

SUPLEMENTACION DE VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCION A PASTOREO II.

*Ing. Agrónomo. Sra. Claudia Mella Fuentes.
Universidad de Chile.*

INTRODUCCIÓN

La alimentación de vacas lecheras de alta producción en base a praderas permite sistemas de alimentación de bajo costo. No obstante, la calidad y cantidad de la pradera ofertada a estos animales, no es persistente a través del año, existiendo en los meses de menor temperatura una disminución en el forraje producido y hacia el verano una disminución en la calidad nutricional. Dado lo anterior, el productor se ve enfrentado a la necesidad de suplementar a estos animales para que puedan lograr suplir sus requerimientos a través del año y alcancen producciones adecuadas según su mérito genético.

Otra limitante importante para vacas de alta producción mantenida bajo estas condiciones, es que se produce una disminución en el consumo potencial de estos animales, el cual está determinado por su nivel de producción, peso y etapa de lactancia.

Una producción aceptable de sólidos lácteos, en sistemas en base a pastoreo, es dependiente de altos niveles de producción de MS, debiendo ser éstos eficientemente cosechados por medio de vacas con alto mérito genético. Este objetivo es factible de alcanzar si se utilizan adecuadas cargas animales, concentrando la época de parto y haciendo coincidir los requerimientos de los animales con la curva de crecimiento de las praderas, conservando forraje y suplementando a los animales (Kolver, 2003).

Los suplementos por lo general son más costosos que la pradera en sí y se utilizan principalmente durante los períodos de déficit de ésta. En el pasado los más utilizados eran los provenientes de pradera conservada (heno y ensilaje) y cultivos. Hoy en día, sin embargo, el ensilaje de maíz es usado extensamente y también subproductos de las industrias procesadoras de alimentos en general (Holmes *et al.*, 2002).

El objetivo principal de la suplementación es aumentar el consumo total de MS y el consumo de energía respecto de aquellos que se pueden alcanzar con sólo pastoreo (Bargo, *et al.*, 2002 a; Bargo *et al.*, 2003).

Los objetivos específicos buscados en base suplementación son principalmente:

- Aumentar la producción de leche por vaca.
- Aumentar la carga y la producción de leche por unidad de superficie.
- Mejorar el uso de las praderas a través de mayores cargas.
- Aumentar el largo de las lactancias en épocas de producción de MS limitada.
- Aumentar el contenido de proteína en la leche a través de la suplementación energética (Bargo *et al.*, 2003).

Según la literatura consultada, se considerarán como vacas de alta producción, aquellas cuyas producciones alcanzan los 25 kg/d o más en la lactancia temprana y 20 kg/d o más en lactancia tardía.

TIPOS DE SUPLEMENTACIÓN Y RESPUESTA

Suplementación con raciones totales mezcladas (TMR)

La TMR fue diseñada originalmente, para la época del año en la cual el pastoreo es difícil de efectuar (Bargo *et al.*, 2002 b). La suplementación con TMR en sistemas de producción de leche basados en praderas, pueden mejorar el comportamiento productivo de los animales por medio de cambios en la digestión ruminal y fermentación de los alimentos. Este sistema es llamado TMR parcial (TMRp) debido a que el pastoreo efectuado por las vacas no es parte constituyente de la TMR (Bargo *et al.*, 2002 a).

La utilización de TMRp da como resultado una mejora en el comportamiento productivo de los animales, debido a los aumentos en el consumo total de MS y producción láctea con incremento en los contenidos de grasa y proteína. Además, se manifiestan efectos positivos a nivel ruminal como la mantención de un pH más estable y una reducción en la concentración del nitrógeno amoniacal debido a la incorporación en la dieta de recursos forrajeros ricos en fibra efectiva y bajos en proteína cruda (PC), comparados con la pradera. Sin embargo, con TMRp pueden aparecer efectos asociativos a nivel ruminal, como una reducción en la digestión de la fibra detergente neutro (FDN) de la pradera (Bargo *et al.*, 2002 a).

El principal nutriente limitante en vacas alimentadas bajo condiciones de pastoreo es la energía. Esto queda de manifiesto en los resultados obtenidos por Bargo *et al.* (2002 a y b) quienes al comparar vacas con alto mérito genético, a las que se les proporcionaba sólo pradera de alta calidad respecto a otras que consumían una TMR, reportaron producciones lácteas de 29,6 y 44,1 kg/d, respectivamente. La diferencia entre ambos grupos fue asociada a un bajo consumo de MS (19,0 vs. 23,4 kg/d) y energía observado en el primero. Por otra parte, la suplementación con concentrado a vacas mantenidas en pastoreo aumenta el consumo de MS total y la producción, en relación a vacas mantenidas a sólo pastoreo. Ambos sistemas, de igual manera, producen menos que cuando se alimenta a los animales exclusivamente con TMR.

