrementa, ya que su consumo por bocado se incrementa (Hodgson, 1986). Si un animal está pastoreando abundante pradera de alta calidad, la búsqueda puede no limitar el proceso de pastoreo durante el período activo del mismo y la ecuación de consumo reduce el porcentaje de peso del bocado y tiempo de manipulación (Ungar, 1996).

La tasa promedio de bocado en 24 horas, puede ser calculada por el tiempo total de pastoreo y por el número de bocados realizados. Normalmente el número de bocados se estima a través de mediciones en periodos de tiempo cortos y a intervalos durante el día. (Hodgson, 1990).

Para realizar la ingesta total de materia seca a pastoreo, los rumiantes logran un número de entre 20.000 a 40.000 bocados al día (Forbes, 1995; Hodgson, 1990), lo que dependerá entre otros factores de las características de la pradera. Por su parte, Phillips (1993) especifica que las vacas lecheras normalmente toman entre 30.000 a 40.000 bocados al día a pastoreo

La compensación a causa de la reducción de la profundidad del mordisco entre otros factores conductuales, principalmente tiempo de pastoreo y tasa de bocado, puede promediar que el consumo de hierba no se reduzca cuando disminuye la pradera. La habilidad de la vaca para compensar depende de la severidad de la reducción de la profundidad del mordisco y de los requerimientos de consumo del animal. Si los requerimientos son altos, la habilidad de la vaca para compensar son limitados (Phillips, 1993).

Diversos investigadores han mostrado que con respecto a la suplementación con concentrados, el nivel de suplementación no afectaría la tasa de bocado cuando se suministran niveles de 1 a 6 kg de un concentrado en base a cebada (Arriaga –Jordan y Holmes, 1986). De la misma forma Bargo y col. (2002) encontraron que la tasa de bocado no varió entre animales suplementados y no suplementados con disponibilidad de pradera ofrecida a dos niveles.

Teniendo en cuenta los diversos factores que afectan el consumo voluntario a pastoreo, tanto del animal como de su entorno y la estrecha relación que existe entre el comportamiento de éstos y la producción, conocer la respuesta de las vacas a la entrega de distintas fuentes de carbohidratos en el concentrado, permitirá aportar mayor información sobre el manejo nutricional de los sistemas productivos.

Sobre la base de los antecedentes anteriormente señalados, la hipótesis que se plantea para este ensayo es: la suplementación, con fuentes de carbohidratos distintas en el concentrado en vacas en pastoreo primaveral, no modifica el comportamiento ingestivo de éstas.

Para poder establecer la relación existente entre la alimentación y el comportamiento, se plantea en este ensayo el siguiente objetivo: cuantificar el efecto de la suplementación con concentrados de distinta fuente de carbohidratos, en la respuesta ingestiva de las vacas lecheras en pastoreo primaveral.

4. MATERIAL Y METODOS

4.1. MATERIAL

4.1.1. Ubicación geográfica

El trabajo se realizó en el predio experimental 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 (entre los paralelos 39°47'46" y 39°48'54" latitud sur y los meridianos 73°13'13" y 73°12'24" longitud oeste, encontrándose 12 metros sobre el nivel del mar).

4.1.2. Duración del ensayo

La duración del ensayo en pastoreo fue de 63 días, con fecha de inicio 30 de septiembre del 2002 y de término 1 de diciembre del mismo año. El ensayo se dividió en tres periodos con la siguiente distribución:

Periodo 1: del 30 de septiembre al 20 de octubre del 2002.

Periodo 2: del 21 de octubre al 10 de noviembre del 2002.

Periodo 3: del 11 de noviembre al 1 de diciembre del 2002.

4.1.3. Animales utilizados

Se utilizaron 12 vacas multíparas del genotipo Frisón Negro Chileno, pertenecientes al rebaño lechero de la Universidad Austral de Chile. Estas se seleccionaron entre el grupo de animales con parto en primavera y posteriormente se agruparon por sus características productivas ($34,1 \pm 2,2$; $33,9 \pm 1,7$; $31,5 \pm 2,8$ litros de leche por día para cada vaca dentro de un grupo), lactancias previas ($3,0 \pm 0,8$; $4,3 \pm 1,5$; $4,0 \pm 2$) peso vivo ($525 \pm 47,4$; $537 \pm 44,9$; $517 \pm 27,5$ kilogramos para cada grupo) y días pos parto al inicio del ensayo ($53 \pm 7,4$; 51 ± 8 ; $56 \pm 6,7$).

4.1.4. Praderas

Se utilizó dos potreros de aproximadamente 1,3 hás (potreros n° 16 y 17 del predio) y esporádicamente se utilizaron los potreros 9 y 10 del mismo predio, totalizando 3,4 hás utilizadas. Todos los potreros constan de una pradera permanente mejorada, con uniformidad de su composición botánica, edad de la pradera y manejo, ubicadas entre 300 a 500 metros de la sala de ordeña. La composición química de la pradera se muestra en el Cuadro 1.

4.1.5. Alimentos concentrados

Se utilizaron 2 tipos de concentrados, denominados concentrado F y A, con muy similares composiciones nutricionales, pero con fuentes de carbohidratos distintas (fibra digestible y almidón). Ambos alimentos concentrados se ofrecieron peletizados.

Concentrado F: 11% de afrecho de soja y 89 % de coseta seca de remolacha.

Concentrado A: 10% de afrecho de soja y 90% de cebada.

La composición química y digestibilidad de los concentrados consumido por vacas lecheras en pastoreo se muestran en el Cuadro 1.

1.1.6. Agua y sales minerales

El agua de bebida se mantuvo a libre disposición tanto en el potrero como en el patio de espera de la sala de ordeña, de la misma forma que las sales minerales¹.

4.2. METODOS

4.2.1. Desarrollo experimental y tratamientos

Los animales utilizados se dividieron en tres grupos de 4 cada uno, dependiendo de sus características productivas. Cada vaca fue identificada con el autocrotal que el predio les asignó. Para facilitar el estudio del comportamiento se identificó, además, cada una de las vacas con un número pintado de blanco en los flancos, el cual era claramente legible a distancia.

Se realizaron tres tratamientos a cada grupo de animales siendo asignados inicialmente en forma aleatoria, e identificados con la siguiente nomenclatura:

SP: Sólo pastoreo.

CF: Pastoreo más 6 kg de concentrado F (rico en fibra).

CA: Pastoreo más 6 kg de concentrado A (rico en almidón).

La entrega del concentrado se realizó en la sala de ordeña, entregando 3 kg de concentrado por ordeña. Los animales tuvieron todo el tiempo disponibilidad *ad libitum* de sales minerales.

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

El ensayo en pastoreo se dividió en tres períodos de aproximadamente 21 días cada uno, cada periodo tuvo a su vez una división:

Del día 1 al 11, período de adaptación.

Del día 12 al 21, período de mediciones (experimental).

El consumo de materia seca fue estimado usando Cr_2O_3 (óxido de cromo) como marcador indigestible. En el período experimental las vacas fueron dosificadas dos veces al día con 6g. de Cr_2O_3 , después de cada ordeña (12 g/día) por 8 días, para lo cual los animales fueron llevados a la manga del predio en donde se les suministró el marcador mediante un lanza bolos. Los últimos 5 días de cada período, después de cada ordeña, se recolectó materia fecal por el método de extracción rectal. Las muestras de material fecal tomadas fueron congeladas y posteriormente mezcladas por cada vaca por periodo, totalizando tres muestras por vaca en el ensayo.

El consumo de forraje se midió mediante la técnica de producción fecal/ digestibilidad de la dieta descrito por Le Du y Penning (1982). El consumo de concentrado se midió mediante el ofrecido y el rechazado.

