

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE ZOOTECNIA

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON DOS TIPOS DIFERENTES DE
CARBOHIDRATOS EN EL CONCENTRADO SOBRE LA RESPUESTA
PRODUCTIVA, EN VACAS LECHERAS EN PASTOREO PRIMAVERAL.**

**Memoria de Titulo presentada como parte
de los requisitos para optar al TITULO DE
MEDICO VETERINARIO.**

PABLO ALBERTO AGUILERA SOTO
VALDIVIA-CHILE

2003

PROFESOR PATROCINANTE: Dr. Rubén Pulido F.

 firma

PROFESORES CORRECTORES: Dr. Roberto Ihl B.

 firma

Dr. Renato Gatica G.

 firma

FECHA DE APROBACION: _____

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. RESUMEN	4
2. SUMMARY	5
3. INTRODUCCIÓN	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS	12
5. RESULTADOS	17
6. DISCUSIÓN	20
7. CONCLUSIONES	24
8. BIBLIOGRAFÍA	25
9. ANEXOS	29
10. AGRADECIMIENTOS	32

1. RESUMEN

Se realizó un ensayo en pastoreo primaveral durante 63 días, para estudiar el efecto de 2 tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado, sobre la respuesta productiva y el cambio de peso vivo en vacas lecheras. Se seleccionaron 12 vacas Frisón Negro Chileno de parición de primavera, las que fueron asignadas a un diseño de cuadrado latino de 3x3, con tres tratamientos y tres periodos. Los tratamientos fueron: SP, sólo pastoreo; CF, pastoreo + 6 kg/día de concentrado base coseta de remolacha; y CA, pastoreo + 6 kg/día de concentrado base cebada. Los tratamientos fueron estudiados en tres periodos de 21 días cada uno. En cada periodo se registró en forma diaria la producción de leche de cada vaca. La composición de leche (grasa, proteína y urea) se analizó en cuatro oportunidades durante la última semana de cada periodo para cada vaca. El peso vivo de las vacas fue registrado una vez por semana durante todo el ensayo. La materia seca de la pradera se midió cada 2 días y la composición química de ésta se determinó en cada periodo.

La producción de leche promedio (24,2; 28,5 y 29,8 litros/día, para SP, CF y CA respectivamente), la concentración de grasa láctea (3,65; 3,44 y 3,40%, para SP, CF y CA respectivamente) y de proteína láctea (2,88; 2,99 y 3,01%, para SP, CF y CA respectivamente), fueron afectados significativamente por la suplementación, pero sin ser afectada por el tipo de concentrado. La concentración de urea en leche no presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. El cambio de peso vivo (-1,87; -1,27 y 0,24 kg/día, para SP, CF y CA respectivamente) fue significativamente diferente para CA, con respecto a los otros dos tratamientos.

2. SUMMARY

An experiment was carried out to evaluate the effect of type of carbohydrate in the concentrate supplementation on the animal production response of dairy cows under a rotational grazing system over 63 days, in spring. Twelve spring calving Friesian dairy cows were used in a 3x3 Latin Square design, with: 3 treatments and 3 periods. Treatments studied were: SP; only grazing, CF; grazing plus 6 kg/day of a sugar beet pulp based concentrate, CA; grazing plus 6 kg/day of a barley based concentrate. The treatments were studied with rotations of approximately 21 days. In each period, milk yield was recorded on a daily basis and milk composition in four opportunities on the last week. Once a week live weight was recorded throughout the trial. Dry matter yield was estimated in three opportunities weekly, pasture and concentrate samples were collected in the last week of each period.

Average milk yields (24.2; 28.5 and 29.8 liters/day, for SP, CF and CA respectively), milk fat contents (3.65; 3.44 and 3.40%, for SP, CF and CA respectively) and milk protein contents (2.88; 2.99 and 3.01%, for SP, CF and CA respectively) were significantly affected by concentrate intake, without effect of the type of concentrate. No differences were observed among treatments for milk urea content ($p>0.05$). Live weight gain (-1.87, -1.27 and 0.24 kg/day, for SP, CF and CA respectively) was significantly affected by the type of concentrate.

3. INTRODUCCION

La superficie total del territorio continental de Chile es de 75,4 millones de hectáreas, de las cuales 8,5 millones de hectáreas poseen aptitud para el desarrollo de la ganadería y sólo 5,1 millones de hectáreas, es decir, un 6,8% son suelos arables. En la actualidad existen alrededor de 600.000 hectáreas destinadas a la producción de leche bovina (INE, 1997).

La producción de leche es una de las actividades más importantes del sector pecuario, ya que dicha producción valorizada corresponde a un 0,7% del P.I.B. nacional y al 31% del P.I.B. sectorial (Bonilla, 2002). Desde los años 1986 a 2001 se ha producido un acelerado y sostenido crecimiento del sector lechero nacional, con algunas fluctuaciones a fines del siglo pasado (1999–2000). Este crecimiento en la producción ha sido del orden del 8,1% promedio anual y se ha debido principalmente a inversiones realizadas en el ámbito predial y a importantes avances en el manejo nutricional y genético (Best, 2002). Dentro de este último, el uso de genotipos especializados en producción de leche, sobre todo toros de raza Holstein cruzados con vacas de doble propósito, ha llevado a disponer de un tipo de ganado lechero más eficiente y capaz de elevar los niveles de producción de leche, siendo la consecuencia directa de esto un aumento considerable en la producción de leche por vaca y por hectárea. La mayor productividad de estos animales puede ser explicada en parte porque ellos tienen un mayor consumo de alimento y porque dirigen una mayor proporción del alimento consumido hacia la producción de leche y una menor proporción para el almacenamiento de reservas corporales (Grainger y col., 1985). Generalmente es aceptado que aumentos en producción de leche tienen un gran efecto sobre los requerimientos del animal, aumentando el apetito y el consumo de alimento (Pulido, 1997a).

Dentro de la zona sur, la décima región concentra al 80,6% de los productores del país, que producen el 65,8% de la leche nacional (Bonilla, 2002). La mayor parte de los sistemas productivos de la zona sur del país basan su alimentación en el pastoreo de praderas permanentes, por ser este el recurso más abundante y barato (Ruiz, 1997).

Los mayores requerimientos nutricionales de las vacas de alta producción no siempre pueden ser satisfechos sólo por la pradera, debido a que los nutrientes que ésta aporta varían durante el año, tanto en cantidad como en calidad (Muller, 1999). El 40% o más de la producción de la pradera se concentra en los meses de primavera, lo cual produce normalmente excedentes de forraje, los que deben ser conservados para ser suministrados en periodos de déficit. Durante la primavera el aporte de proteína cruda del forraje es alto, en cambio, el aporte de energía metabolizable es medio y el de fibra cruda es bajo (Ruiz, 1997).

