

## Efecto del tipo de carbohidrato en el concentrado sobre el consumo de alimento de vacas lecheras en pastoreo<sup>#</sup>

Effect of the type of carbohydrate on the concentrate of food intake of dairy cows on pasture

R G Pulido\*<sup>1</sup>, E Felmer<sup>1</sup>, A Hinostroza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Ciencia Animal y Tecnología de Carnes, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

<sup>2</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

### SUMMARY

Two experiments were carried out to evaluate two sources of carbohydrate (fibrous and starchy) in concentrate supplement for high producing dairy cows fed spring pasture. In experiment 1, 12 Friesian cows yielding 33.0 kg/d, were assigned to a 3x3 Latin square design with periods of 21 days. In experiment 2, 27 Friesian cows yielding 29.3 kg/d were assigned to a completely randomized design for 45 days. For both experiments, the treatments included: grazing alone (SP), grazing plus 6 kg/d of sugar beet pulp-based concentrate (Coseta) and grazing plus 6 kg/d of cereal-based concentrate (Cebada). The cows were supplemented twice a day and managed under a strip grazing system on pasture consisting mainly of perennial ryegrass. In Experiment 1 the concentrate diet contained 17.0% crude protein (CP) in the dry matter (DM), with 11.9% CP in Experiment 2. In experiment 1 herbage dry matter intake (10.7 kg/day), total dry matter intake (16.0 kg/day) and grazing behavior were similar for sugar beet pulp-based concentrate and cereal-based concentrate. In experiment 2 herbage dry matter intake (12.4 kg/d), total dry matter intake (17.4 kg/d) and grazing behavior were similar for the supplemented treatments. Unsupplemented cows had a higher herbage dry matter intake in experiment 1 (15.4 kg/day) and lower total dry matter intake (14.2 kg/day) in experiment 2, than the supplemented cows ( $P < 0.05$ ). The results suggest that carbohydrate source in concentrate supplement, did not affect food intake and grazing behavior of dairy cows on these experiments.

*Palabras clave:* vacas, concentrado, pastoreo, comportamiento.

*Key words:* cows, concentrate, grazing, behaviour.

### INTRODUCCION

En regiones templadas, la producción de leche se basa en el pastoreo de praderas permanentes, porque es de bajo costo, en comparación con los sistemas de alimentación en confinamiento. Sin embargo, alimentar con praderas como única fuente de nutriente es a menudo insuficiente para satisfacer los requerimientos energéticos de vacas de alta producción (Kolver y Müller 1998, Pulido y Leaver 2001). Es aceptado que en los sistemas basados en pradera, el bajo consumo de materia seca y energía, y la falta de sincronía en el rumen entre la energía y la proteína cruda aportada por el forraje, son los principales factores que limitan la producción de leche en pastoreo (Stockdale 2000). Por lo tanto, la suplementación energética es necesaria para mejorar la producción. Ha

sido reportado (Peyraud y Delaby 2001) que la fuente de energía en el concentrado tiene muy poco efecto en la producción y en la composición de la leche cuando se suplementa con moderadas cantidades de concentrados (< 6 kg de concentrado/día). Sin embargo, un escaso número de estudios ha evaluado el efecto del tipo de concentrado (amiláceos y fibrosos) sobre el consumo de alimento y comportamiento alimenticio en pastoreo de vacas de alta producción a comienzo de la lactancia (Sayers y col 2003) y, por lo tanto, no es posible establecer conclusiones confiables acerca de la relación existente entre comportamiento en pastoreo y el tipo de energía en el suplemento concentrado (Bargo y col 2003). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tipo de concentrado, alto en fibra o alto en almidón, sobre el consumo de alimento y el comportamiento en pastoreo de vacas a comienzo de la lactancia en primavera.

### MATERIAL Y METODOS

El experimento 1 se desarrolló desde septiembre a diciembre de 2002 en la Estación Experimental Vista

Aceptado: 28.02.2006.

<sup>#</sup> Financiado por proyecto DID-UACH y FONDECYT 1030331.