La tasa de sustitución fue calculada como: $\text{tasa de sustitución (kg pradera/kg de concentrado)} = (\text{consumo de materia seca de pradera en tratamiento sin suplementación} - \text{consumo de materia seca de pradera de tratamiento con suplementación}) / \text{consumo de materia seca de suplemento}$.

4.2.2. Manejo de los animales y de la pradera

Los animales se manejaron en un sólo grupo y pastorearon una franja previamente determinada por las características de la pradera (materia seca, disponibilidad y altura), y se reguló por medio de un cerco eléctrico móvil. Esta franja se adecuó según el crecimiento de la pradera, manteniendo una disponibilidad entre 35 y 40 kg/MS por animal al día y sobre una altura post pastoreo de 10 cms.

La disponibilidad de pradera (de entrada y salida del pastoreo) se obtuvo mediante un medidor de plato Jenquip[®] (filip's folding plate pasture meter, New Zeland), que mide una combinación entre la altura y la densidad de la pradera (Hodgson, 1990). Periódicamente se midió con el plato el sector inmediatamente anterior y posterior al potrero de pastoreo de las vacas, para determinar la cantidad de pradera a ofrecer. Cada medición constó de sobre 100 muestras tomadas en zig-zag. La ecuación de calibración del plato se modificó a medida que las características de la pradera así lo determinaban.

La altura promedio de la pradera se determinó mediante la siguiente ecuación de regresión: $\text{Altura de la pradera} = 0,75 + 0,872 \times \text{Altura del plato}$; siendo el coeficiente de regresión igual a 92,5%.

Las muestras de pradera para determinar la calidad nutricional se tomaron a dos niveles, uno a ras de suelo y otro sobre el promedio del residuo dejado por los animales, simulando el bocado del animal. Se tomaron una vez a la semana para formar una muestra compuesta por periodo.

4.2.3. Análisis de las muestras

Las muestras de pradera y concentrado fueron analizadas en el Laboratorio de Producción Animal de la Universidad Austral de Chile.

Se realizó un Análisis Proximal (Weende). El contenido de materia seca se determinó mediante un horno de ventilación a 60° C por 48 horas y estufa a 105° C por 12 h (Bateman, 1970), proteína cruda, por el método Micro Kjeldhal (Bateman, 1970) y energía meatabolizable por el método Tilley y Terry, modificado por Goering y Van Soest (1972). Cenizas totales se determinaron por combustión a 550° C por 5 minutos (Bateman, 1970).

4.2.4. Comportamiento en pastoreo

En la última semana de cada período, se realizaron las mediciones de comportamiento ingestivo en pastoreo individual, en el cual se midió mediante determinación visual, cada 10 minutos por 24 horas. Las actividades que nos interesó evaluar fueron: pastoreo, rumiando paradas, rumiando echadas, paradas, bebiendo, caminando. Además tres veces al día (10:00-10:30; 15:00-15:30; 20:00-20:30 hrs.) se midió, mediante un cronómetro, el tiempo en el cual cada vaca tomaba 60 bocados. Si existía una diferencia mayor de 15 segundos entre dos bocados, la medición se anulaba y se procedía a contar nuevamente.



Foto 1: En la foto de la izquierda se aprecia la vaca n° 4 pastoreando una franja, notándose la diferencia con la franja anterior. La foto de la derecha muestra los dos alimentos concentrados.

4.2.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el método estadística de análisis de varianza (ANOVA) con el programa Minitab Release 12,1 año 1998.

Los efectos de tratamiento se evaluaron mediante análisis de varianza de acuerdo a un diseño de cuadrado latino, con tres tratamientos y tres períodos. Se contempló cuatro cuadros por tratamiento. Cuando existieron diferencias significativas entre tratamientos se usó la prueba de separación de medias de Waller – Duncan.

Las variables analizadas para el día completo, período diurno y período nocturno fueron las siguientes:

- Tiempo de pastoreo
- Vaca parada
- Vaca echada
- Vaca bebiendo
- Vaca rumiando echada
- Vaca rumiando parada
- Vaca caminando
- Vaca en ordeño

El modelo matemático utilizado para el análisis de los datos fue el siguiente:

$$Y = U + T_i + C_j + P_k + E_{ijk}$$

Donde:

- Y= Variable dependiente.
- U= Media de Y (variable dependiente).
- T_i= Efecto fijo del i. ésimo tratamiento.
- C_j= Efecto del j ésimo cuadrado.
- P_k= Efecto fijo de k. ésimo periodo.
- E_{ijk}= Error residual.

5. RESULTADOS

5.1. COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

En el Cuadro 1 se muestra la composición nutricional de los alimentos concentrados y de la pradera utilizada durante el ensayo. Los valores de la pradera corresponden al promedio y las desviaciones estándar de los tres períodos del ensayo tomados a dos niveles, a ras de suelo (ofrecidas) y sobre el promedio del residuo (consumida).

Cuadro 1. Composición química, digestibilidad del concentrado y del forraje disponible consumido por vacas lecheras en pastoreo.

	Concentrados		Pradera			
	F	A	Ofrecida		Consumida	
			Prom.	d. s.	Prom.	d. s.
Materia seca (%)	87,8	87,8	18,9	2,4	20,5	1,7
Cenizas (%)	8,6	6,2	10,5	0,8	8,8	0,9
Proteína bruta (%)	16,6	17,3	23,4	7,8	20,6	1,3
Extracto etéreo (%)	0,98	2,28	-	-	-	-
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3,1	3,1	2,7	0,1	2,8	0,1
Fibra detergente neutro	37,6	22,5	46,8	1,8	46,8	5,0
Fibra detergente ácida	21,8	7,4	-	-	-	-
Valor D	84,0	84,2	74,7	6,4	77,2	2,4

5.2. CONDICIONES METEOROLOGICAS

El nivel de pluviometría, temperaturas mínima, máxima y media durante el ensayo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Promedio de precipitaciones y temperatura durante el ensayo²

	Precipitaciones (mm)	Temperatura* Mínima (° C)	Temperatura* Máxima (°C)	Temperatura* Media (°C)
Periodo 1	515,1	7,9	15,1	11,1
Periodo 2	106,8	6,8	17,4	11,9
Periodo 3	197,6	9,0	18,3	13,6

* Media de cada período.

Las precipitaciones ocurridas durante los períodos del ensayo son superiores a las medias históricas (de los últimos 40 años) correspondientes a los meses en que transcurrió éste (186,6; 148,7 y 103,1. mm correspondiente a la media histórica para los meses de septiembre, octubre y noviembre respectivamente).

5.3. MANEJO DE LA PRADERA

Cuadro 3. Manejo de la pradera durante el ensayo

Variables	prom	d. s.
Presión de pastoreo (vacas/ha)	3,5	-
Disponibilidad de pradera (Kg MS/vaca/día)	37	2,83
Área (m ² /vaca/día)	134	13,4
Disponibilidad pre pastoreo (Kg MS/ha)	2759	373,6
Residuo pos pastoreo (Kg./MS/ha)	1715	87,4
Eficiencia de utilización (%)	38	9
Altura promedio pre pastoreo (cm)	19,3	2,67
Altura promedio del residuo (cm)	11,8	0.6

La presión de pastoreo correspondió a 3,5 vacas por hectárea, manteniendo una disponibilidad diaria de pradera por vaca promedio de 37 kg MS/día durante el ensayo, valores que estuvieron dentro del rango objetivos del ensayo (35 a 40 kg MS/vaca/día). El área correspondiente por vaca fue de 134 m² promedio y la disponibilidad por hectárea de pradera promedio para el ensayo fue de 2759 kg MS/ha, resultando con una eficiencia de utilización promedio del 38%.

² Comunicación personal con la Estación Meteorológica La Teja. Instituto de Geociencias de la Universidad Austral de Chile.