Ensayos efectuados por Bargo *et al.* (2002 a y b), en los que comparan raciones en base a pradera más concentrado (P-C), TMRp y sólo TMR en vacas lecheras de alta producción, concluyeron que las animales alimentados sólo a TMR consumieron 17% más MS en comparación a las vacas en el tratamiento P-C y 2% más que aquellas alimentadas en base a TMRp.

En el Cuadro 1, se resumen los resultados de estos trabajos. Se observa que el consumo total de MS para ambos ensayos es similar. Además, al comparar estos datos con los obtenidos por Kolver (2003), utilizando TMR y sólo pradera en animales de alta producción, se puede inferir el consumo potencial de nutrientes por parte de éstos animales y las limitaciones en el mismo obtenidas al mantenerlos en sistemas en base a praderas de

alta calidad solamente. El consumo de MS (23,4 a 26,7 kg/d) y la producción láctea (39,7 a 44,1 kg/d) de las vacas alimentadas con TMR indican la producción potencial de leche cuando el éste no es limitante y los nutrientes están balanceados en la ración.

Cuadro 1.- Comportamiento productivo de vacas alimentadas con TMR, TMRp, Concentrado más Pradera (C-P) y sólo Pradera de alta calidad (P). (Adaptado de Bargo *et al.* 2002 a ⁽¹⁾ ; b ⁽²⁾ y Kolver, 2003 ⁽³⁾)

PARÁMETROS EVALUADOS	TRATAMIENTOS			
	TMR (100 % TMR)	TMRp (10% concentrado + 30 % pradera y 60% TMR)	P-C (40% concentrado + 60% pradera)	P (100 % pradera)*
Consumo dieta MS (kg/d) (1)	26,30 a	25,70 a	22,60 a	-
Consumo dieta MS (kg/d) (2)	26,70 a	25,20 b	21,60 c	-
Consumo dieta MS (kg/d) (3)	23,40	-	-	19,00
Producción láctea (kg/d) (1)	39,70 a	31,70 a	28,50 a	-
Producción láctea (kg/d) (2)	38,10 a	32,00 b	28,50 c	-
Producción láctea (kg/d) (3)	44,10	-	-	29,6
Grasa láctea (%) (1)	3,30 a	3,30 a	3,10 a	-
Grasa láctea (%) (2)	3,30 a	3,35 a	3,13 b	-
Grasa láctea (%) (3)	3,48	-	-	3,72
Proteína láctea (%) (1)	3,08 a	2,94 a	2,76 a	-
Proteína láctea (%) (2)	2,99 a	2,95 ab	2,82 b	-
Proteína láctea (%) (3)	2,80	-	-	2,61
Nitrógeno úrico en leche (mg/dl) (1)	11,80 a	11,80 a	15,60 a	-
Nitrógeno úrico en leche (mg/dl) (2)	10,60 a	12,00 b	14,90 c	-

Promedios con diferentes letras, en sentido horizontal, difieren significativamente ($P \leq 0,05$)

* g/kg MS; 251 PC, 306 PC soluble, 432 FDN, 228 FDA, 209 CNE, 16,5 MJ EN_L, 77% digestibilidad *in vitro* de la MS

Cabe comentar, que si bien en el trabajo de Bargo *et al.* (2002 a), no existieron diferencias significativas para ninguno de los parámetros evaluados, los autores advierten que esto puede deberse a al bajo número de vacas por tratamiento utilizado (6) en relación al trabajo posterior (45).

Los resultados respecto a la fermentación ruminal, señalan que para los tres tratamientos se obtiene un pH ruminal similar (5,87). Al observar los valores de grasa láctea (Cuadro 1), se aprecia que el ensayo realizado por Kolver (2003), en el tratamiento sólo pradera, se presenta el mayor contenido. Este resultado esta dentro de lo esperado, toda vez que la incorporación de suplementos disminuye dicho contenido por un efecto de dilución.

El sistema TMR maximiza el consumo de MS total y la producción de leche. El porcentaje de proteína y grasa láctea fueron mayores para TMR y TMRp en comparación a P-C. Se reporta además, que las vacas de los tres tratamientos, en ambos ensayos ganaron peso, sin embargo aquellas con TMR tuvieron mayores incrementos en el peso vivo y condición corporal (CC) que las vacas alimentadas con P-C y TMRp.