Pulido (1997b), señala que las praderas bien manejadas entregan un alimento de gran calidad para vacas lecheras, pero son incapaces de sustentar un alto nivel de producción de leche. La composición nutritiva de las praderas bien manejadas bajo pastoreo en estado

vegetativo es en promedio 20 a 25% de proteína cruda y 2,8 Mcal/kg de MS de energía metabolizable y entre 35 a 40% de FDN (Muller, 1999), que según Anrique (1990), alcanza para lograr una producción de leche de 24 litros por vaca / día sólo a pastoreo. Otros estudios llegan a la conclusión de que la pradera es capaz de soportar producciones de leche de hasta 30 litros / día en las primeras etapas de la estación de pastoreo (Arriaga-Jordan y Holmes, 1986). Sin embargo, estas altas producciones se pueden lograr por pocas semanas, ya que el valor nutritivo de la pradera cambia, produciéndose variaciones en la concentración de proteína cruda, energía metabolizable, fibra cruda, digestibilidad de la materia orgánica, etc (Anrique, 1990). Aparte de los cambios químicos que se producen en la pradera, hay que agregar los cambios fisiológicos que se producen en el animal durante la estación de pastoreo, los cuales tienen un marcado efecto en la ingestión de nutrientes y en la eficiencia de utilización de estos para la producción de leche (Leaver, 1985). Además, Le Du y col. (1979), señalan que a medida que la estación de pastoreo avanza, el consumo también se ve disminuido debido a cambios en la calidad de la pradera producidos por pisoteo y contaminación fecal.

El bajo consumo de materia seca ha sido identificado como la principal limitante en la producción de leche en vacas de alta producción, en sistemas pastoriles (Leaver, 1985). Según Potter (2003), cuando se ofrece una pradera con una altura (prepastoreo) de entre 15 y 20 cms, el consumo de MS es máximo. Además, es generalmente aceptado que en estas praderas los animales con mayor potencial productivo tienen una mayor capacidad de ingestión de materia seca (Currant y Holmes, 1970).

La investigación de Kolver y Muller (1998), reportó que vacas en lactancia temprana que consumían una pradera de alta calidad en primavera, tuvieron un consumo de MS de 19 kg o 3,4% del peso vivo. Sin embargo, cuando se las comparó con vacas que recibían una ración totalmente mezclada (RTM), las vacas en pastoreo consumieron 4,4 kg menos de MS. Los consumos de MS y EM fueron menores en las vacas en pastoreo, sin embargo, los consumos de PB y FDN no difirieron entre las vacas en pastoreo y las vacas que consumen una RTM. La diferencia en el consumo de MS, más que la diferencia en el contenido de energía de la pastura por kg de MS, pareció ser el principal factor responsable del menor consumo de energía y producción de leche. Según Pulido (1997b), animales de alta producción consumen entre 0,2 y 0,4 kg de materia seca extra de forraje por kg de aumento en la producción de leche, con el fin de satisfacer sus demandas nutritivas.

Debido al cambio en la composición nutritiva de las praderas y a su incapacidad para sustentar altos niveles productivos, se recurre al uso de alimentos suplementarios, tanto forrajes conservados como concentrados, que aportan los nutrientes que la pradera no puede entregar (Leaver, 1985). Dentro de éstos, los concentrados, aparecen como la mejor elección en un mercado donde existe una gran cantidad de ellos para ser usados como suplementos. Sin embargo, la respuesta productiva que se ha encontrado frente a la suplementación con concentrados a veces es escasa y antieconómica (Muller, 1999).

El objetivo principal de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo es aumentar el consumo total de MS y de energía, en comparación con aquellas que sólo pastorean (Bargo y

col., 2003b), ya que así se optimiza la rentabilidad por vaca y por unidad de superficie. Entre los objetivos específicos de la suplementación se pueden incluir: 1) aumentar la producción de leche por vaca, 2) aumentar la carga y la producción de leche por unidad de superficie, 3) mejorar la utilización de la pradera a través de mayores cargas animales, 4) mantener o mejorar la condición corporal en épocas de limitación de praderas, 5) aumentar el largo de la lactancia en épocas de limitación de praderas y 6) aumentar el contenido de proteína en la leche a través de la suplementación energética (Kellaway y Porta, 1993).

La suplementación de vacas lecheras en pastoreo es usada en nuestro país generalmente en forma estratégica y está orientada principalmente a paliar la déficit de materia seca, de nutrientes específicos y aumentar los niveles de producción por sobre los que se pueden lograr alimentando sólo con praderas (Pulido, 1997a). Los principales factores que determinan la cantidad de suplemento que se debe administrar son la cantidad y calidad de la pradera y el potencial productivo que tienen las vacas (Potter, 2003).

Cuando las vacas en pastoreo reciben suplementos, el consumo de MS de pradera generalmente disminuye, lo cual es conocido como tasa de sustitución (TS). La tasa de sustitución es calculada como: $TS \text{ (kg/kg)} = (\text{consumo de MS de pradera en vacas no suplementadas} - \text{consumo de MS en vacas suplementadas}) / \text{consumo de MS de suplemento}$. Una tasa de sustitución < 1 kg significa que el consumo total de MS en las vacas suplementadas es mayor que el consumo total de MS en las vacas no suplementadas. Una tasa de sustitución $= 1$ kg significa que el consumo total de MS en las vacas suplementadas es el mismo que en las vacas no suplementadas. Por lo tanto, la tasa de sustitución sería uno de los principales factores que explicarían la variación observada en la respuesta en leche a la suplementación (Bargo y col., 2003a). Para el rango de suplementación con concentrados que va entre 1,8 a 10,4 kg MS/vaca/día, el consumo de MS de pradera disminuyó 1,9 kg/día o 13% en comparación con dietas de pradera únicamente (14,8 kg/día). El consumo de MS total aumentó 3,6 kg/día o 24% en comparación con el consumo de MS total en dietas de sólo pradera (Arriaga-Jordan y Holmes, 1986; Bargo y col., 2002).

El consumo de MS puede ser expresado como el producto entre tiempo de pastoreo (min/día), tasa de bocados (bocados/min) y peso de bocado (grMS/bocado) (Hodgson y Brookes, 1999; Rook, 2000). Ha sido demostrado que existe una relación negativa entre tiempo de pastoreo (min/día) y consumo de MS de concentrado. En promedio, el tiempo de pastoreo de vacas no suplementadas es de 578 min/día, y el tiempo de pastoreo es reducido en 12 min/día por cada kilo de concentrado consumido (St-Pierre, 2001).

Del mismo modo se ha hipotetizado que la tasa de sustitución es causada por efectos asociativos negativos en el rumen. Interacciones entre la digestión de concentrados y pradera pueden reducir la digestión de la fibra debido a que la energía provista por el concentrado (carbohidratos fermentables) puede resultar en reducciones del pH ruminal, lo cual puede disminuir la actividad o el número de bacterias celulolíticas, reducir la tasa de digestión de la fibra de la pradera y por lo tanto, reducir el consumo de MS de la pradera (Dixon y Stockdale, 1999).

Diversos estudios han reportado que la TS es mayor a medida que la disponibilidad de pradera aumenta. Al separar los estudios disponibles en la literatura, en alta y baja disponibilidad de pradera, se observa que la TS es diferente. Cuando se ofrece una baja disponibilidad de pradera (<25 kgMS/vaca/día) la tasa de sustitución promedió 0,2 kg pradera/kg concentrado y al ofrecer una alta disponibilidad de pradera (>25 kgMS/vaca/día) la tasa de sustitución promedió los 0,62 kg pradera/kg concentrado (Bargo y col., 2003a).