5.4. RESPUESTA PRODUCTIVAS

Cuadro 4. Producción, composición de la leche y cambio de peso vivo en vacas lecheras a pastoreo, según tratamientos, durante el ensayo.

	SP	CF	CA	P	s.e.d.
Producción de leche (kg)	24,2 ^a	28,5 ^b	29.8 ^b	0,001	1,41
Peso vivo (kg)	521,3 ^a	521,5 ^a	526.8 ^a	0,88	14,4

Valores con letras distintas, dentro de cada línea, presentan diferencias estadísticamente significativas.

5.5. COMPORTAMIENTO EN PASTOREO

5.5.1. CONSUMO DE MATERIA SECA

Cuadro 4. Consumo de alimentos en vacas lecheras en pastoreo primaveral según tratamiento, durante el ensayo.

	SP	CF	CA	P	s.e.d.
Consumo de pradera (kg MS/día)	19,7 ^b	16,2 ^a	18,3 ^{ab}	0,001	0,84
Consumo de concentrado (kg MS/día)	0,0	5,27	5,27	-	-
Consumo total de materia seca (kg MS/día)	19,7 ^b	21,5 ^{ab}	23,5 ^a	0,000	0,84
Tasa de sustitución (kg MS pradera/ kg MS concentrado)	-	0,67	0,27	-	-
Consumo total de FDN (kg MS/día)	9,2 ^a	9,6 ^a	9,7 ^a	0,45	0,40

Valores con letras distintas, dentro de cada línea, presentan diferencias estadísticamente significativas.

En el Cuadro 4 se aprecian los resultados de consumo de materia seca, tanto de pradera como de concentrado y consumo total. Se muestra que las vacas solo a pastoreo (SP)

consumieron significativamente ($P < 0,001$) más pradera que CF, pero no mostró diferencias con CA. Se aprecia además que CF no presenta diferencias con SP y CA frente al consumo total, pero en cambio CA consumió significativamente más materia seca total que SP. La tasa de sustitución es menor en CA. El consumo total de FDN no presentó diferencias entre tratamientos.

5.5.2. PATRON DIARIO DE COMPORTAMIENTO

Cuadro 5. Comportamiento del pastoreo, de la rumia, de otras actividades y tasa de bocados, según tratamientos para vacas durante el ensayo.

	SP	CF	CA	P	s.e.d.
Pastoreo (min/día)					
Pastoreo total	562 ^a	510 ^a	507 ^a	0,15	30,74
Pastoreo diurno	413 ^a	375 ^a	374 ^a	0,22	25,04
Pastoreo nocturno	148 ^a	135 ^a	133 ^a	0,50	14,28
Rumia (min/día)					
Rumia total	393 ^a	367 ^a	418 ^b	0,06	6,52
Rumia diurna	139.2 ^{ab}	122.5 ^b	154.2 ^a	0,04	12,14
Rumia nocturna	254.2 ^a	244.2 ^a	263.3 ^a	0,58	18,22
Otras actividades (min/día)					
Ordeña (min/día)	342 ^a	420 ^a	373 ^a	0,16	39,92
	143 ^a	143 ^a	143 ^a	-	-
Bocados					
Número de bocados por min.	65,9 ^a	63,7 ^a	63,9 ^a	0,71	2,96
Número bocados por día	37092 ^a	32538 ^a	32448 ^a	0,18	2853

Valores con letras distintas, dentro de cada línea, presentan diferencias estadísticamente significativas.

Las vacas no presentaron diferencias en cuanto al tiempo diario dedicado a pastorear entre tratamientos, tanto en pastoreo total, diurno y nocturno.

Las vacas en CA destinaron mayor tiempo ($P < 0,01$) para rumia total que las SP y CF, siendo este último quien presenta el menor tiempo de rumia total, rumia nocturna y presentando tiempos significativamente menores ($P < 0,05$) dedicados a la rumia diurna. El

tiempo dedicado para otras actividades no presentó diferencias significativas. El número de bocados por minuto no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

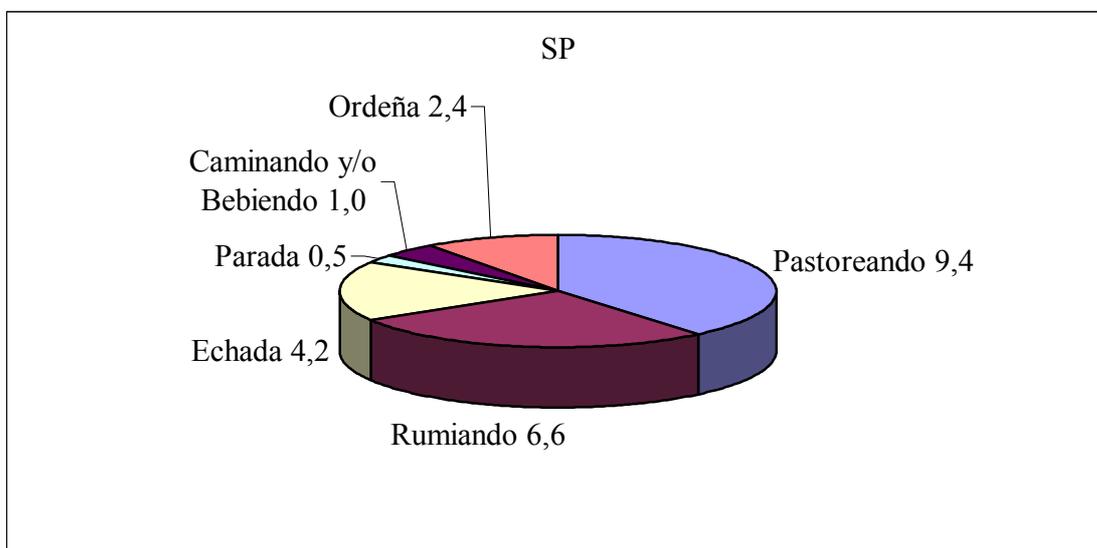


Gráfico 1: Patrón diario de comportamiento de las vacas lecheras en SP (horas destinadas a cada actividad).

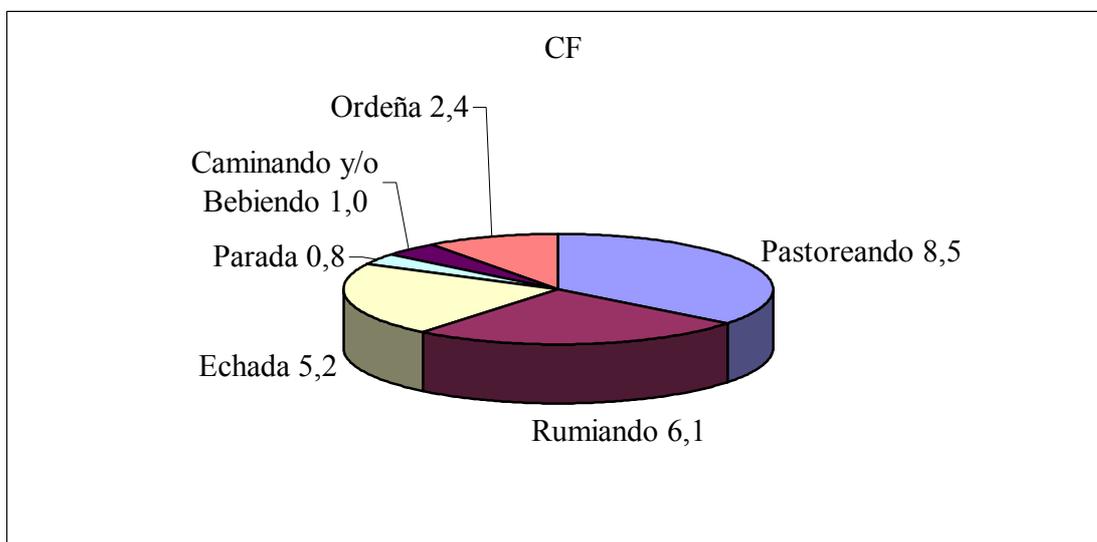


Gráfico 2: Patrón diario de comportamiento de las vacas lecheras en CF (horas destinadas a cada actividad)