Por otra parte, estudios han demostrado que el consumo de PC y FDN no difiere entre vacas alimentadas en base a praderas y TMR.

Suplementación con concentrados energéticos

La forma más común de suministrar un suplemento es a través del aporte de un concentrado en base a granos otorgado en parcialidades durante las ordeñas. Con esta estrategia se permite que, animales capaces de alcanzar altas producciones lácteas puedan expresar su potencial genético para consumo y producción, toda vez que la pradera, como único alimento, no es capaz de satisfacer sus requerimientos. Esto se debe a que el consumo de MS y Energía Neta de lactancia (EN_L) de ésta es significativamente más bajo (Delaby *et al.*, 2003; Kolver, 2003; Bargo *et al.*, 2002 c).

En la mayoría de las praderas en la época de primavera, los carbohidratos no fibrosos (CNF) alcanzan entre un 15 a 22% de la MS. Además, las vacas mantenidas bajo pastoreo requieren más energía para mantención que aquellas en estabulación, debido a los menores niveles de actividad que éstas últimas presentan. Dado este hecho, las vacas en pastoreo pueden requerir de 1 a 2 kg/d de concentrado como un “costo fijo” por actividad sin un retorno concreto en producción de leche. La cantidad de CNF y de concentrado necesarios para incrementar el consumo total de energía en sistemas basados en pradera, pueden tener un efecto en el largo plazo en el balance energético, producción de leche, peso vivo, cambios en la CC y comportamiento reproductivo del animal (Muller *et al.*, 2003).

La respuesta a la suplementación con energía puede estar influenciada por los tipos de carbohidratos y granos suministrados. El maíz, es uno de los suplementos más comúnmente utilizados para la alimentación de vacas a pastoreo, provee de energía extra e incrementa el consumo total de MS comparado con sistemas basados sólo en praderas (Delahoy *et al.*, 2003).

Reis y Combs (2002); Soriano *et al.* (2002); Bargo *et al.* (2002 a); citados por Bargo *et al.* (2002 b), reportan que en estudios en los cuales se utilizaron vacas de altas producciones en sistemas a pastoreo la suplementación energética con 8 a 9 kg/d de concentrados basados en grano de maíz resulta en un consumo de MS total de 22 kg/d y una producción de leche de 30 kg/d. Estas producciones son bajas, si se comparan con las alcanzadas por animales estabulados que reciben TMR. Uno de los motivos por los cuales estas producciones son menores está asociado a trastornos en la fermentación ruminal y digestión cuando las vacas pastorean una pradera de alta calidad (< 50% FDN). En praderas de éste tipo, suplementadas de concentrados de alto nivel energético, reducen el pH del rumen (< 6,0), disminuye la relación acetato/propionato, aumenta la concentración de nitrógeno amoniacal y aumenta la tasa de pasaje. Además, la suplementación energética reduce el porcentaje de grasa láctea, lo cual está asociado con el mayor consumo de almidón y la baja fibra efectiva de la pradera (Bargo *et al.*, 2002 b y Bargo *et al.*, 2003). Como se describe con posterioridad estos efectos son menos marcados cuando se suplementa con concentrados ricos en fibra digestible (Muller *et al.*, 2003; Delahoy *et al.*, 2003).

En el trabajo realizado por Sairanen *et al.* (2005), se asoció la disminución en la relación entre Nitrógeno Degradable en el Rumen y el contenido de Materia Orgánica (NDR/MO), en respuesta a la suplementación con concentrado (12,6 MJ EM/kg MS), con una disminución en las pérdidas de N ruminal. La suplementación con concentrado, incrementó la proteína no degradable en el rumen y el flujo microbial hacia el omaso, lo cual proveyó de un mayor suministro de aminoácidos para la producción de leche.

Es necesario por lo tanto, considerar además de la cantidad de energía a suplementar mediante los concentrados, el tipo de carbohidrato suplementario (grano) y el método de aporte. En las raciones basadas en praderas ocurre una falta de sincronía entre los aportes de energía a nivel ruminal en relación a la liberación del N en el rumen. La sincronización de este proceso se sugiere como el medio para mejorar la captura de la proteína degradable en el rumen (PDR), la síntesis de proteína microbiana y por consiguiente la producción animal (Muller, 1999).