En estudios que se ha evaluado el efecto de la disponibilidad de pradera sobre la tasa de sustitución y la respuesta a la suplementación en vacas lecheras de alta producción, han reportado que la tasa de sustitución aumentó y la respuesta a la suplementación disminuyó a medida que la disponibilidad de pradera aumentó. Esos estudios mostraron una relación negativa entre respuesta a la suplementación y tasa de sustitución (TS, kg pradera/kg concentrado) indicando que a menor tasa de sustitución, mayor respuesta en leche (Bargo y col., 2003a; Meijs y Hoekstra, 1984).

Kennedy y col. (2003), agregan que vacas de alta producción en pastoreo, al ser suplementadas con concentrados exhibirían una mayor respuesta en producción de leche (>1kg de leche/kg de MS de concentrado) y una menor tasa de sustitución (0,4 a 0,6 kg de MS de pradera/kg de concentrado) que vacas de baja producción de leche. La respuesta marginal en producción de leche al aumentar la cantidad de concentrado ha sido descrita como sigmoidea, ya que el incremento marginal en leche por kilo de concentrado disminuye a medida que la cantidad de concentrado aumenta (Kellaway y Porta, 1993). Según algunos estudios la respuesta marginal disminuyó sobre los 3 a 4 kg / día de concentrado, cuando la cantidad y la calidad de pradera no fueron limitantes y con vacas lecheras de moderado mérito genético (Bargo y col., 2003b).

Sin embargo, la producción de leche en vacas de alta producción en lactancia temprana, aumenta linealmente a medida que el consumo de MS de concentrado aumenta hasta 10 kg/día, con una respuesta promedio de 1 kg leche/kg de concentrado. La producción de leche de vacas de alta producción en lactancia tardía, sin embargo, aumenta a medida que la cantidad de concentrado aumenta pero con una menor respuesta marginal por kilo de concentrado (Bargo y col., 2003b).

En la misma revisión de literatura (Bargo y col., 2003b), se señala que la suplementación redujo el porcentaje de grasa en leche en promedio 0,24 unidades porcentuales por kg de leche o 6% en comparación con dietas de sólo pradera. La suplementación con concentrados aumentó el porcentaje de proteína en leche en promedio 0,13 unidades porcentuales por kg de leche o 4% en comparación con dietas de sólo pradera.

Se a señalado que al usar concentrados fibrosos versus almidonosos, en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, los concentrados fibrosos aumentaron ligeramente el consumo de MS de pradera y, por lo tanto, el consumo total de MS. Esto sería causa que la suplementación con un concentrado altamente fermentable (almidón) más el consumo de MS de pradera altamente degradable, disminuiría el pH ruminal y la digestión del forraje (Arriaga-Jordan y Holmes, 1986), produciendo un aumento en el tiempo de retención del alimento en el

rumen, lo que limitaría el consumo de MS. Según Meijs (1986), vacas que pastoreaban una pradera de ballica perenne de alta calidad, al ser suplementadas con un concentrado fibroso consumían más MS comparadas con vacas que consumían un concentrado basado en almidón. Sin embargo, Bargo y col. (2003b), encontraron que la producción de leche fue levemente reducida cuando se utilizaron concentrados fibrosos en vez de almidonosos. La mayoría de los trabajos no reportan cambios en el porcentaje de grasa en leche, a excepción del realizado por Sayers (1999), en que al administrar altas cantidades de concentrados fibrosos (10 kg/día) el porcentaje de grasa aumentó. Por su parte, el porcentaje de proteína disminuiría cuando se utiliza un concentrado fibroso en vez de uno almidonoso. Las diferencias observadas entre los resultados de los trabajos pueden deberse a que las fuentes de almidón y/o fibra de los concentrados utilizados no es la misma, además de los tipos de praderas y otros elementos de las dietas que son factores que afectan la tasa de degradación de los alimentos en el rumen (Bargo y col., 2003b).

Delahoy y col. (2003), sugieren que la suplementación con concentrados en base a almidón puede ser más beneficiosa cuando los animales pastorean praderas de mediana calidad, mientras que los concentrados basados en fibra son más beneficiosos al ser administrados junto con praderas de alta calidad.

Ha sido demostrada una alta correlación entre urea en sangre y en leche, al observar que ésta es capaz de atravesar el epitelio alveolar de la glándula mamaria y difundirse en la leche, debido a que es una molécula muy pequeña y soluble en agua (Wittwer y col., 1993). La principal fuente de urea sanguínea proviene de la digestión de las proteínas degradables del alimento por parte de los microorganismos del rumen, los cuales en este proceso liberan amonio el cual es utilizado para la síntesis de aminoácidos y posteriormente proteínas bacterianas, proceso que requiere de energía. Cuando se produce un exceso de amonio en el rumen (producto de un exceso de proteína degradable y/o de un déficit de energía en la dieta), éste es absorbido por el epitelio ruminal y transformado en urea en el hígado, la cual se distribuye por todos los tejidos y, el exceso, es eliminado a través de la orina y la leche (Dunham, 1998). La conversión de amonio en urea en el hígado requiere una sustancial cantidad de energía, la cual podría ser utilizada para la producción de leche (Young, 2001). Según Muller (1999), este uso de energía produciría pérdidas que alcanzarían para producir entre 1,5 a 3,0 kg de leche por vaca/día.

Wittwer y col. (1993), consideran que la concentración de urea en leche sería un buen indicador de la relación energía : proteína de la dieta. La suplementación con un concentrado basado en almidón disminuye la concentración de urea en la leche, lo que sugiere que las vacas alimentadas con este tipo de concentrados utilizan mejor el nitrógeno disponible en la dieta que las vacas suplementadas con concentrados fibrosos (Delahoy y col., 2003).

En relación con el cambio de peso vivo, Pulido y col. (1999), encontraron que es posible impedir la pérdida de peso corporal en vacas lecheras de alta producción en lactancia temprana que producen leche en base a pradera, al suministrar tanto concentrados fibrosos como amiláceos. Por otro lado Mansfield y col. (1993), plantean que al sustituir un concentrado amiláceo por uno fibroso, se reduce la cantidad de insulina circulante en la

sangre, lo que estimula la movilización de las reservas corporales y ,por lo tanto, una mayor pérdida de peso corporal al usar un concentrado fibroso en vez de uno amiláceo.

La literatura nacional no dispone de antecedentes suficientes que permitan tomar decisiones con respecto a la influencia de distintos tipos de concentrado en la producción y composición de leche, así como su efecto en el peso vivo de vacas lecheras en pastoreo primaveral en el sur de Chile.

La hipótesis que se plantea para este ensayo es: La suplementación con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado de vacas lecheras en pastoreo primaveral, no modifica la respuesta productiva en producción ni composición de leche, como tampoco el cambio de peso vivo de los animales.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Ubicación del ensayo

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

4.1.2 Animales seleccionados

Se trabajó con 12 vacas de raza Frisón Negro Chileno, las cuales fueron seleccionadas del total del rebaño de los predios experimentales “Vista Alegre” y “Santa Rosa”, considerando el número de lactancia, época de parto y producción de leche al inicio del ensayo.

Los grupos de vacas fueron asignados de acuerdo a la producción de leche, peso vivo y edad al parto, al inicio del ensayo.

4.1.3 Ambiente

Se utilizaron 3,4 hectáreas de pradera permanente mejorada, divididas en 2 potreros de 1,7 hectáreas cada uno, los cuales se encontraban aproximadamente a 400 metros de distancia de la sala de ordeña.

