



## ¿Hacia una nueva forma de pensar la alimentación de las vacas lecheras? La inserción del confinamiento en los sistemas pastoriles de producción de leche

**Alejandro Mendoza<sup>1,2,\*</sup>, Cecilia Cajarville<sup>3</sup>, Álvaro Santana<sup>2</sup>, José Luis Repetto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción de Leche, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

<sup>2</sup>Departamento de Bovinos, Facultad de Veterinaria

<sup>3</sup>Departamento de Nutrición, Facultad de Veterinaria

\*E-mail: [amendoza@inia.org.uy](mailto:amendoza@inia.org.uy)

En los últimos años la producción lechera ha debido sostener una fuerte competencia con otros rubros por el recurso suelo, básicamente la agricultura de secano, que ha llevado a una reducción en el área dedicada a la lechería, que pasó de alrededor de 1.000.000 ha en 2001 a 800.000 en 2008 (DIEA, 2010). Esta situación sugiere que, como forma de mantener su competitividad, la estrategia de producción de los predios lecheros debería pasar por una intensificación del uso de los recursos disponibles, que permita un aumento de la producción por unidad de superficie, manteniendo controlados los costos por unidad de producto.

Es generalmente aceptado que el resultado económico de un predio lechero de base pastoril está asociado al nivel de productividad alcanzado por unidad de superficie, y que a su vez, un componente fundamental de la misma es el nivel de producción alcanzado por cada vaca. La selección genética del ganado lechero, realizada históricamente en función de la producción individual de leche, ha resultado en un importante aumento de la misma; por ejemplo, en los EEUU pasó de un valor promedio de alrededor de 6300 L/vaca en 1980 a más de 8000 L/vaca en 2000 (Eastridge, 2006). Esta situación también ha ocurrido



en Uruguay, donde la introducción de genética de origen de América del Norte permitió que la producción de leche se multiplicara por 2,6 veces en el mismo período (Meikle et al, 2010). Paralelamente, la capacidad de consumo de los animales no ha aumentado en forma proporcional al aumento de la producción de leche, por lo que para poder hacer frente a los mayores requerimientos de nutrientes, es que ha sido necesario incrementar la concentración de éstos en la dieta, particularmente la energía (Eastridge, 2006).

La producción de leche en Uruguay se ha basado tradicionalmente en el pastoreo directo de gramíneas y leguminosas forrajeras, asociado al uso de suplementos como concentrados y/o forrajes conservados en los momentos de déficit de forraje. Sin embargo, distinta información colectada en condiciones comerciales sugiere que este tipo de dieta normalmente no permite explotar el potencial genético de producción de leche de los animales que se utilizan. Esto es particularmente cierto en las vacas de parición de otoño e invierno, donde el comienzo de la lactancia, y por tanto de mayores requerimientos de nutrientes, coincide con el momento de menor oferta de pastura. El resultado es que, con estrategias normales de suplementación, no solamente la producción lograda se encuentra por debajo de la potencial, sino que el desempeño reproductivo también se ve comprometido (Meikle et al, 2004). Adicionalmente, la información generada a nivel nacional en sistemas de producción de leche sugiere que, incluso en los sistemas más intensivos, ya se estarían explorando “techos” de producción a partir de la aplicación de la tecnología disponible (Durán et al, 2010). Esta información sugeriría que la simple manipulación simultánea de pasturas, concentrados y reservas forrajeras ya no sería suficiente para seguir incrementando de forma marcada los niveles de producción, por lo que debería recurrirse a otras alternativas para proseguir la intensificación de la producción de leche.



Es desde este punto de vista que el manejo de la alimentación en general, y de manera específica, la utilización del confinamiento en combinación con el uso de pasturas como estrategia de alimentación, aparece como una herramienta capaz de incrementar de forma sustancial la productividad de un predio. El objetivo de este trabajo es presentar algunos conceptos sobre el manejo de la alimentación de vacas lecheras en confinamiento y resumir algunos antecedentes disponibles sobre su utilización en los sistemas de producción de leche de base pastoril.