Delaby y Peyraud (1994), citados por Delaby *et al.* (2003), hacen referencia a una comparación entre concentrados (3,5 kg MS) en base a trigo (75% almidón de rápida fermentación) o de pulpas y salvado de trigo (80% almidón de rápida fermentación) en la cual no se obtuvo diferencias en producción de leche, contenido proteico ni grasa láctea. A su vez, el aporte de concentrado en base a pulpas y afrecho de trigo y cascarilla de soya (87% de paredes vegetales lentamente fermentables) eleva el contenido de grasa en 1 g/kg, sin embargo no modifica la producción ni el contenido de proteína láctea. No obstante, advierten que con inclusiones mayores de concentrado (sobre 8 hasta 10 kg MS de concentrado) el efecto más frecuente reportado en la literatura es una disminución en el contenido graso, debido al incremento en el contenido de almidón de rápida fermentación y un aumento en el contenido de proteína láctea.

Suplementación con concentrados con alto contenido de fibra digestible

La adición de fibras altamente digestibles tales como coseta de remolacha, cascarilla de soya, cascarilla de algodón, granos procedentes de destilería, pulpa de cítricos, afrechillos, semilla de algodón y otros sub productos, pueden ser beneficiosos en proporcionar fibra fermentable a el rumen. Además, tienden a incrementar el consumo de MS como producto de menores TS y aumentar la producción de leche en sistemas basados en pastoreo (Muller *et al.*, 2003; Delahoy *et al.*, 2003, Meijs, 1986).

Según Bargo *et al.* (2003), al suplementar con concentrados fibrosos de alta digestibilidad a animales a pastoreo de altas producciones, reportaron que éstos aumentan ligeramente el consumo de MS de la pradera (0,13 kg/d), observándose, sin embargo, una gran variación entre estudios (rango 0,7 a 1,4 kg/d). Por otra parte, la producción de leche disminuye ligeramente (-0,46 kg/d) cuando los suplementos fibrosos reemplazan a aquellos con contenidos de almidón altos, existiendo nuevamente un gran rango de variabilidad (-2,6 a 1,3 kg/d). Por otro lado, el contenido de proteína en la leche se redujo (-0,06 unidades porcentuales). Dichos autores, advierten que el número de estudios donde se han probado concentrados fibrosos es escaso. Los ensayos realizados usan en la mayoría de los casos animales en confinamiento alimentados con soiling; por lo tanto, no es posible obtener aún conclusiones definitivas.

Meijs (1986), compara un concentrado rico en almidón respecto de otro con alto contenido de fibra digestible (coseta). Al analizar el efecto del tipo de suplemento sobre el consumo de pradera, observó que con un aporte de 5,4 kg de MO/d de concentrado amiláceo se alcanzó un consumo de pradera de 11,5 kg de MO/vaca/d. Al otorgar una cantidad similar de concentrado rico en fibra digestible, el consumo de pradera fue de un 9,6 % superior.

Este resultado se atribuyó a la menor tasa de sustitución (TS) inducida por el concentrado fibroso. Dicho autor reporta una TS de 0,45 para el concentrado amiláceo y de 0,21 para el fibroso. Por otra parte, la producción de leche corregida al 4,0 % MG fue 1,8 kg/d mayor en vacas que recibieron el concentrado rico en fibra digestible.

En otro ensayo más reciente, Delahoy *et al.* (2003), evaluaron dos suplementos, uno en base a almidón (maíz roleado al vapor) y otro en base a fibra altamente digestible (coseta, cascarilla de soya, afrechillos) en vacas a pastoreo. Estos concluyeron que la alimentación con estos recursos no afecta el consumo de MS, producción de leche, o composición de ésta en la lactancia intermedia en vacas que pastorean praderas de mediana calidad (> 50% FDN), aunque las vacas que recibieron el concentrado fibroso tendieron a aumentar el tenor de grasa.

Según estos resultados Delahoy *et al.* (2003), concluyen además, que la suplementación con concentrados amiláceos puede ser más provechosa en animales que pastorean praderas de mediana calidad (>50 %FDN) y aquella efectuada con recursos fibrosos no forrajeros, puede ser más beneficiosa en animales que pastorean praderas de alta calidad.

Suplementación con granos procesados

Con el propósito de modificar el patrón de fermentación de los granos, estos pueden ser sometidos a diferentes procesos. Algunas de las formas de procesamiento de éstos pueden ser: silos de grano húmedo, copos de maíz, maíz roleado al vapor, copos de sorgo, etc. (Bargo *et al.*, 2003).