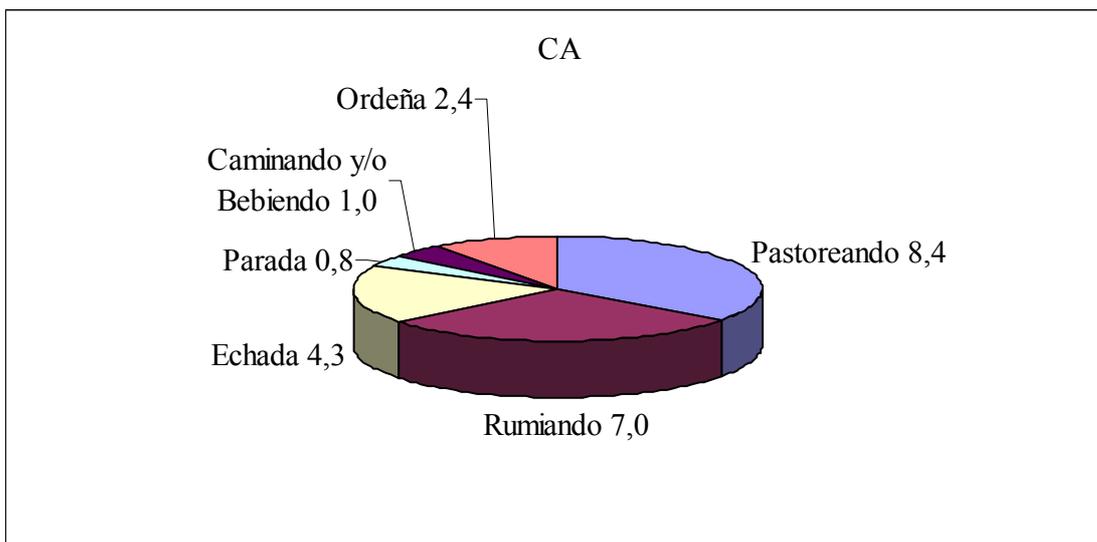


Gráfico 3: Patrón diario de comportamiento de las vacas lecheras en CA (horas destinadas a cada actividad)

5.5.3. CICLOS DE COMPORTAMIENTO DIARIO

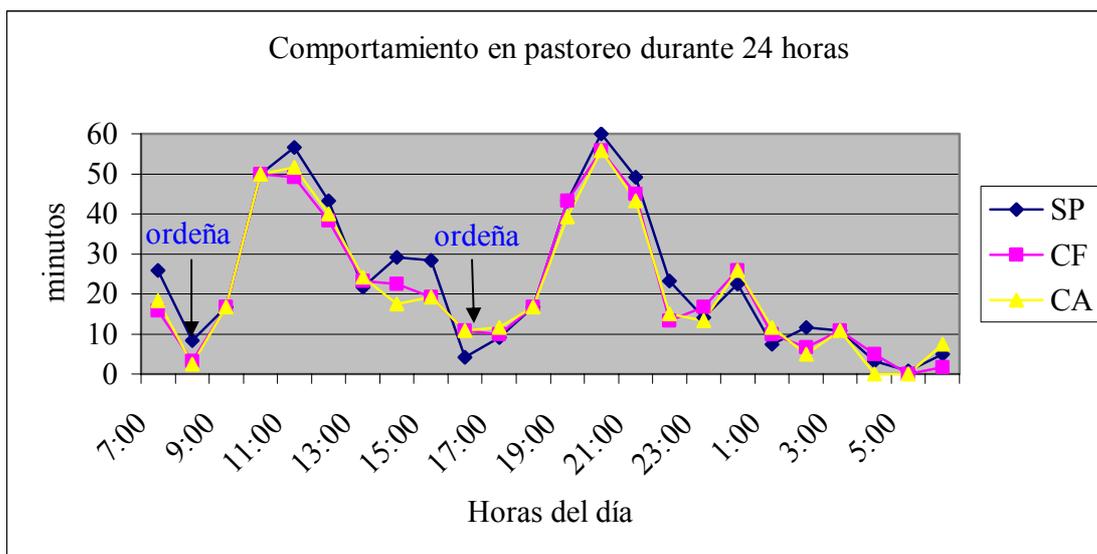


Gráfico 4. Distribución de ciclos de pastoreo diario según tratamientos durante 24 horas.

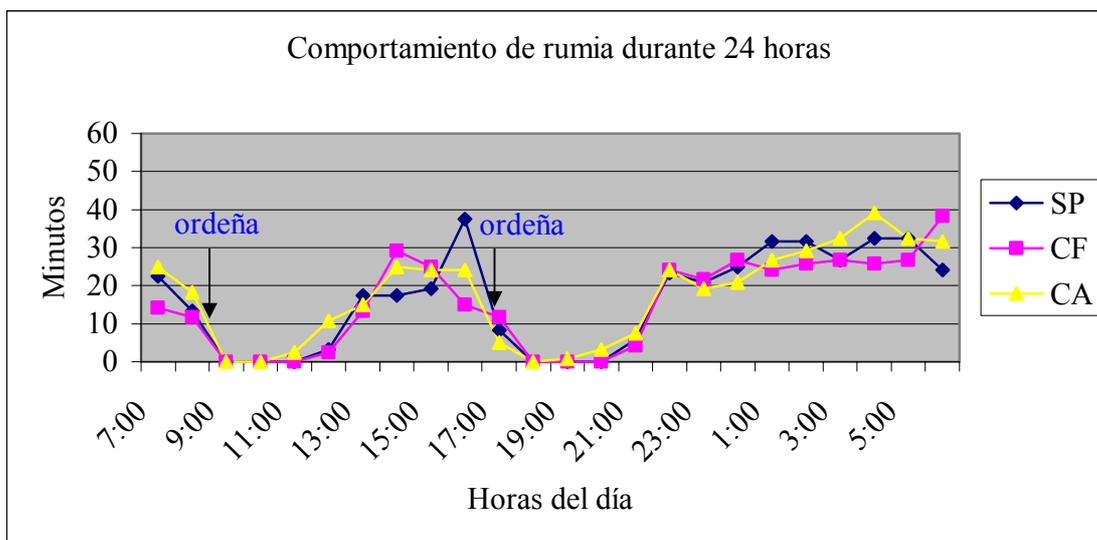


Gráfico 5. Distribución de ciclos de rumia diario según tratamiento durante 24 horas.