\* Casilla 567, Valdivia, Chile, Fax: +56-63-293040, Email: rpulido@uach.cl

Alegre de la Universidad Austral de Chile, ubicada 6 km al norte de la ciudad Valdivia ( $39^{\circ}47'46''$  latitud sur y  $73^{\circ}13'13''$  longitud oeste). El sitio del ensayo corresponde a un suelo de la serie Valdivia (Typic Hapludand), de topografía ligeramente ondulada y sin problemas de drenaje. Se utilizaron 12 vacas Frisón Negro que al inicio de la lactancia promediaban los  $32,2 \pm 2,39$  litros de leche al día,  $2,8 \pm 1,49$  partos,  $53,3 \pm 7,03$  días de lactancia y un peso vivo de  $527 \pm 38,0$  kg (promedio  $\pm$  DE) y fueron bloqueadas de acuerdo a producción actual de leche y asignadas al azar a tres tratamientos dietarios; Tratamiento 1: sólo pastoreo (Pastoreo); Tratamiento 2: pastoreo + 6 kg de concentrado basado en coseta de remolacha (Coseta) y Tratamiento 3: pastoreo + 6 kg de un concentrado basado en cereal (Cebada).

Se utilizó una pradera permanente mejorada, con uniformidad en cuanto a composición botánica, edad de la pradera y manejo, ubicada a una distancia de 300 a 500 m de la sala de ordeña. Las vacas se manejaron en un solo grupo y pastorearon una franja de pradera por un periodo de 12 h. Para determinar la superficie de cada franja se utilizó el método de medición de la altura de la pradera prepastoreo y postpastoreo. La franja fue delimitada por un cerco eléctrico móvil y conociendo la altura de la pradera se determinó la superficie de la franja a través de una regresión entre altura y disponibilidad de MS previamente calculada de acuerdo a la metodología señalada por Hodgson (1990). Adicionalmente, las mediciones de la altura postpastoreo permitieron también regular la superficie de cada franja, ya que el rezago debía ser de 7 cm. Se ofreció una disponibilidad de aproximadamente entre 35 a 40 kg de MS vaca/día, dividido en dos raciones diarias. Las áreas de pastoreo fueron estimadas cada dos días utilizando un plato para medir altura comprimida (Ashgrove Plate Meter, Hamilton, New Zealand) caminando en el potrero en un patrón de W. Finalizado el pastoreo se realizaron cortes de limpieza en estos.

Los suplementos así como las sales minerales fueron entregados individualmente en dos raciones iguales en cada ordeña y los residuos fueron pesados diariamente. Las mezclas de vitaminas y minerales también estuvieron disponibles para todas las vacas en unos saleros en el potrero y en la sala de ordeña. La composición de los suplementos se presenta en el cuadro 2. Las vacas fueron ordeñadas a las 6:30 AM y a las 14:30 PM, registrándose diariamente la producción de leche de cada vaca. En la última semana de cada periodo, una muestra de leche fue tomada en la ordeña de la mañana y de la tarde, para su análisis de materia grasa, proteína y urea en leche. Semanalmente, durante el experimento las vacas se pesaron y se registró su condición corporal, después de la ordeña de la mañana.

Experimento 2 se llevó a cabo desde el 22 de septiembre al 5 de noviembre de 2004. Se utilizaron 27 vacas Frisón Negro que al inicio de la lactancia promediaban

los  $29,4 \pm 0,71$  litros de leche al día,  $3,7 \pm 1,86$  partos,  $54,9 \pm 2,89$  días de lactancia y un peso vivo de  $512 \pm 50,9$  kg (promedio  $\pm$  DE) y fueron asignadas de acuerdo a su producción de leche a 9 grupos de 3 vacas cada uno. Los grupos fueron asignados al azar a tres tratamientos dietarios. Los tratamientos fueron los mismos que los señalados en el experimento 1 y la suplementación utilizada fue considerando ofrecer pradera *ad libitum* y una cantidad de energía metabolizable a través del suplemento concentrado, suficiente para una producción de 30 litros al día. Las vacas pastorearon 8,5 ha de una pradera permanente de similares características a las señaladas en el experimento 1 y la forma en que se midió la disponibilidad de MS y la presión de pastoreo objetivo fue similar a lo señalado en el experimento 1. Los tres tratamientos pastorearon en forma independiente. El manejo de la suplementación así como los procedimientos para medición de producción y composición de leche, peso vivo y condición corporal, fueron similares a los presentados en el experimento 1.