### ***Las raciones totalmente mezcladas como sistema de alimentación de vacas lecheras***

Las raciones totalmente mezcladas (RTM) son un sistema de alimentación donde los forrajes y alimentos concentrados son completamente mezclados, y de esta forma son ofrecidos a los animales. El uso de este tipo de dietas para la alimentación de vacas lecheras fue recomendado en países del Hemisferio Norte (principalmente EEUU y Europa) a partir de la década de 1960, debido a que este sistema de alimentación presenta varias ventajas. Por ejemplo, el uso de dietas de tipo RTM permitiría: a) maximizar el consumo individual, b) ofrecer una dieta con un aporte balanceado de nutrientes y una óptima relación forraje - concentrado, y c) minimizar la selectividad por componentes individuales (Gill, 1979; Coppock et al, 1981). En conjunto, esto promovería el incremento de la producción individual de los animales, y facilitaría al nutricionista la tarea de formular una dieta más precisa que cuando se ofrecen los ingredientes por separado.

Por otra parte, el uso de RTM tiene algunas desventajas que deben ser tenidas en cuenta al momento de decidir su adopción. Por ejemplo, requiere el uso de algún tipo de equipo para la mezcla y el reparto de la RTM, así como



instalaciones para la alimentación de los animales (e.g. corral o patio de alimentación), para el tratamiento de los efluentes generados y para el almacenamiento de los alimentos a usar, lo cual supone una inversión en capital. Asimismo, al usar dietas RTM es recomendable agrupar las vacas en lotes para un uso más eficiente de la misma (según se describe más adelante), lo que puede no ser posible en tambos que tienen un número reducido de animales y/o disponen de escasa mano de obra (Coppock et al, 1981).

Algunos de los aspectos citados han contribuido a dar al manejo en confinamiento una imagen más reñida con las buenas prácticas ambientales respecto a la alimentación en base a pasturas. Sin embargo, un análisis comparativo del impacto ambiental de los actuales sistemas intensivos de producción de leche de EEUU (basados en el uso de RTM) y los sistemas tradicionales (basados en un mayor uso de pastura) reveló que los primeros requerirían una menor cantidad de animales (-79%), alimentos (-77%), agua (-65%) y tierra (-90%) que los segundos para producir un billón de kg de leche, y en consecuencia producirían una menor cantidad de efluentes (-76%), metano (-57%) y óxido nitroso (-44%) por cada billón de litros (Capper et al, 2009). Ello sugiere que los sistemas basados en el uso de RTM no necesariamente son menos “amigables” *per se* con el ambiente que aquellos que usan una mayor proporción de pastura en la dieta (por más información sobre este aspecto, se sugiere consultar el trabajo del Ing Agr Alejandro La Manna, en esta misma publicación).

A manera de resumen, se podría considerar que la posibilidad de incrementar el consumo total y mejorar el balance de nutrientes consumidos a través del uso de dietas RTM permitiría que cada vaca fuera capaz de producir de acuerdo a su potencial genético. En este sentido, un uso estratégico de este tipo de dietas en determinados momentos del ciclo productivo de la vaca



lechera, como por ejemplo el inicio de la lactancia, y como complemento de una dieta que incluya pasturas, podría tener un importante impacto sobre el desempeño de los animales. A continuación se hará referencia a algunos aspectos generales a considerar durante la formulación y manejo de dietas de tipo RTM para la alimentación de vacas lecheras. En otros trabajos se presenta información sobre el uso de este tipo de dietas en otras etapas del ciclo productivo, como la recría de los reemplazos (Mendoza, 2007).

### ***Aspectos relevantes del manejo de la alimentación de vacas lecheras con raciones totalmente mezcladas***

Cuando las vacas son alimentadas con dietas RTM dependen totalmente del alimento que se les ofrezca en la misma; por lo tanto, cualquier falla en su formulación y/u oferta repercutirá de manera negativa sobre el desempeño de los animales, a diferencia de los sistemas pastoriles, donde la capacidad de selección ejercida durante el pastoreo le permitiría al animal compensar parcialmente alguna deficiencia en la formulación del resto de la dieta.

Debido a que un componente fundamental del uso de dietas de tipo RTM es maximizar el consumo de nutrientes de los animales de manera de explotar todo su potencial de producción, es necesario que: a) la formulación de la dieta sea adecuada para alcanzar los requerimientos planeados, y b) que la dieta consumida por los animales sea lo más parecida posible a la dieta formulada. Con respecto al primer aspecto, una adecuada formulación de dietas para vacas lecheras supone la determinación de los requerimientos de nutrientes. En general, los sistemas de alimentación de bovinos para leche de mayor difusión (e.g. AFRC, CSIRO, NRC) requieren para la estimación de los mismos, como mínimo, información sobre el peso vivo y el nivel de producción esperado de los animales. El primero debe ser preferentemente medido con una balanza



o en su defecto estimado con una cinta en una muestra de animales del lote o rodeo, mientras que la producción de leche a utilizar debería ser un valor superior al promedio del lote o rodeo, según se detalla más adelante. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los requerimientos de algunos de los principales nutrientes para vacas de alta producción en distinta etapa de la lactancia y secas, en base al NRC (2001).