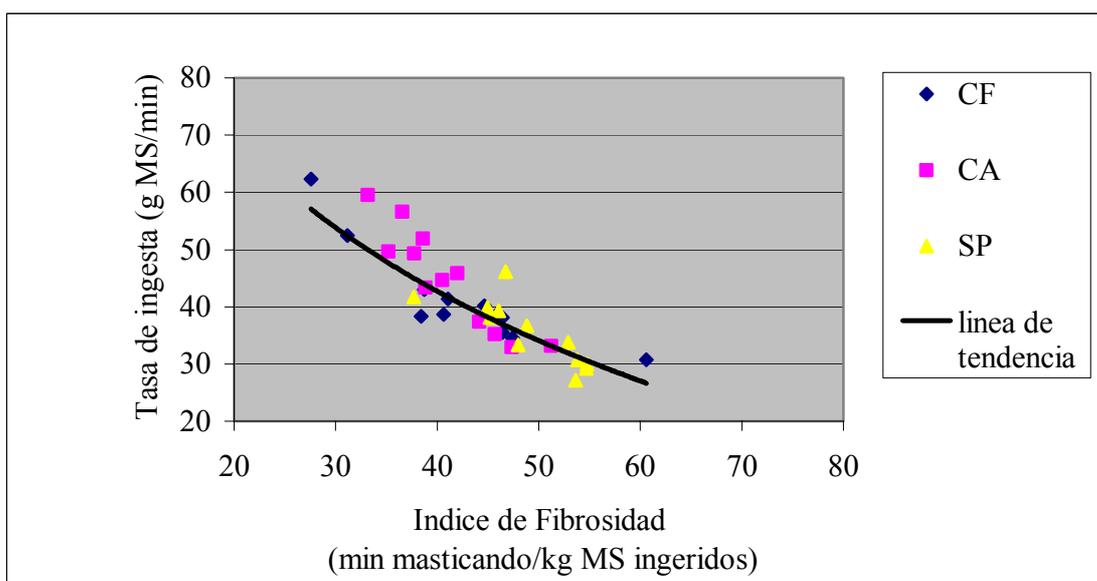


Gráfico 6. Relación entre el índice de fibrosidad y tasa de ingesta para las vacas en los tres tratamientos durante el ensayo.

El Índice de Fibrosidad se define como el tiempo destinado a comer y rumiar por kg de materia seca ingerida (minutos comido y rumiados/kg de materia seca ingerida) (Sauvant y col., 1995). La ecuación de la línea de tendencia presente en el gráfico corresponde a $y = -38,65\ln(x) + 185,29$; en donde y: Tasa de ingesta; x: Índice de Fibrosidad. La ecuación presentó un elevado nivel de ajuste $R^2 = 0,8691$.

6. DISCUSION

La pradera presentó durante el ensayo, en términos comparativos, valores nutricionales promedio muy similares a los descritos para la primavera, en las tablas de Composición de Alimentos para el Ganado en la Zona Sur (FIA-UACH, 1995). Los valores de energía metabolizables se encuentran por sobre los valores referenciales, siendo éstos 2,8 Mcal/kg MS ($\pm 0,1$), mientras que los valores expresados normales para la época y zona son de 2,55 Mcal/kg MS ($\pm 0,17$), la proteína cruda ($20,6\% \pm 1,3$) presentó, de la misma forma, valores levemente superiores a los referenciales ($17,8\% \pm 3,19$). Los valores de proteína cruda son similares a los encontrados por Balocchi y col. (2002) en esta misma pradera y época en estudios anteriores. La fibra detergente neutro, por su parte, difirió de dicho estudio presentando valores inferiores ($46,8\%$) en comparación a ese ($49,1\%$).

Las condiciones climáticas durante el ensayo correspondieron a una primavera atípica, con un superávit de precipitaciones, las que durante el ensayo en su totalidad correspondieron a 819,5 mm, presentándose sólo 23 días con ausencia de precipitaciones. Los días en los cuales se midió el comportamiento ingestivo coincidentemente correspondieron a días sin precipitaciones, por lo cual el factor lluvia no incidió en los patrones de conducta diaria.

La eficiencia de utilización de la pradera fue de un 38%, la que está en estrecha relación con la disponibilidad objetivo del ensayo por animal, la cual se mantuvo entre 35-40 kg MS/vaca durante el ensayo (promedio 37), y con el valor de la altura promedio del residuo establecido (11,8 cm), lo que podría indicar que el consumo de pradera estaría en los valores máximos para vacas lecheras a pastoreo, según lo descrito por Hodgson (1990) y Phillips (2000). Esta baja eficiencia concuerda con lo señalado por McWilloway y Mayne (1996), quien expresa que al no restringir la pradera, como es el caso de este ensayo, implica que haya una baja eficiencia de utilización ($<50\%$).

El consumo de pradera (MS) presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre SP y CF. Este consumo fue mayor para el tratamiento sin suplementación (SP), concordando con diversos autores quienes adjudican la mayor ingesta de pradera frente a la utilización de concentrados por el efecto de sustitución (Kellaway y Portas, 1993). El consumo de pradera es restringido tanto por la limitación del comportamiento, como por las limitaciones nutricionales, de manera que, cuando una fuente de nutrientes fácilmente asimilable se ofrece en forma de concentrado, es probable que los animales realicen menos esfuerzo en pastoreo y de esta manera se reduce la ingesta de pradera aún existiendo disponibilidad de la misma (Hodgson, 1990). El consumo de pradera correspondió para CF al 75,5% del consumo total de materia seca y 77,6% del total de la materia seca consumida para CA. Las diferencias encontradas en este ensayo en cuanto al consumo de pradera entre CF y CA no presentaron diferencias significativas, concordando con Sayers y col. (2003), quien no encontró diferencias significativas en consumo de pradera utilizando concentrados ricos en fibra y ricos en almidón. Por su parte Bargo y col. (2003), señalan que en general, la suplementación con

concentrados fibrosos, produce una mayor respuesta en el consumo de pradera que los concentrados ricos en almidón, pero señala además, que los estudios sobre el tema son muy pocos y no concluyentes, ya que las variaciones entre estos son muy amplias.

El consumo tanto de pradera como de materia seca total para todos los tratamientos, se aprecian levemente por sobre los valores encontrados en la literatura (Leaver, 1985; Mayne y Wright, 1988; Kolver y Muller, 1998; Bargo y col. 2002). Esto podría deberse, en cierta medida a errores en la metodología de estimación del consumo, tales como, en la administración o en la recuperación del Cr_2O_3 . Titgemeyer (1997), señala que muchas veces, la recuperación de Cr_2O_3 es menor en animales en pastoreo, debido a la variación diurna de la concentración de Cromo fecal (Owen y Hanson, 1992). A pesar de estas limitaciones, la utilización de Cr_2O_3 sigue siendo la metodología de uso común en investigaciones a pastoreo (Balocchi y col., 2002; Bargo y col., 2002; Delahoy y col., 2003; Pulido y Leaver, 2001).

El consumo de materia seca total entre CF y CA no presentó diferencias significativas, lo que concuerda con lo descrito por Balocchi y col. (2002) en un estudio realizado utilizando concentrados comerciales con distintos niveles de fibra y almidón. También concuerdan con los resultados encontrados por Delahoy y col. (2003), quien comparó concentrados en base caseta de remolacha con un suplemento en base maíz, en vacas de alta producción a mediados de lactancia, con praderas de mediana calidad (FDN > 50%). El consumo total de materia seca presentó diferencias significativas entre SP y CA, presentando CA un consumo mayor. El mayor consumo de materia seca presentado por CA con respecto a CF, puede atribuirse según Bargo y col (2002), a que bajas tasas de sustitución resultan en mayores consumos totales de materia seca y energía. Las tasas de sustitución encontradas en el ensayo fueron de 0,67 para CF y de 0,27 para CA, las que se encuentran en los rangos descritos por Kellaway y Portas (1993) (0,3 a 0,9 kg de pradera/kilogramo de concentrado). Concuerdan además, con los resultados obtenidos por Sayers y col. (2003) en la primera fase de su trabajo, quien obtuvo tasas de sustitución de 0,72 y 0,26 para concentrados altos en fibra y almidón respectivamente, para vacas de alta producción en pastoreo y consumiendo dos niveles de concentrados.