*Procedimientos y muestreo.* En cada periodo experimental del experimento 1, los primeros 14 días fueron utilizados para ajustar las vacas a los distintos tratamientos dietarios y los últimos 7 como periodo experimental y para la realización de las mediciones. En el experimento 2 las mediciones fueron realizadas en forma semanal, en una oportunidad. El consumo de pradera y el consumo total fueron estimados a través del método del rendimiento fecal, usando óxido de cromo como marcador. El cálculo del consumo total y de pradera fue realizado siguiendo la metodología descrita por Le Du y Penninig (1982). En el experimento 1, durante 15 días las vacas se dosificaron con el marcador (6 g de óxido de cromo) y en el experimento 2 las vacas recibieron, por una vez, una cápsula de cromo de liberación lenta (Nufarm Health & Science, Auckland, NZ), la cual liberaba 1,7 gr al día de óxido de cromo por 21 días. En ambos experimentos durante los días 8 a 15 se recolectaron las fecas, dos veces al día después de cada ordeña, para el análisis del óxido de cromo (Bateman 1970).

En la última semana de cada periodo del experimento 1, y en una oportunidad en el experimento 2, se realizaron las mediciones de comportamiento en pastoreo, observándose la actividad de cada uno de los animales cada 10 minutos, durante 24 horas. Las actividades registradas cada 10 minutos fueron: pastoreando, rumiando, bebiendo y caminando. Además, se realizaron tres mediciones de la tasa de bocados para cada vaca, en cada periodo de medición, utilizándose un cronómetro para determinar el tiempo que demoraba cada vaca en dar 60 bocados. Si el tiempo transcurrido entre bocado y bocado era superior a 15 segundos, se anulaba la medición y se iniciaba nuevamente. Para facilitar la observación, las vacas fueron identificadas individualmente con un número visible pintado en cada flanco.

Para ambos experimentos muestras de concentrado y de praderas fueron recolectadas semanalmente. Estas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile. El contenido de materia seca se determinó mediante horno de ventilación a 60°C por 48 horas y estufa a 105°C por 12 h (Bateman 1970), la proteína cruda, por el método Micro Kjeldhal (Bateman 1970) y la energía metabolizable por el método de Tilley y Terry (1963), modificado por Goering y Van Soest (1970). La fibra detergente ácido según AOAC (1996) y la fibra detergente neutro según Van Soest y col (1991). La muestra de pradera correspondió a un corte realizado sobre los 7 centímetros, procurando coleccionar el mismo tipo de material que estaban consumiendo las vacas.

*Análisis estadístico.* En ambos experimentos, los resultados de consumo voluntario y comportamiento en pastoreo fueron sometidos a análisis de varianza utilizando el programa MINITAB (1998). Para el experimento 1, se utilizó un diseño de Cuadrado Latino de 3x3 con tres tratamientos y tres periodos, y 4 cuadrados. Para el análisis de los datos, se usó el modelo lineal general;  $Y_{ijkl} = U + T_i + P_j + C_k + V_l + E_{ijkl}$ , donde:  $Y_{ijkl}$ : Variable dependiente; U: Media,  $T_i$ : Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i = 1, 2, 3),  $P_j$ : Efecto fijo del j-ésimo periodo (j = 1, 2, 3),  $C_k$ : Efecto fijo del k-ésimo cuadrado (k = 1, 2, 3, 4),  $V_l$ : Efecto fijo de la l-ésima vaca (l = 1, 12),  $E_{ijkl}$ : Error residual.

En el experimento 2, el análisis estadístico utilizado fue un diseño de bloques al azar, de acuerdo al siguiente modelo lineal general;  $Y_{ijkl} = U + T_i + E_{ij}$ , donde:  $Y_{ijkl}$ : Variable dependiente; U: Media,  $T_i$ : Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (i = 1, 2, 3),  $E_{ij}$ : Error residual. El análisis no incluyó la producción de leche inicial como covariable, ya que no fue significativa.

## RESULTADOS

*Condiciones ambientales.* En el experimento 1 las temperaturas máximas y mínimas diarias variaron entre los 18,3 y 6,8°C, respectivamente. El promedio diario de agua caída fue de 12,8 mm, lo cual significó una precipitación mayor a la media histórica que considera los últimos 40 años. Por su parte, en el experimento 2 las temperaturas máximas y mínimas diarias fueron de 16,9 y 7,2°C, respectivamente, y la precipitación promedio diaria fue de 5,8 mm, lo cual está señalado como promedio de los últimos 40 años.