**Tabla 1.** Resumen de la concentración de nutrientes requerida en la dieta s requerimientos de energía y proteína de vacas lecheras multíparas en distinta etapa de lactancia y vacas secas próximas (tres semanas preparto)<sup>1</sup>.

	Etapa de lactancia			Vacas secas próximas
	Temprana	Media	Tardía	
<b>Proteína cruda (%)</b>	17 – 18	16 – 17	15 – 16	13 – 14
<b>Proteína no degradable en rumen (% de proteína cruda)</b>	35 – 40	30 – 35	25 – 30	30 – 35
<b>ENL (Mcal/kg MS)</b>	1,60 – 1,65	1,55 – 1,60	1,50 – 1,55	1,40 – 1,45
<b>FDN total (%)</b>	28 – 32	33 – 35	36 – 38	38 – 45
<b>FDN forraje (%)</b>	21 – 24	25 – 26	27 – 28	28 – 30
<b>EE máximo (%)</b>	5 – 6	6 – 7	6 – 7	-
<b>Calcio (%)</b>	0,8 – 1,0	0,8 – 0,9	0,7 – 0,8	0,4 – 0,7
<b>Fósforo (%)</b>	0,4 – 0,5	0,4 – 0,5	0,4	0,30 – 0,35
<b>Magnesio (%)</b>	0,30 – 0,35	0,25 – 0,30	0,25 – 0,30	0,20 – 0,30
<b>Sodio (%)</b>	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,10 – 0,15
<b>Azufre (%)</b>	0,25	0,25	0,20	0,20
<b>Potasio (%)</b>	1,0 – 1,3	1,0 – 1,3	1,0 – 1,3	0,80 – 1,00

<sup>1</sup>Los datos presentados en la tabla son valores de referencia, que deben ser calculados específicamente para cada situación. Los valores de referencia corresponden a una vaca con un potencial de producción de 8500 – 9000 L / lactancia de 305 días.

Con respecto al aporte de nutrientes de la RTM, se deberían hacer las siguientes consideraciones. En primer lugar, es importante determinar periódicamente la composición química de los principales alimentos incluidos o



a incluir en la misma en un laboratorio, ya que si bien es muy útil la información que aportan las tablas, algunos alimentos como los forrajes conservados y los subproductos de la agro-industria tienen una composición muy variable. También es recomendable evaluar periódicamente la propia RTM, a fin de constatar si la mezcla es adecuada y particularmente cuando se hacen cambios importantes en la lista de ingredientes. Especial importancia debe tener la determinación del contenido de humedad de la RTM, que debería estar entre 25 y 50%; en este sentido, aquellos alimentos cuyo contenido de humedad puede variar de forma importante (e.g. ensilajes) deberían ser evaluados con mayor frecuencia, ya que pequeñas variaciones en esta variable pueden alterar el aporte de otros nutrientes.

Una vez determinados los requerimientos y los aportes de nutrientes de los distintos ingredientes, es posible formular la dieta con la ayuda de los sistemas de alimentación ya mencionados, algunos de los cuales poseen un software que simplifica la tarea del usuario. Sin embargo, estos sistemas de alimentación son, en general, planillas “abiertas”, que ante una serie de datos ingresados por el usuario ofrecen una respuesta, la cual puede no ser “biológicamente” aceptable. Por ejemplo, la mayoría de los modelos no consideran el impacto que una dieta puede tener sobre la salud ruminal, por lo que el usuario deberá estar atento a la selección de ingredientes para que no ocurran efectos desfavorables en este aspecto. Algunas pautas para la prevención de disturbios digestivos a nivel de rumen se describen a continuación.

### Prevención de acidosis

La acidosis es un trastorno metabólico cuyo origen es un disturbio de la digestión a nivel de rumen. De forma general, ocurre cuando se produce un





exceso de acidez en el rumen, que puede ocurrir debido a la producción excesiva de ácidos grasos volátiles (**AGV**), a la acumulación de ácido láctico, a una reducida absorción de los AGV producidos a través de la pared ruminal, o a un reducido aporte de sustancias buffer a través de la saliva. Dicha enfermedad puede ocasionar una depresión del consumo y por consiguiente, de la producción de leche, reducción de la síntesis de grasa, así como problemas podales (Owens et al, 1998; Plaizier et al, 2008).