Sin embargo, estos resultados difieren con los encontrados por Meijs (1986), quien encontró mayores tasas de sustitución en los concentrados altos en almidón comparado a uno fibroso y de la misma forma difieren con lo descrito por Kellaway y Porta (1993), quienes señalan que las mayores tasas de sustitución son obtenidas con suplementos ricos en almidón. La tasa de sustitución promedio encontrada (0,47 kg de pradera/kg de concentrado), se encuentra entre los rangos descritos por Bargo y col. (2003), quien señala que las tasas típicas en vacas de alta producción son de 0,4 a 0,6 kg de pradera/kg de concentrado. Las diferencias encontradas en las tasas de sustitución entre estudios, puede deberse a las diferencias en disponibilidad de pradera y la composición química, tanto del pasto como de los componente de los suplementos utilizados para alimentación de los animales entre los estudios (Sayers y col., 2003; Bargo y col., 2003).

Los tiempos de pastoreo no presentaron diferencias significativas, siendo estos 562, 510, 507 minutos para SP, CF y CA respectivamente, distinta a la situación encontrada por Balocchi y col. (2002), quien encontró un menor tiempo de pastoreo total y diurno en los grupos suplementados, sin ser diferentes entre ellos. El tiempo dedicado a pastorear es inferior a los tiempos encontrados por Bargo y col. (2002) para animales en pastoreo sin suplementación (609 min/día) y levemente superiores a los encontrados por Pulido y Leaver (2001) en dos experimentos (531-540 min/día). Phillips y Leaver, (1986) estimaron que el máximo tiempo de pastoreo y tasa de bocado es de 10 horas y de 66 bocados/min, dando un total de 40.000 mordiscos/día. Las tasas de bocado encontradas en este trabajo (65,9, 63,7, 63,9 bocados por minuto para SP, CF, CA respectivamente), se encuentran entre los rangos descritos como normales para Hodgson (1986), quien establece valores de 20 a 66 bocados por minuto, siendo esta última descrita como las mayores para vacas a pastoreo (Phillips y Leaver, 1986). Bargo y col. (2003), agrega que las vacas con alto mérito genético tienen una mayor tasa de bocado (64 bocados/minuto), frente a vacas de bajo mérito, que sólo alcanzan un máximo de 61 bocados/minuto. La alta tasa de bocado encontrada en este ensayo también se podría adjudicar parcialmente, a que en las horas en las que se realizaron mediciones del número de bocados, coincidieron con las horas de mayor consumo. El consumo de materia seca de pradera por bocado en SP fue de 0,53 g MS/bocado a una tasa de 35 g/min lo que concuerda con los datos entregados por Gibb y col. (1997) para animales sólo a pastoreo en primavera.

La disminución del tiempo de pastoreo es de 10 minutos por cada kilogramo de concentrado (MS) ingerido (9,8 min para CF y 10,4 min para CA), valores cercanos a los reportados por Pulido y Leaver (2001) en su experimento 2. Al respecto, Arriaga-Jordan y Holmes (1986) describen disminuciones de 11 minutos para pastoreo continuo y 8 minutos para pastoreo rotacional por kilogramo de concentrado ofrecido. Bargo y col. (2002) señala valores de 11 min/kg de concentrado, para vacas de alta producción pastoreando en dos distintos niveles de disponibilidad de pradera (25 y 40 kg MS/vaca/día) en pastoreo rotativo. Los resultados obtenidos se encuentran muy similares a los descritos en una revisión bibliográfica por Bargo y col. (2003), los que señalan que en promedio las vacas sin suplemento, pastorean 578 min/día y el tiempo de pastoreo es reducido en 12 min/día por cada kilogramo de concentrado ingerido.

Si bien, no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos en el tiempo de pastoreo, tanto total, diurno y nocturno, las relaciones porcentuales entre estas se mantienen, destinando en todos los tratamientos un 73% del tiempo total de pastoreo, a pastoreo diurno. Albright y Arave, (1997), señalan proporciones un poco mayores al tiempo de pastoreo diurno y nocturno (85% y 15% respectivamente). Estas diferencias se podrían explicar, si tomamos en cuenta que el día considerado en el ensayo corresponde a un rango de 14 horas, el cual correspondió al período que transcurrió entre la salida y la puesta de sol, y no al nivel de luminosidad total o número total de horas luz, el que fue mayor.

Para la rumia, se observa en este ensayo que en CA fue significativamente mayor a los otros tratamientos, lo que estaría en relación con los niveles de consumos de materia seca y de FDN, correspondiendo este último a 9,2 kg para SP, 9,6 kg para CF y 9,7 kg para CA, siendo estos el 46,7%, 44,6% y 41,3% del total de la materia seca consumida respectivamente. En ambos casos, los valores fueron mayores a los otros tratamientos, pero sólo significativo para el consumo de materia seca. Los resultados de rumia diurna para CF, fueron menores que SP en forma significativa, pero no hubo diferencias en cuanto a la rumia total. Este comportamiento de rumia difiere del descrito por Balocchi y col. (2002), quien no encontró diferencias de rumia total entre tratamientos suplementados con distintos concentrados y sin suplementación. El tiempo dedicado a rumia nocturna correspondió a 64%, 66% y 63%, de la rumia total para SP, CF y CA respectivamente, lo que concuerda con el señalado por Dulphy y col. (1980) quien estimó que el tiempo dedicado a la rumia nocturna va de entre el 50% al 70% del tiempo de rumia total.

En el gráfico 6 se muestra la relación existente entre el índice de fibrosidad y la tasa de consumo de materia seca de todas las vacas durante el ensayo. Se aprecia que los animales en SP se distribuyen hacia la derecha del gráfico alejándose del eje y, lo cual podría deberse a que SP, registra una mayor ingesta de pradera, por lo que la estructura de la fibra vendría estimulando los niveles de rumia. Por otro lado se aprecia que los tratamientos CF y CA presentan una tendencia hacia el extremo izquierdo del gráfico, lo que concuerda con lo descrito por la NRC (2001), debido a que al adicionar alimentos concentrados, se aumenta el consumo y por lo tanto la tasa de ingesta, producto de una mayor digestibilidad, con lo cual el tiempo destinado a masticar sería menor.

El comportamiento ingestivo promedio diario de los animales en los distintos tratamientos se presenta en los gráficos 1, 2 y 3, los cuales muestran una concordancia en los distintos tratamientos, en cuanto a la prioridad que dan las vacas en pastoreo a ciertas actividades, dedicando el mayor porcentaje de su día a pastorear, rumiar y descansar (echada) (Phillips, 1993).

Los patrones de comportamiento en pastoreo para todos los tratamientos son muy similares, concordando con los descritos por diversos autores (Hodgson, 1990; Phillips, 1993; Balocchi y col. 2002), presentándose dos ciclos importantes de pastoreo. El primer ciclo comienza muy temprano por la mañana, es interrumpido por la ordeña y continúa luego de ésta, llegando a un peak cercano al medio día, sólo SP presenta un leve aumento en su actividad cercano a las 15:00 horas. El segundo gran ciclo ocurre después de la ordeña de la tarde, alcanzando un máximo de pastoreo cercano a las ocho de la tarde. Existe finalmente, un tercer ciclo de menor importancia cercano a la media noche.

La rumia se comporta de forma inversa al comportamiento del pastoreo, presentándose de la misma forma dos grandes ciclos. La rumia es principalmente nocturna desarrollándose una gran actividad después de las 10 de la noche, concordando con lo descrito por Balocchi y col. (2002). El segundo ciclo marcado se aprecia alrededor de las 15:00 horas. Este comportamiento coincide con lo descrito por Hodgson (1990) y Balocchi y col. (2002), ya que en general se puede apreciar que después de cada gran período de pastoreo existe un periodo

de rumia. En este segundo ciclo se destaca un peak de rumia para SP por sobre los otros tratamientos al rededor de las 16:00 horas.