4.1.4 Alimentos

Los alimentos utilizados en el ensayo fueron los siguientes:

-Ración Base: pradera permanente mejorada, uniforme en cuanto a composición botánica, edad y manejo.

-Concentrados: dos tipos de concentrado, ambos pelletizados, los cuales poseían 3,1 Mcal/EM como mínimo y 16% de proteína cruda en base a materia seca.

-Agua: se ofreció *ad-libitum*, dispuesta en bebederos en potreros y patio de espera de la sala de ordeña.

-Sales minerales: Vetersal Lechería Alta Producción

4.1.5 Principales ingredientes de los concentrados

Concentrado “F”: compuesto por un 11% de afrecho de soya y 89% de coseta seca de remolacha.

Concentrado “A”: compuesto por un 10% de afrecho de soya y un 90% de cebada.

4.2 MÉTODO

4.2.1. Identificación y agrupación de los animales

Cada una de las vacas fue individualizada por medio del número del autocrotal de registro del predio.

Las vacas se distribuyeron en tres grupos con cuatro animales cada uno. Dentro de cada grupo los animales se bloquearon según: producción láctea inicial (34,1 \pm 2,2; 33,9 \pm 1,7; 31,5 \pm 2,8 litros/día por grupo), número de lactancias previas (3,0 \pm 0,8; 4,3 \pm 1,5; 4,0 \pm 2 lactancias), peso vivo (525 \pm 47,4; 537 \pm 44,9; 517 \pm 27,5 kg para cada grupo) y días posparto al inicio del ensayo (53 \pm 7,4; 51 \pm 8; 56 \pm 6,7 días posparto).

4.2.2. Diseño experimental

La prueba de campo tuvo una duración de 63 días, la que fue dividida en 3 períodos de 21 días cada uno, realizándose entre el 26 de Septiembre y 01 de Diciembre del año 2002.

Los tres grupos de vacas se aplicaron a un diseño de cuadrado latino de 3x3 con tres tratamientos y tres períodos. Los tratamientos fueron los siguientes:

- Tratamiento SP: Sólo pastoreo.
- Tratamiento CF: Pastoreo más 6 kg de concentrado “F”.
- Tratamiento CA: Pastoreo más 6 kg de concentrado “A”.

En cada período de 21 días, los primeros 14 días fueron de adaptación a la dieta y los últimos 7 días de fueron de toma de muestras y mediciones.

En cada período se entregó 6 kg/día de concentrado a las vacas, que cursaban los tratamientos CF y CA, en dos porciones de 3 kg durante cada ordeña.

Las sales minerales fueron ofrecidas *ad-libitum*, en los potreros y patio de espera de la sala de ordeña.

Los periodos fueron los siguientes:

- Periodo 1: 30 de Septiembre a 20 de Octubre.
- Periodo 2: 21 de Octubre a 10 de Noviembre.
- Periodo 3: 11 de Noviembre a 01 de Diciembre.

Cada grupo fue asignado a un tratamiento distinto en cada periodo del ensayo, como se detalla a continuación:

Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
Grupo 1	Tratamiento SP	Grupo 1	Tratamiento CF	Grupo 1	Tratamiento CA
Grupo 2	Tratamiento CF	Grupo 2	Tratamiento CA	Grupo 2	Tratamiento SP
Grupo 3	Tratamiento CA	Grupo 3	Tratamiento SP	Grupo 3	Tratamiento CF

4.2.3. Manejo del Pastoreo

Los potreros fueron rezagados desde el 01 de Agosto, con el objetivo de homogenizarlos y entregar una adecuada disponibilidad de forraje.

Todos los animales fueron manejados en un sólo grupo, pastoreando una superficie de pradera con una disponibilidad que fluctuó entre 35 y 40 kg/MS/vaca/día, la cual fue determinada cada dos días, con un plato medidor de praderas marca “Jenquip®” (filip’s folding plate pasture meter, New Zealand). Dicha superficie de pradera fue repartida en dos franjas diarias mediante el uso de cerco eléctrico, las que fueron ofrecidas después de cada ordeña.

4.2.4. Muestreo

4.2.4.1. Peso vivo:

El peso vivo fue determinado los días viernes de cada semana, después de la ordeña de la tarde, durante todo período que duró el ensayo.

El peso vivo fue registrado mediante el uso de una balanza mecánica para 1.500 kg, con sensibilidad de 1 kilo.

4.2.4.2. Producción y composición de leche:

La producción de leche se midió en forma diaria e individual durante todo el período que duró el ensayo, mediante la utilización de medidores proporcionales tipo Waikato, que posee el equipo de ordeña del predio.

La composición de leche (grasa láctea, proteína láctea y urea láctea) fue analizada a partir de cuatro muestras tomadas durante la última semana de cada período, correspondiendo dos muestras a ordeñas de la mañana y dos a ordeñas de la tarde. Las muestras de leche fueron tomadas del Waikato, ciñéndose a las instrucciones del “Protocolo de Toma y Envío de Muestras de Cooprinsem”.

4.2.4.3. Composición química de la pradera y concentrados:

Las muestras de concentrado y pradera, se recolectaron al comenzar y durante todo el ensayo para el análisis químico. Las muestras de pradera, se recolectaron a ras de suelo, una vez por semana durante todo el ensayo, para formar una muestra compuesta.

4.2.5. Análisis de muestras:

Las muestras de pradera y concentrado recogidas durante el ensayo fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile.

Se realizó un Análisis Proximal (Weende) con el objetivo de determinar: materia seca (MS), cenizas totales (CT) y proteína cruda (PC).

La materia seca se determinó mediante horno de ventilación forzada a 60 °C por 48 horas y estufa a 105 °C por 12 horas (Bateman, 1970). Las cenizas totales se determinaron por combustión a 550 °C por 5 horas (Bateman, 1970). La proteína cruda se determinó por el método de micro Kjeldhal ($N \times 6,25$) (Bateman, 1970).

La energía metabolizable (EM) se determinó por el método de Tilley y Terry (1963) modificado por Goering y van Soest (1972).

La fibra detergente neutro (FDN) se determinó con el método van Soest, por digestión en detergente neutro.

La digestibilidad (valor D) se determinará por el método de digestión “in vitro” de Tilley y Terry (1963).

La proteína, grasa y urea de la leche se analizaron mediante el método infrarrojo-Milkoskan 4300, en el Laboratorio de Calidad de Leche de Cooprinsem, ubicado en la ciudad de Osorno.

4.2.6 Análisis estadístico:

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

Los parámetros sometidos a análisis de varianza fueron, la producción de leche, composición de leche (materia grasa, proteína y urea) y el peso vivo, para lo cual se utilizó un diseño de cuadrado latino de 3x3, con 3 tratamientos y 3 períodos.

Para el análisis de los datos se utilizó el método estadístico lineal, para el cual se incluyó los efectos fijos tratamiento, período y animal, mediante el siguiente modelo:

$$Y_i = U + C_i + T_j + P_k + (P * T)_{ij} + E_{ij} \quad \text{donde:}$$

Y_i: variable dependiente

U : media

C_i: efecto fijo del i-ésimo cuadrado

T_j: efecto fijo del j-ésimo tratamiento

P_k: efecto fijo del k-ésimo período

(P * T)_{ij}: efecto fijo de la interacción entre el k-ésimo período y el j-ésimo tratamiento

E_{ij}: error

5. RESULTADOS

5.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Cuadro 1: Composición química en base materia seca, de los alimentos ofrecidos a vacas lecheras en pastoreo primaveral suplementadas con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado.