Dado que existe una relación directa entre cantidad consumida de nutrientes y producción total de AGV, y que dietas con mayor proporción de concentrados (en especial aquellos ricos en almidón) originan una mayor síntesis de ácido láctico (Owens et al, 1998), es esperable que dietas como las RTM tiendan a generar importantes condiciones de acidez en el rumen. Por ello, un componente fundamental de la alimentación de vacas lecheras con este tipo de dietas es la prevención de acidosis. En general, algunos indicadores visuales que pueden sugerir la existencia de problemas de acidosis son: bajos contenidos de grasa en leche, heces muy líquidas y con olor desagradable, baja proporción de vacas rumiando en un momento dado, entre otros (Plaizier et al, 2008).

La relación forraje – concentrado de una RTM es un indicador asociado al contenido energético de la misma y que indirectamente puede indicar el riesgo de provocar casos de acidosis. En términos generales, una mayor proporción de concentrados en la RTM aumenta su densidad energética, y a nivel de rumen incrementa la cantidad total de AGV producidos, favoreciendo la síntesis de ácido propiónico, que es un precursor de la lactosa (determinante del volumen de leche producido), en detrimento de la de ácido acético y butírico, que son precursores de la grasa láctea (Sutton et al, 2003). Una regla genérica es que hasta un nivel de inclusión de concentrados de entre 40 y 60% de la





dieta se pueden lograr altos rendimientos de leche con adecuados contenidos de grasa y proteína; por encima de este valor, la producción de leche no aumentaría de forma importante, mientras que la síntesis de grasa se deprimiría de forma marcada, asociado al desarrollo de acidosis (Sutton y Morant, 1989).

Si bien la relación forraje – concentrado es un indicador útil para evaluar de forma genérica el aporte de energía y/o el riesgo de acidosis de una dieta, no deja de ser un indicador impreciso, dependiente de aspectos tales como las características del forraje o del concentrado; por ejemplo, a mayor potencial de fermentación ruminal del forraje y/o concentrado, mayor debería ser la relación forraje – concentrado para evitar disturbios a nivel de rumen. Con el objetivo de establecer indicadores objetivos, Mertens (1997) desarrolló el concepto de FDN efectiva (FDNe), que se define como la porción de fibra de un alimento capaz de sustituir la fibra que aporta un forraje sin modificar el contenido de grasa de la leche. Dicha fracción es la que, por sus características físicas y químicas, efectivamente estimularía la rumia, la salivación, y por tanto, el aporte de sustancias buffer al rumen.

El contenido de FDNe de una RTM se puede estimar en la práctica como la proporción de partículas que queda retenida en una zaranda con una malla de 1,18 mm tras agitar en seco (Mertens, 1997); por ejemplo, si el contenido de FDN de una RTM es 40% y la proporción de la misma que es efectiva es 50%, entonces la RTM tiene un contenido de eFDN de 20%. Si bien a la fecha no hay recomendaciones claras, Mertens (1997) sugiere usar dietas con un contenido de eFDN no menor a 20% para mantener un porcentaje de grasa láctea de 3,4 en vacas en lactancia temprana y media. De forma similar, Sauvant (2000) recopiló información de experimentos que vincularon composición de leche y tamaño de partícula de dietas RTM y concluyó que, por



cada mm de reducción del tamaño promedio de partícula por debajo de 4-5 mm, el porcentaje de grasa láctea se redujo en 2 g por kg de leche. En caso de no poder medir o separar las partículas de la RTM, debería formularse la misma de tal forma que tuviera un mínimo de 25% de FDN y 19% de FDN proveniente de forraje (FDNf), expresado en base seca (NRC, 2001).

En la medida que las dietas RTM proveen la fuente de fibra de forma simultánea con los concentrados, el fraccionamiento de su oferta no sería tan importante en cuanto a prevenir la acidosis, como sí lo es cuando se ofrecen los alimentos por separado (e.g. cuando se ofrece una gran cantidad de concentrado en la sala de ordeño) (Owen, 1984). Si bien una mayor tasa de reposición de alimento fresco estimula el consumo de los animales, en términos prácticos y para vacas lecheras, sería suficiente ofrecer el alimento un par de veces al día (temprano en la mañana, y al final de la tarde), aunque puede ser útil aproximar el alimento nuevamente al comedero. Asimismo, no es recomendable la oferta de alimento una sola vez al día cuando el clima es cálido, por los riesgos de deterioro del mismo, aunque en categorías con menor nivel de consumo que las vacas en producción no tendría inconvenientes desde el punto de vista del riesgo de acidosis (e.g. vacas secas).