Con la información obtenida en este ensayo se puede concluir que la suplementación con concentrados de distintas fuentes de carbohidratos (CF y CA), en vacas lactantes de alta producción a pastoreo primaveral, no afecta el consumo total de materia seca, ni el comportamiento del pastoreo. El consumo de materia seca total fue significativamente mayor para CA frente SP. La tasa de sustitución de pradera por concentrado fue mayor para CF (0,67 kg de pradera/kg de concentrado) que para CA (0,27 kg de pradera/kg de concentrado). El tiempo dedicado a pastorear no presentó diferencias tanto entre tratamientos con suplementación (CF y CA) como en comparación con el tratamiento sin suplementación (SP). El tiempo de rumia fue mayor para CA ($P < 0,05$).

7. BIBLIOGRAFIA

- ARRIAGA-JORDAN, C. M., W. HOLMES. 1986. The effect of concentrate supplementation on high yielding dairy cows under two systems of grazing. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 107:453-461.
- ALBRIGHT, J.L. 1993. Feeding behaviour of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76:485-498.
- ALBRIGHT, J. L., C. W. ARAVE. 1997. The behaviour of cattle. CAB International. London U.K.
- ARNOLD, G. W. 1981. Grazing behaviour. In: Morley, F. F. M. (ed). World animal science B1- Grazing animals. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Holanda.
- BALOCCHI, O. 1999a. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. En: Latrille, L. (editor). Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, pp 186-214
- BALOCCHI, O. 1999b. Recursos forrajeros más utilizados. *Agroanálisis*. 184: 37-40.
- BALOCCHI, O., R. PULIDO, J. FERNANDEZ. 2002. comportamiento del pastoreo en vacas con y sin suplementación con concentrados. *Agricultura Técnica (Chile)*. 62:87-98.
- BAO, J., P. S. GILLER, J. J. KETT. 1992. The effect of milk production level on grazing behaviour of Friesian cows under variable pasture conditions. *Ir. J. Agric. Res.* 31:23-33.
- BARGO, F., L. D. MULLER, J. E. DELAHOY, T. W. CASSIDY. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85:1777-1792
- BARGO, F., L. D. MULLER, E. S. KOLVER, J. E. DELAHOY. 2003. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
- BATEMAN, R. 1970. Nutrición animal. Manual y métodos analíticos. Centro regional de ayuda técnica. México.
- BECK, A., R. PESSOT. 1992. Producción de leche en praderas permanentes durante la primavera. *Agrosur*. 20 (1): 34-39.
- DADO, R., M. ALLEN. 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 132-144.

- DADO, R., M. ALLEN. 1995. Intake limitation, feeding behaviour, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J. Dairy Sci.* 78:118-133.
- DALLEY, D. E., J. R. ROCHE, C. GRAINGER, P. J. MOATE. 1999. Dry matter intake. Nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different herbage allowances in spring. *Aust. J. Exp. Agric.* 39:923-931.
- DE BOEVER, J., A. DE SMET, D. DE BRABANDER, C. BOUCQUE. 1993. Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *J. Dairy Sci.* 76: 140-153.
- DELAHOY, J. E., L. D. MULLER, F. BARGO, T. W. CASSIDY, L. A. HOLDEN. 2003. Supplemental Carbohydrate Sources for Lactating Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86:906-915
- DIXON, R. M., C. R. STOCKDALE. 1999. Associative effect between forages and grains: consequences for feed utilization. *Austr. J. Agric Res.* 50:757-773.
- DULPHY, J. D., B. REMOND, M. THERIES. 1980. Ingestive behaviour and related activities. In: Ruminants. British grassland society. Winter meeting. December. Grassland planning. London, England, pp. 1-12.
- FIA-UACH. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona Sur. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile.
- FORBES, J. M. 1986. The Voluntary Food Intake of Farm Animals. Butterworth y co. (Publishers) Ltd. London, U.K.
- FORBES, J. M. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International. London, U.K.
- GRANT, R. J., J. L. ALBRIGHT, 2000. Farm Animal Metabolism and Nutrition. D'Mello, J.P.F. (ed.). CABI publishing, U.K.
- GIBB, M. J., C. A. HUCKLE, R. NUTHALL, A. J. ROOK. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and forage Science.* 52:309-321.
- GIBB, M. J., C. A. HUCKLE, R. NUTHALL, A. J. ROOK. 1999. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63:269-287.
- GOERING, H. K., P. J. VAN SOEST. 1972. Forage and fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agric. Handbook 379. ARS-USDA: Washington DC. USA.

- HAFEZ, E. S., SHEIN, M. W., R. EWBANK. 1969. The behaviour of cattle. In: Hafez, E. S. (ed). The behaviour of domestic animals. London, England.
- HARGREAVES, A., O. STRAUCH, N. TEUBER. 2001. Efecto de la carga animal y de la suplementación reguladora a vacas lecheras a primavera y verano sobre la producción de leche. *Cien. Inv. Agr.* 28(2):89-102.
- HODGSON, J. 1982. Ingestive behaviour. In: Leaver, J.D. (ed.).Herbage intake handbook. Hurley: British Grassland society. UK.
- HODGSON, J. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. In: Frame J. (ed.). Grazing. Occasional Symposium No. 19. British Grassland Society UK, pp. 51-64.
- HODGSON, J. 1990. Grazing management: Science in to practice. Logman Handbooks in Agriculture. Essex, England.
- HODGSON, J., I. M. BROOKES. 1999. Nutrition of grazing animals. En: White J., J. Hodgson (eds.). Pasture and Crop Science. Oxford University Press, Auckland, N.Z.
- HOLDEN, L. A., L. D. MULLER, S. L. FALES. 1994. Estimation of Intake in High Producing Holstein Cows Grazing Grass Pasture. *J. Dairy Sci* 77:2332-2340
- HOLMES, W. 1989. Grass. Its production and utilization. Oxford Blackwell publications. London, England.
- KELLEYWAY, R., S. PORTA. 1993. Feeding concentrates: Supplement for Dairy cows. Glen Iris, Victory: Dairy Research and Development Corporation.
- KENNEDY, J., P. DILLON, L. DELABY, P. FAVERDIN, G. STAKELUM , M. RATH. 2003. Effect of Genetic Merit and Concentrate Supplementation on Grass Intake and Milk Production with Holstein Friesian Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 86:610-621.
- KOLVER, E. S., L. D. MULLER. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81:1403-1411.
- LACA, E.A., UNGAR, E. D., N. G. SELIGMAN, M. W. DEMMENT. 1992. Effect of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass forage Sci.* 47:91-102.
- LE DU, Y. L. D., P. D. PENNING. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: Leaver, J.D. (ed). Herbage intake handbook. Hurley. British Grassland society.
- LEAVER, J. D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 52:313-344.

LEAVER, J.D., 1986. Effect of supplements on herbage intake and performance. In: Frame J. (ed.). Grazing. Occasional Symposium No. 19. British Grassland Society UK, pp79-88.

MAYNE, C. S. 1988. Grassland management grazing. Agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hilborough. Milk production. Occasional Symposium N°16 pp.25-34.

MAYNE, C. S., I. A. WRIGHT 1988. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow. In.: Garnsworthy, P. C., (ed). Nutrition and Lactation in the dairy cow. Butterworths. London, England, pp: 208-294.

McGILLOWAY, D. A., A. CUSHNAHAN, A.S. LAIDLAW, C.S. MAYNE, D.J. KILPATRICK. 1999. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass Forage Sci.* 54:116-126.

McGILLOWAY, D. A., C. S. MAYNE. 1996. The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. In: Garnsworthy, P.C., J. Wiseman, J. Haresign (eds). Recent advances in animal nutrition. Nottingham: Nottingham University Press. UK, pp. 135-169.

MEIJS J. A. C. 1986. Comparison of starchy and fibrous concentrates for grazing dairy cows. In: Frame J. (ed.). Grazing. Occasional Symposium No. 19. British Grassland Society UK, pp 129-137

MULLER, L. 1999. Programa de suplementación de vacas lecheras de alto potencial genético en pastoreo. En: Latrille, L. (editor). Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Chile, pp 1-19.