	CONCENTRADO		PRADERA	
	“F”	“A”	Prom.	d.s.
Materia Seca (%)	87,8	87,8	18,9	±2,4
Cenizas Totales (%)	8,6	6,2	10,5	±0,8
Proteína Cruda(%)	16,6	17,3	21,6	±7,8
Fibra Detergente Neutro (%)	37,6	22,5	46,8	±1,8
Digestibilidad (%)	84,0	84,2	74,7	±6,4
Energía Metabolizable (Mcal/kg/MS)	3,1	3,1	2,71	±0,1

En el cuadro 1 se puede apreciar que la composición de los concentrados está de acuerdo a lo formulado y donde el concentrado “A” posee un menor porcentaje de fibra detergente neutro que el concentrado “F”. También se observa que la pradera posee un mayor porcentaje de proteína bruta y de fibra detergente neutro que ambos concentrados.

5.2. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Cuadro 2: **Respuesta en producción y composición de la leche de vacas lecheras en pastoreo primaveral suplementadas con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado.**

VARIABLES	TRATAMIENTO			SIGNIFICANCIA
	SP	CF	CA	
Prod. de leche (lts/día)	24,2 b	28,5 a	29,8 a	***
Materia grasa (%)	3,65 a	3,44 b	3,40 b	*
Proteína cruda (%)	2,88 b	2,99 a	3,01 a	***
Urea (mg/dl)	43,35	41,06	43,89	N.S.

N.S.= no significativo ($P > 0,05$)

* = significativo ($P < 0,05$)

** = significativo ($P < 0,01$)

*** = significativo ($P < 0,001$)

En el cuadro 2 se puede apreciar que existen diferencias significativas ($P < 0,001$) en producción de leche, entre los tratamientos SP con CA y CF, en donde estos últimos produjeron más leche, pero sin ser diferentes entre ellos. En relación a la grasa láctea, se observan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos SP con CA y CF, donde estos últimos produjeron un menor porcentaje de materia grasa que SP. La concentración de proteína mostró que los tratamientos CA y CF, sin ser diferentes entre ellos, produjeron un significativamente mayor porcentaje de proteína ($P < 0,001$) que el tratamiento SP. La concentración de urea no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

5.3. RESPUESTA A LOS CONCENTRADOS

Cuadro 3: Respuesta marginal, en litros de leche por cada kilogramo de M.S. de concentrado consumido, en vacas lecheras en pastoreo primaveral suplementadas con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado.

Tratamiento	litros de leche/kg de MS de concentrado consumido
CF	0,81
CA	1,06

Se puede observar que con el tratamiento CA se produce más leche por cada kilogramo de MS de concentrado consumido que con el tratamiento CF.

5.4. PESO VIVO Y CAMBIO DE PESO VIVO DE LAS VACAS

Cuadro 4: Peso vivo y respuesta al cambio de peso vivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral suplementadas con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrado.

VARIABLES	TRATAMIENTO			SIGNIFICANCIA
	SP	CF	CA	
Peso vivo (kg)	521,3	521,5	526,8	N.S.
Cambio peso vivo (kg/día)	-1,87 b	-1,27 b	0,24 a	*

N.S.= no significativo ($P > 0,05$)

* = significativo ($P < 0,05$)

Se puede apreciar que el peso vivo no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) en los diferentes tratamientos, sin embargo, existen diferencias significativas en el cambio de peso vivo de las vacas, ya que con el tratamiento CA se produjo un aumento de peso vivo, mientras que con los tratamientos SP y CF los animales perdieron peso.

6. DISCUSIÓN

Primeramente se analizan los resultados obtenidos en composición química y digestibilidad de la pradera y concentrados. En el cuadro 1, se presenta una descripción de la composición química de la pradera durante el período del ensayo. En este cuadro se puede observar que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de referencia para una pradera permanente, fertilizada, en primavera, de la décima región, según la información de la tabla de “Composición de Alimentos para el Ganado en la Zona Sur” (FIA-UACH, 1995).

Kolver y Muller (1998) en relación a la proteína cruda, señalan que la concentración mínima que debe poseer una pradera para vacas lecheras es de 24% y el máximo aceptado es de 30%, debido a que valores superiores producen problemas de fertilidad y el animal debe gastar energía en eliminar el exceso de urea. Con relación a la energía de la pradera, los mismos autores señalan que este es el nutriente limitante para la producción de leche y que este debería ser de aproximadamente 2,86 Mcal/EM/kg de MS. Según Muller (1999) el máximo de fibra en la pradera debería ser de 35 a 40% de FDN, para vacas lecheras, ya que valores superiores limitan el consumo de MS y valores muy bajos pueden conducir a disminución del pH ruminal y a depresión del porcentaje de grasa en la leche.

Por lo anterior, la pradera utilizada en el ensayo podría ser considerada como de alta calidad, ya que posee entre 20-25% de proteína cruda, aproximadamente 2,8 Mcal/EM/kg de MS (Muller, 1999) y más de 65% de digestibilidad (Delahoy y col., 2003).

Con relación a los concentrados utilizados, se puede apreciar en el cuadro 1, que el concentrado “F” posee un mayor porcentaje de FDN que el concentrado “A”, lo que se debe al mayor porcentaje de fibra que posee la coseta seca de remolacha en comparación con la cebada (FIA-UACH, 1995). Ambos concentrados poseen niveles adecuados de PC y EM para vacas lecheras de alta producción (25 a 35 lt/día) en pastoreo primaveral según lo señalado por Kellaway y Porta (1993).

En el cuadro 2 se presentan las respuestas obtenidas en producción de leche y composición de la leche. Como fuera señalado por Pulido y col. (1999) y Pulido y col. (2002), en relación a la respuesta en producción de leche en vacas en pastoreo primaveral suplementadas con concentrados, se puede observar que las vacas que fueron suplementadas con concentrados, independiente del tipo de carbohidratos en este, produjeron más leche (29,15 lts/día) que las vacas que dispusieron sólo de pastoreo (24,2 lts/día), siendo esta diferencia significativa ($P < 0,001$). Además se observa que el tratamiento CF produjo 17,8% más leche que el tratamiento SP, y el tratamiento CA produjo un 23,1% más que el tratamiento SP. Esto concuerda con lo reportado en una revisión bibliográfica realizada por Bargo y col. (2003b), en donde se afirma que las vacas que son suplementadas con concentrado producen un 22% más leche que las vacas que sólo consumen pradera. Según Kolver y Muller (1998) esta mayor producción de leche se explicaría por el hecho que las vacas que reciben

concentrado, consumen más materia seca y energía que las vacas que pastorean sin recibir concentrado. La ausencia de diferencias en producción de leche entre los distintos concentrados, coincide con lo reportado por Leiva y col. (2000), quienes no encontraron diferencias en la producción de leche, al comparar vacas que consumían concentrados fibrosos (pulpa seca de cítricos) versus amiláceos. La tendencia a una mayor producción de leche del tratamiento CA se debería a que este tratamiento, tuvo una menor tasa de sustitución, por lo tanto, un mayor consumo de materia seca (Felmer, 2003), lo que coincidiría con lo encontrado por Valk y col. (1990). Otra explicación es la que postulan Leiva y col. (2000), quienes informan que los concentrados a base de almidón son más glucogénicos (ya que aumentan la cantidad relativa de propionato en rumen), por lo que producen más lactosa en la glándula mamaria, la cual es determinante para la producción de leche. Por otro lado, los concentrados a base de fibra son más lipogénicos (ya que estimulan la producción de acetato en rumen), por lo que producen menos lactosa.