*Características de la pradera y de los alimentos suplementarios.* La presión de pastoreo diaria promedio fue de 37 kg MS/día durante los experimentos, valores que estuvieron dentro del rango objetivo (35 a 40 kg MS/vaca/día) (cuadro 1). En el cuadro 2 se muestra la composición química del forraje y de los concentrados utilizados, observándose que en ambos experimentos la pradera alcanzó en promedio un 22,1% de PC, 49,5% de fibra detergente neutro y 2,7 Mcal de EM/kg de materia seca. En cada año ambos concentrados fueron similares en los niveles de proteína cruda y energía metabolizable y los niveles de fibra detergente neutro y fibra detergente ácida fueron menores para el concentrado basado en almidón comparado con el alto en fibra.

*Consumo de forraje y comportamiento en pastoreo.* El efecto de la fuente de los carbohidratos en el concentrado sobre el consumo de forraje y comportamiento en pastoreo para los dos años es presentado en el cuadro 3. El tipo de suplemento no tuvo efecto en el consumo de materia seca de forraje, en el consumo de materia seca total, ni en el comportamiento en pastoreo en ambos experimentos (P<0,05). La suplementación con concentra-

**Cuadro 1.** Manejo del pastoreo a través de los experimentos 1 y 2.

Pasture management and herbage offered throughout experiments 1 and 2.

	Experimento 1	Experimento 2
Manejo del pastoreo	X ± DE	X ± DE
Area, m <sup>2</sup> /vaca/día	134	129
Presión de pastoreo (kg MS/vaca/día)	37,0 ± 2,8	36,6 ± 8,94
Disponibilidad prepastoreo (kg MS/há)	2759 ± 373,6	2749 ± 261,6
Altura promedio prepastoreo (cm) <sup>1</sup>	19,3 ± 2,67	26,4 ± 4,00
Residuo postpastoreo (kg/MS/ha)	1715 ± 87,4	1535 ± 204,3
Altura promedio residuo (cm) <sup>1</sup>	11,8 ± 0,60	11,7 ± 2,0
Eficiencia de utilización (%)	38 ± 9,0	43,7 ± 8,8

<sup>1</sup> = Altura comprimida con plato medidor

**Cuadro 2.** Ingredientes y composición nutricional promedio de la pradera y de los concentrados para ambos experimentos (base seca, a menos que se señale de otra manera).

Ingredients and chemical composition of the herbage and supplements offered throughout experiments 1 and 2 (% of DM), unless otherwise stated.

Item	Experimento 1				Experimento 2			
	Pradera		Concentrados		Pradera		Concentrados	
	X ±	DE	Cebada	Coseta	X ±	DE	Cebada	Coseta
Cebada			79,0	–			93,0	–
Coseta de remolacha			–	72,0			–	86,5
Harina de soja			19,0	26,0			5,0	11,5
Melaza de remolacha			2,0	2,0			2,0	2,0
Materia seca	18,9	2,04	87,8	87,8	15,6	1,4	88,1	88,9
Proteína cruda	23,4	7,80	17,3	16,6	25,1	2,3	12,1	11,6
FDN	46,8	1,80	22,5	34,6	52,1	4,4	26,1	39,9
FDA	24,6	3,70	7,4	21,1	26,0	0,44	6,3	23,3
Extracto Etéreo	–	–	2,28	0,98	–	–	1,8	1,6
Cenizas totales	10,5	0,9	62	86	9,3	1,74	2,5	6,9
EM (Mcal/kg MS)	2,7	0,1	3,02	3,03	2,7	0,08	3,12	3,13
IVDMD <sup>1</sup>	74,7	6,4	84,2	84,0	77,6	2,64	88,0	88,3

<sup>1</sup> IVDMD = Digestibilidad de la materia seca *in vitro*.**Cuadro 3.** Consumo de alimento y comportamiento en pastoreo de vacas lecheras sin suplementación y suplementadas con 2 tipos de concentrados durante los experimentos 1 y 2.

Food intake and grazing behavior of unsupplemented and supplemented dairy cows during experiments 1 and 2.