Dentro de los resultados más destacables al incorporar granos procesados a las raciones de vacas lecheras de alta producción, está el aumento en el porcentaje de proteína láctea (0,09 a 0,11 unidades porcentuales), lo cual sugiere un aumento en la cantidad de energía disponible en el rumen al procesar éstos. Para el resto de los parámetros evaluados en los estudios revisados por Bargo *et al.* (2003) no existieron diferencias ni en producción de leche, ni en contenido de MG de ésta, concluyendo que la falta de respuesta a la suplementación con granos procesados puede estar relacionada con un cambio en el sitio de digestión, sin afectar el consumo total de energía.

Delahoy *et al.* (2003) realizaron un ensayo con la finalidad de evaluar el reemplazo parcial de maíz partido seco por maíz roleado al vapor. Estos autores concluyen que, la alimentación en base a carbohidratos más degradables en el rumen para alimentar a vacas a pastoreo no afecta el consumo de MS total, la producción de leche ni su composición. En esta experiencia la concentración de nitrógeno plasmático y úrico en la sangre disminuyó. Estos resultados sugieren que el maíz roleado al vapor, mejora la utilización del N en comparación al maíz partido seco, cuando se utilizan praderas de buena calidad (< 50% FDN).

Suplementación con proteína no degradable en el rumen (PNDR)

Las praderas de alta calidad son ricas en proteína degradable en el rumen (PDR), por lo que existirían beneficios al suplementar con proteína no degradable a nivel ruminal. Suministrar 250 a 450 g/vaca/d de PNDR es probablemente benéfico cuando las vacas están produciendo más de 35 kg de leche diarios (Muller *et al.*, 2003). Asimismo, para asegurar una buena producción láctea, Sairanen *et al.* (2005), recomienda concentrados que contengan PNDR para complementar dietas basadas en praderas, lo que podría disminuir sustancialmente las pérdidas de N.

Bargo *et al.* (2003), resumieron ocho estudios realizados en vacas a inicios de lactancia (< 75 días), a pastoreo suplementadas con concentrados isonitrogenados de 14 a 24 % de PB donde fuentes de proteína degradable en el rumen fueron reemplazadas por fuentes de PNDR, observando que el consumo de MS de pradera no se afectó en cinco de los ensayos analizados. Además, se obtuvo un incremento en la producción de leche de entre 6 a 18%, en dos de los ocho ensayos y en siete experiencias no se afectaron ni las producciones de grasa ni de proteína láctea.

Estos mismos autores, señalan que en animales mantenidos bajo condiciones de pastoreo, la cantidad de PNDR que escapa del rumen es función del consumo de MS de pradera y del consumo de MS de suplemento y de sus respectivos contenidos de PNDR. Por otra parte, las especies constituyentes de la pradera tienen una gran influencia en la cantidad de PNDR que escapa del rumen.

Debido que la EM es el primer nutriente limitante para la producción de leche de vacas de alto mérito genético a pastoreo, la suplementación podría ser necesaria para corregir la deficiencia en energía más que la de aminoácidos. Esto podría explicar la baja respuesta productiva en animales que consumen praderas de alta calidad las que son suplementadas con PNDR (Kolver, 2003).

Sairanen *et al.* (2005), indican que en vacas a pastoreo, la producción de leche puede verse limitada por el consumo de EM o de algún aminoácido. Además, puntualiza que la influencia de estos dos factores es imposible de distinguir sin una medición directa del flujo de aminoácidos hacia el intestino. Más específicamente Kolver (2003), señala que como resultado de una eficiente síntesis de proteína microbiana, acompañada de un alto contenido proteico (> 22%) presente en raciones de vacas a pastoreo suplementadas con concentrados, la cantidad y perfil de aminoácidos disponibles para la absorción no parecen ser la primera limitante para la producción de leche, a pesar de la alta degradabilidad ruminal de la proteína de las praderas. La producción puede estar limitada en algunos casos, por algún aminoácido en particular, principalmente metionina y lisina cuando se suplementa en base a granos, incluso cumpliéndose los niveles de PC y FDN recomendadas por el NRC.

Al alimentar con grandes cantidades de ensilaje de maíz (> 30 % de la dieta), se recomienda la suplementación con proteína. Macdonald (1999), investigó la habilidad de urea, afrecho de soya, (nitrógeno altamente degradable en el rumen) y la harina de pescado (PNDR), para suplir las deficiencias de proteínas generadas por las altas inclusiones en la dieta de este ensilaje. La harina de pescado y el afrecho de soya, incrementaron los sólidos

lácteos en verano y otoño. Se sugiere que la incorporación de estas fuentes proteicas, pudo aumentar la digestibilidad total de la dieta o proveer más proteína metabolizable para la síntesis de leche. Concluyendo finalmente que cuando el ensilaje de maíz es el principal suplemento ofrecido, corregir las deficiencias de proteína puede aumentar la producción de sólidos lácteos.