La producción de materia grasa en leche no mostró diferencia estadística ($P > 0,05$) entre los tratamientos CF y CA, pero fueron significativamente menores ($P < 0,05$) que en el grupo sólo a pastoreo. Al comparar la producción de grasa por litro de leche producido, se puede observar que el tratamiento SP produjo un 6,3% más de grasa que el promedio de los tratamientos CF y CA, lo que concuerda con lo descrito por Bargo y col. (2003b), quienes encontraron que vacas en pastoreo producen un 6% más de grasa en leche que las vacas que son suplementadas con concentrados. Los mismos autores reportan que el contenido de grasa en leche disminuye entre 0,22 y 0,24 unidades porcentuales al suplementar las vacas en pastoreo con concentrados. En este ensayo las vacas que recibieron concentrado (tratamientos CF y CA) produjeron 0,23 unidades porcentuales menos de grasa que las vacas que sólo pastoreaban (tratamiento SP). Estas diferencias pueden ser atribuidas a la cantidad relativa de fibra que suministraron los diferentes tratamientos, en relación al total del consumo de MS ($SP > CF > CA$). Sayers y col. (2003) y Leiva y col. (2000), sostienen que la concentración de grasa en leche está íntimamente ligada con la relación de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen, debido a que la fibra estimula la producción de ácido acético, el cual es utilizado por la glándula mamaria para la formación de ácidos grasos encontrados en la grasa de la leche. Agregan que al suplementar con concentrados aumenta la proporción de propionato en relación al total de ácidos grasos volátiles, disminuyendo la relación acetato:propionato.

Mansfield y col. (1994) encontraron que el contenido de grasa en leche aumentó al suplementar vacas con concentrados fibrosos (pulpa de remolacha azucarera), atribuyendo esto al mayor consumo de fibra por parte de las vacas y a la mayor concentración molar de ácido acético en rumen. Sayers y col. (2003) agregan que al suministrar un concentrado rico en almidón, aumenta la concentración de ácido propiónico en rumen, lo que aumenta la glicemia y los niveles de insulina en sangre. Al aumentar la concentración de insulina en la sangre, aumenta la deposición de nutrientes por parte de los tejidos (lipogénesis) y se reduce la lipólisis, lo que causa una disminución en la oferta de triglicéridos a la glándula mamaria, y por lo tanto una depresión en la producción de grasa en la leche.

Al analizar el porcentaje de proteína en la leche se observa que existió diferencia significativa ($P < 0,001$) entre el tratamiento SP con respecto a los tratamientos CF y CA, los

cuales produjeron un mayor porcentaje de proteína en leche. Las vacas que recibieron concentrado, produjeron 0,12 unidades porcentuales o un 4% más de proteína por litro que las vacas que no recibieron concentrado, lo que coincide con lo descrito por Bargo y col. (2003b), quienes sostienen que en promedio el porcentaje de proteína en vacas suplementadas con concentrado aumenta en 0,13 unidades porcentuales o en un 4% versus las vacas que consumen solo pradera.

Sayers y col. (2003) y Pulido y col. (1999), en ensayos similares a este, encontraron que las vacas que consumieron concentrado produjeron más proteína en leche, independiente del tipo de concentrado ofrecido, obteniendo un aumento en la concentración de proteína de 0,14 grs/kg de leche por cada kilogramo de concentrado consumido. En el presente ensayo se obtuvo un valor similar, ya que por cada kilogramo de concentrado se aprecia un aumento en la concentración de proteína de 0,2 grs por kilogramo de leche. Sin embargo, al comparar la producción de proteína en leche entre los tratamientos CA y CF, no se observan diferencias significativas, aunque se aprecia una tendencia a una mayor producción de proteína en leche por parte del tratamiento CA. Lo anterior podría deberse a que los concentrados a base de almidón serían más eficientes en la utilización de la proteína disponible en la dieta, ya que aumentan la síntesis de proteína bacteriana, aumentando la energía disponible en rumen, por lo tanto, aumentan los niveles de aminoácidos circulantes disponibles para la síntesis de proteínas en leche (Sayers y col, 2003). Además, se debe considerar, según Leiva y col. (2000), el efecto de los azúcares en el concentrado sobre las características fermentativas del rumen, ya que aumentan la concentración relativa de ácido propiónico, que está íntimamente relacionado con la síntesis de proteínas en la glándula mamaria.

Al analizar la concentración de urea en leche no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0,05$), lo que concuerda con lo encontrado por Pulido y col. (1999). Sin embargo, se puede apreciar que los valores de los tres tratamientos se encuentran en el rango superior de los valores de referencia para la especie, que según Wittwer y col. (1993) deben fluctuar entre 15 y 44 mg/dl (2,5 y 7,4 mmol/l). Los altos valores de urea en leche encontrados en este ensayo pueden deberse a que este experimento se realizó en primavera, estación en que generalmente se registran valores más altos de urea en leche (Wittwer y col., 1996) y con animales que se encontraban a inicios de lactancia (80 días en promedio a la mitad del ensayo), ya que el peak de concentración de urea en leche según Young (2001) se presenta entre los 60-70 días postparto.

En el cuadro 3 se muestra la respuesta marginal a los concentrados, en el que se puede observar que el tratamiento CA alcanza una mayor respuesta marginal (1,06 lt de leche/kg de MS de concentrado) que el tratamiento CF (0,81 lt leche/kg de MS de concentrado). La mayor respuesta marginal encontrada en el tratamiento CA puede ser explicada por la menor tasa de sustitución (0,27 kg de MS de pradera/kg de concentrado) que presentó este tratamiento en comparación con el tratamiento CF (0,67 kg de MS de pradera/kg de concentrado) (Felmer, 2003). Bargo y col. (2002), en su experimento obtuvieron como respuesta a la suplementación 0,96 kg de leche/kg de MS de concentrado, en vacas de alta producción en pastoreo, con una alta disponibilidad de forraje (40 kg/MS/vaca/día). En el presente ensayo se obtuvo una similar respuesta marginal promedio en los dos tratamientos (0,96 kg de leche/kg de MS de

concentrado), con una disponibilidad de pradera de 37 kg de MS/vaca/día, la cual correspondería a la mostrada por vacas de alto nivel productivo (Bargo y col., 2003b). Kennedy y col. (2003) agregan que al suplementar vacas de alta producción en pastoreo con concentrados, se obtienen altas respuestas productivas (>1 kg de leche/kg de MS de concentrado), debido a que las vacas de alta producción presentan bajas tasas de sustitución (0,4 a 0,6 kg de MS de pradera/kg de MS de concentrado), lo que concuerda con lo encontrado en este ensayo, donde se obtuvo una tasa de sustitución promedio de 0,47 kg de MS de pradera/kg de MS de concentrado (Felmer, 2003).