Finalmente, existe una serie de sustancias llamadas genéricamente “aditivos” cuya inclusión en la dieta de vacas lecheras, solas o en conjunto, permitiría reducir el riesgo de acidosis; además, varios de estos aditivos podrían tener algunos efectos beneficiosos sobre aspectos vinculados a la producción y/o composición de leche. Algunos de estos aditivos son: sustancias buffers, sustancias alcalinizantes, prebióticos, probióticos y ionóforos, entre otros.

Los buffers son sustancias como el bicarbonato de sodio que, cuando se incluyen en dietas acidogénicas, generan resistencia a cambios marcados en el



pH ruminal, disminuyendo los riesgos de acidosis. Por ejemplo, a partir de una revisión de experimentos que utilizaron bicarbonato de sodio, Staples y Lough (1989) concluyeron que su inclusión en una proporción de 0,75% en una RTM con 40-50% de ensilaje de maíz y 50-60% de concentrado para vacas en lactancia temprana permitió maximizar la producción de leche corregida por grasa. En este tipo de dietas, la inclusión de bicarbonato de sodio estuvo asociada a un mayor pH ruminal, relación acético – propiónico y digestibilidad de la fibra que cuando no fue utilizado, lo cual sugiere una reducción del riesgo de acidosis.

Algunos ionóforos como la monensina reducirían los riesgos de acidosis al inhibir el crecimiento de las bacterias productoras de ácido láctico, evitando su acumulación en el rumen. Sin embargo, los cambios que producen a nivel del perfil de AGV producidos (mayor proporción del ácido propiónico y menor de ácido acético y butírico) resultan a una mayor síntesis de leche sin cambios en la síntesis de grasa, lo que resulta en reducciones en su concentración (Duffield et al, 2008). Con respecto a la inclusión de levaduras, las mismas moderarían el riesgo de acidosis al estabilizar las variaciones de pH en rumen y estimular el crecimiento de bacterias que degradan celulosa o ácido láctico por mecanismos aún no dilucidados (Jouany y Morgavi, 2007). En efecto, una revisión de 157 experimentos que evaluaron productos basados en la levadura *Saccharomyces cerevisiae* concluyó que su uso redujo la concentración ruminal de ácido láctico, aumentó el pH ruminal y la digestibilidad de la materia orgánica, y tendió a incrementar el contenido de grasa láctea, lo que sugiere una reducción del riesgo de acidosis respecto a cuando no se la utilizó (Desnoyers et al, 2009).

Debe señalarse que en ningún caso el uso de estos aditivos sustituye a una mala formulación de la RTM o un incorrecto manejo de la misma. Su uso sería



más beneficioso cuando se lo utiliza en vacas en lactancia temprana, con dietas RTM con alta proporción de concentrados y/o tamaño de partícula por debajo del recomendado, y/o cuando se realicen cambios bruscos en la composición de la RTM.

### Manejo de la alimentación en el comedero

Como se mencionó anteriormente, entre la dieta formulada y la dieta que efectivamente consumen los animales pueden existir grandes diferencias, que es preciso minimizar. Algunos puntos críticos donde se pueden generar este tipo de diferencias es durante el mezclado de la RTM en el carro mezclador o mixer, y durante su distribución en el comedero. Con respecto al primer aspecto, los principales aspectos a tener en cuenta son: a) establecer una correcta secuencia de agregado de alimentos, b) chequeo del tamaño de partícula resultante, c) evitar sub- o sobre-mezclado de la RTM, y d) agregar ingredientes específicos (e.g. vitaminas, minerales, entre otros) como parte de una pre-mezcla, entre otros. Sobre aspectos específicos del uso de maquinaria para el mezclado de la RTM (i.e. mixer) en sistemas lecheros, se sugiere consultar el trabajo de Gallardo y Giordano (2009).