	Experimento 1					Experimento 2				
	SP	Tratamientos			P =	SP	Tratamientos			P =
		Cebada	Coseta	EE			Cebada	Coseta	EE	
Consumo <sup>1</sup>										
Pradera	15,4	10,9	10,5	0,53	0,001	14,2	12,2	12,6	1,32	0,285
Total	15,4	16,2	15,8	0,53	0,358	14,2	17,1	17,6	1,33	0,035
TS	0	0,85	0,93	–	–	0	0,59	0,68	–	–
FDN						7,4	7,7	8,5	0,68	0,283
Actividades										
Pastoreo	562	507	510	30,7	0,153	510	456	466	26,8	0,118
Rumia	393	418	367	20,6	0,064	451	491	442	20,1	0,051
Tasa consumo	31,4	21,2	19,9	2,23	0,000	28,3	27,1	27,1	3,43	0,941
Tasa bocados	57,4	57,4	55,3	2,91	0,714	52,6	54,9	52,3	2,8	0,594
Bocados diarios	29356	28754	30994	2111	0,544	26789	23955	25617	2131	0,422

<sup>1</sup> Pradera = Consumo de pradera (kg MS/vaca/día), Total = Consumo total de MS (kg MS/vaca/día), TS= Tasa sustitución (kg MS pradera/kg MS concentrado), Consumo de FDN (kg MS/vaca/día), Pastoreo= Tiempo de pastoreo (min/día), Rumia= Tiempo de rumia (min/día), Tasa de consumo= Tasa consumo (g MS/min), Tasa bocados= Tasa de bocado (bocados/min), Bocados diarios= Bocados diarios (bocados/día).

do disminuyó el consumo de materia seca de forraje en ambos experimentos, pero solamente esta fue significativa en el experimento 1. No se observaron reducciones significativas ( $P > 0,05$ ) en el tiempo de pastoreo, ni en la tasa de consumo, por efecto de la suplementación con concentrado.

## DISCUSION

*Características de la pradera y de los alimentos suplementarios.* Los resultados del manejo del pastoreo para ambos experimentos se muestran en el cuadro 1. La eficiencia de utilización para los experimentos 1 y 2 fueron

de 38,0 y 43,7 % respectivamente, y la presión de pastoreo promedió los 37,0 y 36,6 kg/MS/vaca/día, respectivamente, valores que estuvieron dentro del rango objetivo de los ensayos (35 a 40 kg MS/vaca/día). Por su parte, la altura promedio de la pradera fue mantenida sobre los 11 cm para ambos experimentos, lo que asociado a la presión de pastoreo podría indicar que el consumo de pradera estaría en los valores máximos para vacas lecheras a pastoreo, según lo descrito por Hodgson (1990). Esta baja eficiencia concuerda con lo señalado por McGilloway 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%).

La composición química del forraje y del concentrado se muestra en el cuadro 2. Las praderas de climas templados utilizadas con vacas lecheras se describen como de alta calidad cuando contienen entre 18 a 24% de materia seca, un 18 a 25% de proteína cruda, un 40 a 50% de Fibra detergente neutro y entre 2,5 a 2,9 Mcal/kg de EM (Clark y Kanneganti 1998, Kolver y Müller 1998). En estos estudios la calidad de la pradera fue alta en ambos experimentos, promediando un 22,1% de PC, 49,5% de fibra detergente neutro y 2,7 Mcal/kg de EM, valores considerados como representativos de las praderas bien manejadas del sur de Chile (FIA-UACH 1995). La fibra detergente neutro y ácida fueron menores para el concentrado basado en almidón comparado con el alto en fibra, concordando con el aporte de los alimentos constituyentes de las mezclas utilizadas (AFRC 1993).

*Consumo de forraje y comportamiento en pastoreo.* El tipo de suplemento no tuvo efecto en el consumo de materia seca de forraje ni el consumo de materia seca total (cuadro 3), lo cual es coincidente con los reportes de Delahoy y col (2003), y Sayers y col (2003). Sin embargo, en otros estudios en los cuales vacas pastorean praderas de alta calidad, particularmente en primavera, muestran un mayor consumo de forraje y una baja tasa de sustitución cuando concentrados fibrosos se comparan con suplementos rápidamente degradables (Meijs 1986, Stakelum y Dillon 1988). Sin embargo, el pequeño número de estudios y la amplia variabilidad en las tasas de sustitución de forraje por concentrado, en la composición química del forraje y del suplemento utilizado en cada uno de estos experimentos, hacen difícil alcanzar conclusiones definitivas al respecto (Bargo y col 2003). Con los niveles de suplementación utilizados, la energía del suplemento no influyó sobre el comportamiento en pastoreo en ninguno de nuestros experimentos, lo cual está de acuerdo con reportes previos de Sayers y col (2003). La falta de efecto del tipo de carbohidrato en el suplemento sobre las variables de consumo y comportamiento en pastoreo de ambos tratamientos suplementarios pueden explicar por qué no se presentaron grandes diferencias en producción de