En el cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en peso vivo y cambio de peso vivo por tratamientos. En relación con el peso vivo promedio en los diferentes tratamientos no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$), lo que podría deberse a la corta duración del ensayo, así como al efecto del llenado animal (Hoden y col., 1991), lo que no permitiría apreciar diferencias en el peso por tratamientos. Al analizar el cambio de peso vivo se puede observar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos SP y CF (promedio - 1,57 kg/día) con CA, ya que este último produjo una ganancia diaria de peso de 0,24 kg. Esto coincide con el hecho de que los tratamientos SP y CF son los que produjeron un menor consumo total de materia seca, como fue reportado por Felmer (2003). Además, como a sido señalado por Mansfield y col. (1994), el tratamiento CA produciría un aumento en la producción de ácido propiónico en rumen, de glicemia y de insulina en sangre, lo que llevaría a una lipogénesis y por lo tanto, a un aumento de peso corporal de las vacas.

Por lo tanto, la suplementación con 6 kg de concentrado a vacas lecheras en pastoreo primaveral, aumenta la producción de leche y la concentración de proteína y disminuye la concentración de grasa láctea, independiente del tipo de concentrado. La suplementación con concentrado a base de almidón, produce una mayor ganancia de peso vivo que un concentrado a base de fibra.

7. CONCLUSIONES

1. Las vacas suplementadas con concentrado tienen una producción de leche significativamente mayor que las vacas que sólo reciben pradera como alimento.
2. Las vacas que son suplementadas con concentrados producen un mayor porcentaje de proteína y un menor porcentaje de grasa en leche que las vacas que únicamente pastorean.
3. Se acepta la hipótesis nula en que la suplementación con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrados, en vacas lecheras en pastoreo primaveral, no modifica la respuesta productiva en producción ni composición de leche.
4. No se acepta la hipótesis nula en que la suplementación con dos tipos diferentes de carbohidratos en el concentrados, en vacas lecheras en pastoreo primaveral, no modifica el cambio de peso vivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

ANRIQUE, R. 1990. Potencial de producción de la pradera en vacas lecheras. Curso de postgrado. Producción intensiva de leche, capítulo 1. Colegio Médico Veterinario de Chile. Osorno, pp. 53-59.

ARRIAGA-JORDAN, C. M., W. HOLMES. 1986. The effect of cereal concentrate supplementation on the digestibility of herbage-based diets for lactating dairy cows. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 106:581-592.

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 Allowance. *J. Dairy Sci.* 85: 1777-1792.

BARGO, F., G. A. VARGA, L. D. MULLER, E. S. KOLVER. 2003a. Pasture Intake and Substitution Rate Effects on Nutrient Digestion and Nitrogen Metabolism during Continuous Culture Fermentation. *J. Dairy Sci.* 86: 1330-1340.

BARGO, F., L. D. MULLER, E. S. KOLVER, J. E. DELAHOY. 2003b. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86: 1-42.

BATEMAN, J. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. *Centro Regional de Ayuda Técnica*. Ciudad de México, México, pp. 468.

BEST, A. 2002. Evolución de la Recepción de Leche en Chile en los Últimos 40 Años (1960-2001).

Disponible en: http://www.chillan.udec.cl/leche/info/re_leche_chi_60-01.pdf
Consultado el: 20 de Junio del 2003.

BONILLA, W. 2002. Perspectivas de la Producción de Leche Bovina en la Región del BioBio. Aspectos Generales e Investigación de INIA Quilamapu. Disponible en: <http://www.iris.cl/Articulos/Seminario/Lechebovina/Default.htm>
Consultado el: 20 de Junio del 2003.

CURRENT, M. K., W. HOLMES. 1970. Prediction of the voluntary intake of food by dairy cows. 2. Lactating grazing cows. *An. Prod.* 12:213-224.

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 effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *J. Agric. Res.* 50: 757-773.

DUNHAM, D. 1998. Testing for Milk Urea Nitrogen.

Disponible en: <http://www.oznet.ksu.edu/ansi/nletter/dl/98/DL0398.pdf>

Consultado el: 21 de junio del 2003.

FELMER, E. F. 2003. Comportamiento ingestivo de vacas lecheras en pastoreo primaveral suplementadas con dos fuentes de carbohidratos. Tesis Lic., Med. Vet. Universidad Austral de Chile: Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.

FIA-UACH. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile.

GRAINGER, C., A. W. F. DAVEY, C. W. HOLMES. 1985. Performance of Friesian cow with high and low breeding indexes. 1. Stall feeding and grazing experiments and performance during the whole lactation. *An. Prod.* 40:379-388.

HODEN, A., J. L. PEYRAUD, A. MULLER, L. DELABY, P. FAVERDIN. 1991. Simplified rotational grazing management of dairy cows: effects of rates of stocking and concentrate. *J. of Agric. Sci., Camb.* 116:417-428.

HODGSON, J. 1990. Grazing management. Science into practice, Longman group UK Ltda. England.

HODGSON, J., I. M. BROOKES. 1999. Nutrition of grazing animals. Page 117 *in* Pasture and Crop Science. White, J., and J. Hodgson, eds. Oxford University Press, Auckland, N.Z.

INE. Instituto Nacional de Estadística. CHILE 1997. VI Censo Nacional Agropecuario.

KELLAWAY, R., S. PORTA. 1993. Feeding concentrates supplements for dairy cows. Dairy Research and Development Corporation. Australia.

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.

LEAVER, J. D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 52:313-344.

Le DU, Y. L. P., J. COMBELLAS, J. HODGSON, R. D. BAKER. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2. The effects of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and Forage Sci.* 34:149-260.

LEIVA, E., M. B. HALL, H. H. VAN HORN. 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 83: 2866-2875.

MANSFIELD, H. R., M. D. STERN, D. E. OTTERBY. 1993. Effects of beet pulp and animal by-products on milk yield and *in vitro* fermentation by rumen microorganisms. *J. of Dairy Sci.* 77: 205-216.

MEIJS, J. A. C., J. A. HOEKSTRA. 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. I. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass and forage Sci.*, 39: 59-66.

MEIJS, J. A. C. 1986. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 2. Effect of concentrate composition on herbage intake and milk production. *Grass Forage Sci.* 41:229–235.

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

POTTER, B. 2003. Profiting from pasture. En: Ontario Milk Producer magazine. Disponible en: http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/info_profiting.htm Consultado el: 10 de junio del 2003.

PULIDO, R. G. 1997a. Consumo voluntario de pradera, una limitante para la producción de leche a pastoreo. En: Revista de Soc. Chilena de Buiatria. 5:21-24.

PULIDO, R. G. 1997b. Interaction of pasture conditions, concentrate supplementation and milk yield level in relation to dairy cow performance and behavior. Ph. D. Thesis, Wye College, University of London.

PULIDO, R. G., M. CERDA, W. STEHR. 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., S. ESPINDOLA, A. LAVERNE, H. URIBE. 2002. Suplementación con maíz molido o roleado al vapor y comportamiento productivo de vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Archivos de Zootecnia.* 51:397-400.

ROOK, A. J. 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. Page 229 *in* Grass: its production and utilization. A. Hopkins, ed. Blackwell Science.

RUIZ, I. 1997. Conceptos generales del rol de la pradera en la producción de leche. En: Serie de Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal. 5:13-37.