Para suplementar praderas en la etapa de crecimiento activo, los concentrados que se usan más frecuentemente están constituidos por mezclas de granos de diferente velocidad de degradación teniendo además un bajo tenor proteico (Manterola, 2004).

Cabe mencionar que las fuentes de PNDR son más onerosas, por lo tanto, su utilización estará determinada por sus precios respecto al retorno económico que tenga el productor por su producción.

Suplementación con forraje

Como se mencionó anteriormente, las praderas en primavera son a menudo bajas su contenido de fibra y principalmente en “fibra efectiva”, comparadas con los forrajes conservados. Las praderas en esta época presentan entre un 80 a 85% de humedad, lo cual puede inducir a una rápida tasa de pasaje de los alimentos a través del sistema digestivo, situación que es necesario corregir por medio de la incorporación de fibra mediante diversos recursos.

Delaby *et al.* (2003), indican que el aporte de forrajes conservados no produce un incremento en la respuesta desde el punto de vista de la producción y no se justificaría sino, sólo en el caso de escasez de pradera (por ejemplo en verano, debido a sequía estival) con el propósito de aumentar la ingestión total o de prolongar la estación de pastoreo.

Suplementación con ensilaje de maíz

El ensilaje de maíz puede ser un excelente forraje para complementar las praderas, ya que suministra energía extra a los microorganismos ruminales, ayudando a una mejor utilización del alto contenido de N presente en épocas de activo crecimiento (primavera) (Muller *et. al.*, 2003).

La utilización de este tipo de ensilaje se ha efectuado en vacas a pastoreo, en la mayoría de los casos como único suplemento o por otra parte, utilizándolo además de un concentrado en cantidades variables (3,2 kg/d vs. 8,7 kg/d). Phillips (1988), analiza la suplementación con este forraje bajo distintas condiciones. Dicho autores señala que cuando este alimento se aporta en una proporción de hasta un 33 % de la MS, incrementa el consumo total; efecto que está condicionado en gran medida por la disponibilidad de la pradera. Además, se han observado respuestas importantes en producción de leche cuando la disponibilidad de pradera es restrictiva, pero consistentemente se ha visto que ésta disminuye cuando la pradera esta disponible *ad libitum* y el ensilaje de maíz constituye una alta proporción de la dieta.

Estudios más recientes consultados por Bargo *et al.* (2003), en los que se utilizó este forraje concluyen también, que existe una respuesta positiva en producción de leche principalmente cuando la disponibilidad de la pradera es limitante. No obstante, la suplementación con 2,3 kg MS/d de ensilaje de maíz, cuando la disponibilidad de la pradera era alta, redujo el consumo de MS de la pradera y en definitiva no se incrementó el consumo total de MS ni la producción de leche. Por otra parte, no se observaron alteraciones en el contenido de grasa, siendo la proteína superior sólo cuando la suplementación logró incrementar el consumo total de MS.

Chênais *et al.* (1997) citado por Delaby *et al.* (2003), informan la respuesta promedio observada en nueve ensayos en los que se realizó un aporte diario por vaca de 5 kg de MS de ensilaje de maíz. Estos autores no reportaron modificaciones en la producción ni contenido de proteína, sólo señala que existe un aumento en el contenido de materia grasa de la leche (+1,2 g/kg).

Suplementación con heno

Phillips, (1988) señala que el uso de heno en animales en pastoreo, se ha visualizado como un medio de aumentar el consumo de MS cuando la pradera es restrictiva, y como única manera de aumentar el consumo de fibra durante la primavera. Las respuestas observadas en cuanto a producción y composición láctea son muy variables y dependen según dicho autor de la disponibilidad de forraje, y de la época de pastoreo, lo cual condiciona su contenido en fibra. Cuando la pradera esta disponible *ad libitum*, la oferta de heno tiene muy poco efecto sobre el consumo total de MS; toda vez que la TS es de aproximadamente 1,0 kg/kg. Debido al menor consumo de pradera la tasa de utilización disminuye, a menos que se aumente la presión de pastoreo. En primavera las TS tienden a disminuir, coincidiendo este fenómeno con una menor ingestión de fibra. Aún así, el consumo de heno es bajo teniendo muy poco efecto en la relación acético:propiónico. En algunos experimentos revisados por este mismo autor, el aporte de heno ha permitido disminuir la depresión el contenido de grasa láctea que generalmente se observa durante la primavera. Sin embargo, este hecho se asocia por lo general a una disminución en el contenido proteico. En las experiencias conducidas durante el verano, cuando el contenido de fibra de la pradera es alto, el ofrecer heno tiene un efecto muy variable sobre la producción dependiendo éste principalmente de la cantidad de pradera disponible.