leche, como lo señala Pulido y col (2004). Cuando se suplementa a vacas lecheras en pastoreo, éstas reducen la tasa en consumo de materia seca en forraje, pero incrementan el consumo total de materia seca (Arriaga-Jordan y Holmes 1986, Reis y Combs 2000, Bargo y col 2002). Mientras que la suplementación con concentrado disminuyó el consumo de materia seca de forraje en ambos experimentos, solamente esta fue significativa en el experimento 1, donde se presentaron menos variaciones dentro de tratamientos.

Los efectos de los suplementos en el consumo de materia seca del forraje son mediados a través de modificaciones en el comportamiento alimenticio en pastoreo y especialmente a través de la tasa de consumo y en el tiempo de pastoreo (Rook 2000, Pulido y Leaver 2003). Las reducciones numéricas en el tiempo de pastoreo en estos experimentos (10 y 9,8 min/kg concentrado para experimentos 1 y 2, respectivamente) son consistentes con las reducciones significativas señaladas por Arriaga-Jordan y Holmes (1986) y por Rook y col (1994), y con las numéricas reducciones presentadas por Gibb y col (2002). La falta de reducciones significativas en el tiempo de pastoreo encontradas en nuestros experimentos pueden reflejar diferencias entre tratamientos en motivación animal por pastorear, donde la suplementación con concentrado disminuyó la tasa de consumo de forraje en ambos experimentos, pero significativamente sólo en el experimento 1. El tiempo de rumia no fue afectado por el nivel ni tipo de suplemento y los resultados están de acuerdo con previos estudios con vacas que pastorearon con similares niveles de suplementación.

Los resultados sugieren que la fuente de carbohidratos en el concentrado no afecta el consumo ni el comportamiento alimenticio en pastoreo de las vacas lecheras en primavera cuando se suplementa con niveles moderados de concentrados.

## RESUMEN

Dos experimentos se llevaron a cabo para evaluar la fuente de carbohidratos en el suplemento concentrado sobre comportamiento en pastoreo de vacas lecheras de alta producción en primavera. En el experimento 1, 12 vacas produciendo 33 kg/leche por día fueron asignadas a un cuadrado latino con periodos de 21 días cada uno. En el experimento 2, 27 vacas produciendo 29/kg de leche por día fueron asignadas a un diseño completamente al azar por 45 días. Para ambos experimentos los tratamientos fueron: Tratamiento 1: sólo pastoreo (SP), Tratamiento 2: pastoreo + 6 kg de un concentrado basado en pulpa de remolacha (Coseta) y Tratamiento 3: pastoreo + 6 kg de un concentrado basado en almidón (Cebada). Las vacas fueron suplementadas dos veces al día y manejadas en pastoreo rotativo en franjas sobre una pradera consistente principalmente en gramíneas. En el concentrado el porcentaje de proteína cruda en la materia seca %, fue de un 17% y un 11,9%, para el experimento 1 y 2, respectivamente. En los tratamientos suplementados del experimento 1, el consumo promedio de MS de forraje fue de 10,7 kg/día, y el consumo

de materia seca total de 16 kg/día, sin ser diferente entre tratamientos ( $P>0,05$ ). En el experimento 2 el consumo de forraje alcanzó a 12,2 kg/día, el de materia seca total a 17,4 kg/día, y no diferentes entre ambos tratamientos suplementados. Para ambos experimentos, el comportamiento en pastoreo no difirió entre tratamientos suplementados ( $P>0,05$ ). Los resultados sugieren que la fuente de carbohidratos en el concentrado no afecta el consumo ni el comportamiento en pastoreo de las vacas lecheras en primavera cuando niveles moderados de concentrados son entregados.