SAYERS, H. J. 1999. The effect of sward characteristics and level and type of supplement on grazing behaviour, herbage intake and performance of lactating dairy cows. Ph.D. Thesis. Queen's University of Belfast. The Agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hillsborough.

SAYERS, 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 Sci.* 76:439-454.

ST-PIERRE, N. R. 2001. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *J. Dairy Sci* 84:741-755.

TILLEY, J. M. A., R. A. TERRY. 1963. A two stage technique the *in vitro* digestion of forage crops. *J. of British Grassland Society*, 18: 104-111.

VALK, H., H. W. KLEIN POELHUIS, H. J. WENTINK. 1990. Effect of fibrous and starchy carbohydrates in concentrates as supplements in herbage-based diet for high yielding dairy cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 38:475-486.

WITTEWER, F., J. M. REYES, H. OPITZ, P. A. CONTRERAS, H. BOHMWALD. 1993. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalances nutricionales. *Arch. Med. Vet.* 25: 165-172.

WITTEWER, F. 1996. Diagnóstico de desbalances de energía y proteínas mediante el análisis de muestras de leche y su impacto productivo en rebaños lecheros. III Seminario "Aspectos Técnicos y Perspectivas de la Producción de Leche", Ed. F. Lanuza. Serie Remehue N° 64:71-84.

YOUNG, A. 2001. Milk Urea Nitrogen Test (MUN).

Disponible en: <http://extension.usu.edu/publica/agpubs/agdair01.pdf>

Consultado el: 09 de Julio del 2003.

9. ANEXOS

Anexo N° 1: Producción de leche promedio de cada vaca, por tratamiento durante la última semana de cada periodo.

N° Vaca	PERIODO 1		PERIODO 2		PERIODO 3	
	Trat.	Prod. (lts)	Trat.	Prod. (lts)	Trat.	Prod. (lts)
1973	SP	24,5	CF	28,8	CA	30,2
1191	SP	24,3	CF	28,8	CA	28,4
1188	SP	28,4	CF	31,3	CA	31
1108	SP	23,6	CF	28,9	CA	27,3
1960	CF	27,3	CA	30,4	SP	30,8
274	CF	27,3	CA	28,5	SP	24
1955	CF	32,4	CA	34,3	SP	26
2160	CF	29,6	CA	27,5	SP	25,3
2068	CA	30,9	SP	16,9	CF	21
11167	CA	29,2	SP	21,3	CF	28,4
1201	CA	35,5	SP	26,6	CF	32,7
992	CA	24,3	SP	19,8	CF	24,5

Anexo N° 2: Composición de la leche (materia grasa, proteína y urea) de cada vaca durante la última semana de cada periodo.

N° Vaca	PERIODO 1			PERIODO 2			PERIODO 3		
	MG (%)	PC (%)	U (mg/dl)	MG (%)	PC (%)	U (mg/dl)	MG (%)	PC (%)	U (mg/dl)
1973	4,02	2,98	52,4	2,86	2,83	46	3,5	3,0	37,3
1973	3,12	2,91	43,2	3,53	2,87	43,3	3,27	2,93	34,2
1188	3,78	3,02	52,2	3,49	2,93	48,8	3,66	3,22	34,7
1188	3,45	3,07	51,7	3,62	3,0	48,2	3,32	3,21	31,9
1191	3,13	2,97	57,6	2,98	2,76	52,3	3,47	2,98	36,3
1191	2,89	2,98	53,4	2,52	2,83	56,1	3,28	3,07	32,5
1108	4,04	3,08	44,5	3,71	3,01	38,7	3,29	3,08	38,6
1108	3,61	3,14	42,6	3,48	3,07	43,7	3,02	3,12	35,1
1960	2,95	3,06	33,8	3,54	2,93	41,7	3,37	2,93	32,7
1960	2,56	3,13	34,1	3,28	3,1	36,4	3,34	2,86	32,1
274	4,79	3,17	46,5	3,76	3,22	48,2	4,11	2,99	41,1
274	3,96	3,13	41	3,68	3,16	47,5	3,79	2,93	36,4
1955	3,35	2,79	41,3	2,87	3,15	42,3	2,56	2,54	34
1955	3,35	2,78	40,7	2,88	3,16	46	3,58	2,53	30,6
2160	3,69	3,07	52,4	3,68	3,23	55,1	4,14	3,17	50,1
2160	3,47	3,04	46,1	3,43	3,21	52,4	3,71	3,07	53,2
992	3,50	2,86	52,7	4,67	2,55	33,8	3,77	2,64	33,2
992	3,27	2,87	44,6	4,4	2,58	43,1	2,92	2,74	29,8
2068	3,66	2,81	56,9	4,09	2,8	40,2	3,8	3,15	38,2
2068	3,32	2,9	52,9	3,5	2,84	42,1	3,75	3,16	39,6
1167	3,47	2,62	51,4	4,11	2,77	40,2	3,57	3,04	34,3
1167	3,28	2,63	47	3,66	2,72	39,3	3,56	3,05	28,8
1201	3,77	2,98	50	3,32	2,8	45,1	3,72	3,29	36,5
1201	3,02	2,82	47,7	3,25	2,9	48,9	3,59	3,23	32

Anexo N° 3: Peso vivo y cambio de peso vivo de cada vaca, por tratamiento durante la última semana de cada periodo.

vaca	trat.	PERIODO 1		trat.	PERIODO 2		trat.	PERIODO 3	
		peso vivo(*) (kg)	camb. peso vivo(**) (kg/día)		peso vivo(*) (kg)	camb. peso vivo(**) (kg/día)		peso vivo(*) (kg)	camb. peso vivo(**) (kg/día)
1973	SP	498	-2,29	CF	500	-1,71	CA	505	1,14
		482			488			513	
1191	SP	485	-1	CF	525	-6,14	CA	513	2,43
		478			482			530	
1188	SP	490	-1,43	CF	507	-4,29	CA	485	4,57
		480			477			517	
1108	SP	567	-0,43	CF	587	-1,86	CA	600	0,14
		564			574			601	
1960	CF	528	-1,14	CA	532	-0,86	SP	541	-0,14
		520			526			540	
274	CF	520	1,43	CA	535	-1,86	SP	545	-0,86
		530			522			539	
1955	CF	571	1,29	CA	600	-1,43	SP	605	-1,14
		580			590			597	
2160	CF	480	0,43	CA	513	-4,14	SP	518	1,14
		483			474			526	
2068	CA	467	0,86	SP	487	-3,57	CF	505	-0,57
		473			462			501	
1167	CA	515	1,43	SP	540	-5,14	CF	535	-0,43
		525			504			532	
1201	CA	527	-2,14	SP	517	-3,86	CF	504	1,86
		512			488			517	
992	CA	525	2,71	SP	542	-3,71	CF	550	-4,14
		544			516			521	

(*) = peso vivo de las vacas correspondiente a los días 15 (arriba) y 21 (abajo) del periodo.

(**) = cambio de peso vivo de las vacas entre los días 15 y 21 del periodo.

10. AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al doctor Rubén Pulido por su apoyo y ayuda desinteresada, que permitió llevar a termino este trabajo.

A Lorena, por su colaboración y tiempo.

A la Dirección de Investigación y Desarrollo de la UACH, quien facilitó los fondos para realizar este trabajo.

Al CEPA y a su personal, por la colaboración en esta investigación.