MULLER, L. D., S. L. FALES, 1998. Supplementation of Cool-season Grass Pastures for Dairy Cattle. En: Cherney J. H., D. J. R. Cherney (eds.). Grass for Dairy Cattle. CABI publishing. New York, USA.

NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, National Research Council. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington, D.C.

OWENS, F. N., C. F. HANSON. 1992. External and Internal Markers for Appraising Site and Extent of Digestion in Ruminants. *J. Dairy Sci.* 75: 2605-2617.

PEYRAUD, J. L., E. A. COMERÓN, M. H. WADE, G. LEMAIRE. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Ann. Zootech.* 45:201-217.

PEYRAUD, J. L., L. DELABY, R. DELAGARDE, 1997. Quantitative approach of dairy cows nutrition at grazing: some recent development. XXIII Reunión Sociedad Chilena de Producción Animal. Valdivia, Chile, Octubre, pp.60-93.

- PEYRAUD, J. L., L. DELABY. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. In: Garnsworthy P. C., J. Wiseman (eds). *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, UK, pp 203.
- PHILLIPS C. J. C., J. D. LEAVER. 1986. Season and diurnal variation in the Grazing behaviour of dairy cows. In: Frame J. British (ed.). *Grazing. Occasional Symposium No. 19*. Grassland Society UK, pp 98-104.
- PHILLIPS, C. J. C. 1993. *Cattle Behaviour*. Farming Press Books. Ipswich. U.K.
- PHILLIPS C. J. C. 2000. *Principles for Cattle Production*. CABI publishing U.K.
- PULIDO, R., M CERDA, W. SHER. 1999. Efecto del nivel y tipo de concentrado sobre el comportamiento productivo de vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Arch. med. Vet.* 31:177-187.
- PULIDO, R. G., O. BALOCCHI, J. FERNANDEZ. 2001. Efecto del nivel de producción de leche sobre el comportamiento ingestivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Arch. Med. Vet.* 33:137-144.
- PULIDO, R. G, J. D. 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 Forage Sci.* 56:57-67.
- ROOK, A. J. 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. In: Grass. Hopkins A. (ed.). *Its production and utilization*. Third edition. Blackwell science. UK.
- ROSELER, D. K., D. G. FOX, A. N. PELL, L. E. CHASE. 1997. Evaluation of alternative equations for prediction of intake for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:864-877.
- SAUVANT, D., J. DIJKSTRA, D. MERTENS. 1995. Optimization of urinal digestion: a modeling approach. In: Journet, M., E. Grenet, M-H. farce, M. Theriez, C. Demarquilly (eds). *Recent developments in the nutrition of herbivores*. Proceedings of IVth international symposium on the nutrition of herbivores, INRA Editions, Paris. Pp. 143-165.
- SAYERS, H. J., C. S. MAYNE, C. G. BARTRAM. 2003. The effect of level and type of supplement offered to grazing dairy cows on herbage intake, animal performance and rumen fermentation characteristics. *Animal Science*, 76: 439-454.
- STAKELUM, G. 1986. Herbage intake of grazing dairy cows. 1. Effect of autumn supplementation with concentrates and herbage allowance on herbage intake. *Irish J. Agric. Res.* 25:31-40.

STOCKDALE, C. R., K. R. KING. 1983. Effect of stocking rate on the grazing behaviour and faecal output of lactating dairy cows. *Grass Forage Sci.* 38:215-218.

STOCKDALE, C. R. 1985. Influence of some sward characteristics on the consumption of irrigated pastures grazed by lactating dairy cows. *Grass Forage Sci.* 40:31-39.

STOCKDALE, C. R. 2000. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 40:913-921.

TELLER, E., M. VANBELLE, P. KAMATALI. 1993. Chewing behaviour and voluntary grass silage intake by cattle. *Livestock Production Sci.* 67:585-591.

TEUBER N, 2001. Énfasis en el establecimiento de praderas permanentes. En: Seminario de praderas. Hacia un nuevo estilo productivo. Serie de actas nº 09. Instituto de Investigación Agropecuaria. Chile, pp 15-20.

TITGEMEYER, E. C. 1997. Design and Interpretation of Nutrient Digestion Studies. *J. Anim. Sci.* 75:2235-2247.

UNGAR, E. D. 1996. Ingestive Behaviour. In: Hodgson, J. and A.W. Illius (eds.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. CAB INTERNATIONAL. U.K.

WELCH, J. G., A. P. HOOPER. 1988. Ingestión de alimentos y agua. En: Church, D. (editor). *El rumiante fisiología digestiva y nutrición*. Editorial ACRIBIA. S. A., Zaragoza, España.

8. ANEXOS

Anexo 1. Condición productiva de los animales al inicio del ensayo

Nº vaca	Prod. Leche (lt/día)	Días post-parto	Peso vivo (kg)	Nº de partos	C. C.
2160	34,08	48	491	2	2,5
1955	34,90	45	599	5	3,5
274	31,50	63	530	5	3,0
1960	35,36	49	529	5	2,5
1973	36,90	52	535	4	2,0
1191	34,60	49	496	3	2,5
1188	32,40	46	482	2	2,5
1108	32,36	63	588	3	2,5
1167	35,20	64	539	3	3,5
1201	31,48	49	528	3	2,0
992	28,40	59	525	7	3,0
2068	31,00	52	477	3	2,5

Anexo 2. Distribución de los animales en los tratamientos por períodos durante el ensayo.

Periodo	Tratamientos		
	SP	CF	CA
1	1973	2160	1167
1	1191	1955	1201
1	1188	274	992
1	1108	1960	2068
2	1167	1973	2160
2	1201	1191	1955
2	992	1188	274
2	2068	1108	1960
3	2160	1167	1973
3	1955	1201	1191
3	274	992	1188
3	1960	2068	1108

Anexo 3. Composición química y digestibilidad de la pradera disponible según período durante el ensayo.

	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	ofrecida	consumida	ofrecida	consumida	ofrecida	consumida
Materia seca (%)	18,57	19,75	16,52	22,54	21,48	19,35
Cenizas Totales (%)	10,07	9,79	10,41	7,96	10,92	8,62
Proteína Bruta (%)	28,7	29,02	21,58	26,17	14,44	15,34
Energía Metabolizable (Mcal/Kg.)	2,82	2,87	2,84	2,7	2,47	2,79
Fibra Detergente Neutro (%)	44,65	43,62	47,85	52,68	47,8	44,17
Valor D (%)	78,1	79,6	78,7	74,7	67,3	77,2

Anexo 4. Planilla utilizada para registrar el comportamiento durante el ensayo.

HORA DE INICIO:							
N°	N° AUTOCROTAL	0	10	20	30	40	50
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

P Vaca parada
 B Vaca bebiendo
 RE Rumiando Echada
 RP Rumiando Parada
 C Caminando
 E Echada
 O Ordeña
 Co Comiendo
 * Patio Sala de ordeña

OBSERVACIONES: _____

9. AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Dr. Rubén Pulido por su asesoramiento y el tiempo invertido en la realización de este trabajo.

Agradezco a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DID), por el apoyo prestado a través del financiamiento del proyecto de investigación DID S-2002-03.

Agradezco también, al personal del predio Vista Alegre, perteneciente al Centro Experimental de Predios Agrícolas (CEPA), en especial a don Erico Benavides, por su buena disposición y colaboración durante el ensayo.

De manera muy especial agradezco la colaboración de mi amigo Pablo Aguilera, por su valiosa ayuda en la realización de la parte práctica de este trabajo.

De la misma forma agradezco a Natalia, Paulina y Rodrigo, por el apoyo brindado en todo este tiempo.