## REFERENCIAS

- AFRC. Agricultural and Food Research Council. 1993. *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. An advisory manual prepared by the Technical Committee on Responses to Nutrients. Pp 159. CAB International, Wallingford.
- Arriaga-Jordan CM, W Holmes. 1986. The effect of cereal concentrate supplementation on the digestibility of herbage-based diets for lactating dairy cows. *J Agric Sc (Camb)* 106, 581-592.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1996. *Official Methods of Analysis*. 16<sup>th</sup> ed. AOAC, Gaithersburg, VA, USA.
- Bargo F, LD Muller, ES Kolver, JE Delahoy. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J Dairy Sci* 86, 1-42.
- Bargo F, LD Muller, JE Delahoy, TW Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J Dairy Sci* 85, 1777-1792.
- Bateman J. 1970. *Nutrición animal. Manual de métodos analíticos*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica. Pp 468.
- Clark DA, VR Kanneganti. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. En: Cherney JH, Cherney DJR. (eds). *Grass for Dairy Cattle*. Pp 331. CAB International.
- Delahoy JE, LD Muller, JE Delahoy, TW Cassidy, LA Holden. 2003. Supplemental carbohydrates sources for lactating dairy cows on pasture. *J Dairy Sci* 86, 906-915.
- FIA-UACH. 1995. *Composición de Alimentos para el Ganado en la Zona Sur*. Universidad Austral de Chile. Editado por la Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura, Editorial Universitaria, Valdivia, Chile.
- Gibb MJ, CA Huckle, R Nuthall. 2002. Effects of level of concentrate supplementation on grazing behaviour and performance by lactating dairy cows grazing continuously stocked grass swards. *Anim Sci* 74, 319-335.
- Goering HK, PJ Van Soest. 1970. *Forage fiber analysis*. Agriculture Handbook N° 379. Pp 19. Agriculture Research Service - USDA, USA.
- Hodgson J. 1990. *Grazing Management. Science into Practice*. Pp 203. Longman Scientific and Technical. Essex, England.
- Kolver ES, LA Muller. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci* 81, 1403-1411.
- Le Du YLP, PD Penning. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. En: Leaver J.D. (ed) *Herbage Intake Handbook*. Pp 37-76. Hurley: British Grassland Society.
- Leaver JD. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *J Dairy Res* 52, 313-344.
- McGilloway DA, CS Mayne. 1996. The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. En: Garnsworthy PC, Wiseman J, Haresign W. (eds.) *Recent Advances in Animal Nutrition 1996*. Pp 135-169. Nottingham: Nottingham University Press.
- Meijs, JAC. 1986. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 2. Effect of concentrate composition on herbage intake and milk production. *Grass Forage Sci* 41, 229-235.
- MINITAB Release 12 Statistical Software (1998).
- Peyraud JL, L Delaby. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. En: Garnsworthy PC, Wiseman J (eds). *Recent Advances in Animal Nutrition*. Pp. 203. Nottingham University Press, UK.
- Pulido RG, JD Leaver. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked cows. *Grass Forage Sci* 56, 57-67.
- Pulido RG, JD Leaver. 2003. Continuous and rotational grazing of dairy cows—the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass Forage Sci* 58, 265-275.
- Pulido RG, P Aguilera, R Daetz, F Witwer, P Orellana. 2004. Effect of type of concentrate on milk production and composition of dairy cows. *J Dairy Sci* 87, 224.
- Reis RB, DK Combs. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J Dairy Sci* 83, 2888-2898.
- Rook AJ, CA Huckle, PD Penning. 1994. Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Appl Anim Behav Sci* 40, 101-112.
- Rook AJ. 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. En: A. Hopkins, (ed). *Grass: Its Production and Utilization*. Pp 229. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Sayers HJ, CS Mayne, CG Bartram. 2003. The effect of level and type of supplement offered to grazing dairy cows on herbage intake, animal performance and rumen fermentation characteristics. *Anim Sci* 76, 439-454.
- Stakelum G, P Dillon. 1988. The effect of concentrate type on herbage intake of high yielding dairy cows. *Resúmenes 12<sup>th</sup> Meeting European Grassland*. Federation Dublin, Ireland. Pp 143.
- Stockdale CR. 2000. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Aust J Exp Agric* 40, 913-921.
- Tilley J, R Terry. 1963. A two stages technique for the in vitro digestion of forage crops. *J Br Grassl Soc* 18, 104-111.
- Van Soest PJ, JB Robertson, BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74, 3583-3597.