Bargo *et al.* (2003), revisaron cinco ensayos en los cuales se aportó heno en complemento a concentrados en vacas lecheras de alta producción a pastoreo o como único suplemento, proporcionado en diferentes formas (heno largo, picado, pellets o cubos de heno) y cantidades (0,9 a 3,9 kg/d). Los autores concluyen que las diferentes formas y cantidades redujeron el consumo de MS de la pradera en un promedio de 3,5 kg/d. El efecto de la suplementación sobre el consumo total de MS, dependió de la TS (0,81 a 0,97 kg pradera/kg de heno). Además, no se encontró respuesta en producción en lactancias tempranas, cuando el heno fue suministrado largo, en cubos o pellets o picado y agregado al concentrado. Tampoco se afectó el contenido de grasa láctea, a excepción de un trabajo donde se utilizó heno largo disminuyendo contenido de ésta. Por último, ningún trabajo reportó cambios en el contenido de proteína.

Dado estos ensayos, el mismo autor plantea la interrogante sobre ¿cuáles son los requerimientos de fibra de las vacas lecheras a pastoreo? Las recomendaciones hechas el 2001 por NRC indican un mínimo de 25% de FDN en la ración, de los cuales 19% deben provenir de forraje con un adecuado tamaño de partícula, con grano de maíz seco como fuente predominante de almidón y dietas suministradas como TMR. Además, esta fuente señala que probablemente, los requerimientos sean por sobre el 25% cuando los concentrados son suministrados dos veces al día y en forma separada del forraje. Concluyendo que no es factible hacer recomendaciones precisas sobre los requerimientos de FDN en vacas a pastoreo.

Muller *et al.* (2003) y Delaby *et al.* (2003), sugieren que la incorporación de 1,4 a 2,3 ó 2,0 a 3,0 kg de heno respectivamente, podrían adherir fibra efectiva a la ración y permitir una tasa de pasaje de los alimentos más lenta por el sistema gastrointestinal, además de ayudar a mantener el consumo de alimentos y el porcentaje de grasa láctea en la leche.

Suplementación con grasas

Siete trabajos realizados en los cuales se ha suplementado con grasa a vacas lecheras en pastoreo, fueron revisados por Bargo *et al.* (2003). En estos se reemplazó parcialmente algunos de los ingredientes que componen el concentrado por grasa o bien, éstas fueron agregadas a una cantidad base del concentrado y comparadas con animales alimentados en base a raciones sin aporte de este recurso. Los autores informan que no se afectó el consumo de MS total (-0,3 kg/d), existiendo un aumento en la producción de leche en 1,43 kg/d. Por otra parte, se incrementó la producción de grasa en 0,063 kd/d y la de proteína en 0,035 kg/d, pero el porcentaje de grasa y proteína láctea no se afectaron. Estas conclusiones no pueden tomarse como definitivas, debido al número reducido de trabajos y que además, la mayoría de los animales utilizados producían menos de 30kg leche/d.

Las fuentes de grasa utilizadas principalmente fueron, grasa hidrogenada de pescado, sales de Ca y ácidos grasos de cadena larga, ácidos grasos de alto punto de fusión o también, grasas no inertes en el rumen como semilla de raps o aceite de soya. La cantidad suplementada varió de 200 a 1000 g/d.

CONSIDERACIONES FINALES

- La principal limitante para vacas lecheras de alta producción en pastoreo es el restringido consumo de MS y de energía, lo cual reduce sus producciones.
- La cantidad y tipo de suplemento empleado, tiene gran importancia en la respuesta productiva. La suplementación con TMRp es, al parecer, la mejor alternativa a utilizar en vacas de alta producción.
- La ventaja de la utilización de concentrados fibrosos respecto de los amiláceos, se relaciona con una dinámica del pH ruminal más estable, lo que no altera la digestibilidad de la fibra.

- El efecto del tipo de concentrado es más relevante en la medida que la cantidad a suministrar aumenta y en su elección se debiera considerar, además, en la calidad de la pradera a suplementar.

- La proteína de la pradera es altamente degradable. Por este motivo, el aporte de distintas fuentes de carbohidratos, que difieran en su velocidad de degradación ruminal, permitirá lograr un aporte de energía más estable en el tiempo a objeto de incrementar la utilización del nitrógeno.

- La suplementación con forrajes conservados induce una mayor tasa de sustitución respecto de los concentrados. Este hecho se traduce, generalmente, en un menor consumo total de MS, cuando existe suficiente disponibilidad de pradera. Esta situación puede revertirse cuando el consumo de pradera es restrictivo ya sea por calidad y/o disponibilidad de la misma.

BIBLIOGRAFIA

BARGO F.; MULLER L.D.; VARGA G.A.; DELAHOY J.E. Y CASSIDY T.W. 2002 a. Ruminant digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 85:2964-2973.

BARGO F.; MULLER L.D.; DELAHOY J.E. Y CASSIDY T.W. 2002 b. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 85:2948-2963.

BARGO F.; MULLER L.D.; DELAHOY J.E. Y CASSIDY T.W. 2002 c. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85: 1777-1792.

BARGO F.; MULLER L.D.; KOLVER Y DELAHOY J.E. 2003. Invited Review: production and digestión of suplemented dairy cowa on pasture. *J. Dairy Sci.* 86: 1 - 42.

DELABY L.; PEYRAUD J.L. Y DELAGARDE R. 2003. Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? *INRA. Prod. Anim.*, 16(3) : 183-195.

DELAHOY J.E.; MULLER L.D.; BARGO F.; CASSIDY T.W. Y HOLDEN L.A. 2003. Supplemental carbohydrate sources for lactating dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:906-915.

HOLMES C.W.; BROOKES I.M.; GARRICK D.J.; MACKENZIE D.D.S.; PARKINSON T.J. Y WILSON G.F. 2002. Milk production from pasture. Principles and practices. Massey University. New Zealand. 601 p.

KOLVER E. 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proceedings of the Nutrition Society.* 62: 91-300.

MACDONALD K. 1999. Determining how to make inputs increase your economic faro surplus. Dairying Research Corporation. Hamilton.

MANTEROLA H. 2004. Uso estratégico de la suplementación alimenticia para manejar periodos críticos del ciclo productivo anual de la vaca lechera. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Animal. Circular de Extensión N° 30. 52 – 62 p.

MEIJS J.A.C. Y HOEKSTRA J.A. 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. Grass and Forage Science. 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 and Forage Science. 41:229-235.

MULLER L.1999. Programa de suplementación de vacas lecheras de alto potencial genético en pastoreo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Cs. Agrarias. Instituto de Producción Animal. En: Curso de Actualización en Producción Animal. Serie B-22. 1- 19 p.

MULLER L.; DELAHOY J. Y BARGO F. 2003. Supplementation of lactating cows on pasture. Penn State University 5 p.
<http://www.das.psu.edu/dcn/CATFORG/pasture/pdf/supplementation.pdf>.

PEYRAUD J.L.; DELABY L. Y DELAGARDE R. 1997. Quantitative approach of dairy cows nutrition at grazing: some recent developments. Sociedad Chilena de Producción Animal. SOCHIPA A.G. Serie de Simposios y Compendios. Vol 5: 60-86.

PHILLIPS C.J.C. 1988. The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. Grass and Forage Science. 43: 215 – 230.

SAIRANEN A.; KHALILI H.; NOUSIAINEN J.I; AHVENJÄRVI S. Y HUHTANEN P. 2005. The effect of concentrate supplementation on nutrient flow to the omasum in dairy cows receiving freshly cut grass. J. Dairy Sci. 88:1443-1453.



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Ciencias Agronómicas

Departamento de
Producción Animal



Laboratorio de Análisis de Composición Química y Física de Sustratos Orgánicos



Este Laboratorio con más de 20 años de experiencia en investigación, ofrece sus servicios a la comunidad.

Ha desarrollado estudios públicos y privados de Análisis de Forrajes, Residuos agroindustriales, Rastrojos, Guanos y Purines, Alimentos, Biocombustibles y Forrajes no tradicionales, entre otros.



Análisis Ofrecidos

Nitrógeno Total y Proteína Bruta	Valor Calórico y Energía
Grasas y Aceites	Digestibilidad
Cenizas y Materia Orgánica	Degradabilidad Ruminal
Pared Celular y Fibra	Secado de muestras
Lignina y Celulosa	Nitrógeno Amoniacal
Almidón	Acidez y pH

Av. Santa Rosa 11315, La Pintana – Santiago – Fono: (2) 9785792 – dcerda@uchile.cl