En cuanto a la distribución de la RTM, la misma debería ser repartida de forma pareja en el comedero, y estar disponible la mayor cantidad de tiempo al día. Asimismo, es necesario que cada vaca disponga de un espacio entre 40 y 60 cm en el comedero. La inspección de lo que ocurre en el comedero es una herramienta de gran importancia para decidir sobre si es necesario modificar la rutina de oferta de alimento y/o identificar los puntos donde pueda haber pérdidas de eficiencia. Por ejemplo, se considera normal que la cantidad de alimento rechazado sea de 3-5% de la cantidad ofrecida, indicando que no hay ni exceso ni carencia de alimento; idealmente, el rechazo debería ser



descartado y no se lo debería ofrecer a otras categorías. La observación de rechazos superiores sugiere la presencia de alimentos poco palatables y/o contenidos de humedad muy altos en la RTM, lo que obliga a reformular la misma. Adicionalmente, el alimento rechazado debería tener una apariencia similar a la del ofrecido; la aparición de partículas largas de forraje sugiere selectividad por los componentes de la dieta, por lo que debería re-evaluarse el modo de distribución, mientras que si el aspecto del material no es fresco y presenta alta temperatura, sugiere que puede ser preciso incrementar la frecuencia de oferta de alimento.

En todo momento las vacas deberían tener acceso a una fuente de agua limpia. Considerando que en una vaca de 550 kg produciendo 35 litros de leche en un ambiente con una temperatura de 25 °C requiere beber casi 100 L de agua por día (Meyer et al, 2004), surge con claridad que cualquier limitación en la cantidad ofrecida y/o calidad de la misma puede impactar de forma marcada sobre el desempeño del animal.

### Armado de lotes

En general, la definición de la cantidad de lotes, y por tanto de distintas dietas RTM, obedece a factores vinculados con el tamaño del rodeo, la disponibilidad de instalaciones o mano de obra, más que a factores vinculados con el manejo nutricional de los animales. Por ejemplo, en tambos con un número reducido de animales o escasa disponibilidad de mano de obra puede ser difícil trabajar con varios lotes, y en este caso generalmente se utiliza una única dieta RTM, independientemente de la etapa de lactancia y/o potencial de producción. El manejo de un solo lote tiene algunas ventajas, como por ejemplo: se simplifica el manejo de la alimentación, se reduce la necesidad de mano de obra asignada a esta tarea, y se evitan las caídas en producción asociadas al



cambio a una nueva dieta, particularmente cuando hay diferencias importantes en su composición química; parte de estas variaciones también pueden ser debidas a los efectos negativos del re-agrupamiento de los animales (Grant y Albright, 2001). Sin embargo, el manejo de un único lote reduce la precisión en el manejo de la alimentación de los animales, y por consiguiente, la capacidad de predecir la respuesta productiva de los mismos, que es una de las grandes ventajas del uso de dietas RTM. Por ejemplo, a una misma oferta de RTM, las vacas de mayor producción no comerán lo suficiente como para explotar todo su potencial productivo, mientras que las de menor potencial probablemente depositarán el exceso de nutrientes consumidos como reservas corporales.

En general, el uso de única RTM debería evitarse en predios donde hay muchos animales en distintas etapas de la lactancia, donde hay una importante variación en la producción de leche, donde se utilizan ingredientes caros, o cuando hay una incidencia importante de enfermedades metabólicas (Allen, 2009). Algunos criterios que se utilizan para la formación de lotes y/o dietas RTM son: el nivel de producción, el grado de condición corporal, la etapa de lactancia y la paridad de los animales, entre otros. Por ejemplo, para vacas en producción una posibilidad sería formar lotes de: a) vacas adultas de alta producción, b) vacas de baja producción, c) vacas primíparas. Este último lote es importante, en especial para evitar problemas de competencia en el comedero, lo que redundaría en una mayor producción de leche (Grant y Albright, 2001). Para vacas secas, sería importante manejar al menos un lote para las últimas 2 o 3 semanas preparto.

Según información reportada por Stallings y McGilliard (1984) y St-Pierre y Thraen (1999), cuando se utiliza un único lote de vacas, la RTM debería ser formulada para un objetivo de producción equivalente a un 30% por encima del valor promedio del lote, mientras que si se usan dos lotes, la formulación de la





dieta debería apuntar a una producción equivalente a 20% por encima objetivo en cada uno de los ellos. De esta forma, teóricamente algo más de 80% de las vacas del lote recibirían una cantidad de nutrientes igual o superior a la requerida, mientras que si se usara el valor promedio solamente la mitad de las vacas verían satisfechas sus necesidades. Otra alternativa para estimar este factor es calcular el desvío estándar de la producción del lote en cuestión, sumarle la producción promedio del lote, y dividir el valor resultante entre la producción promedio. El factor así calculado se multiplica por la producción promedio del lote, siendo el valor resultante la producción con que se debería formular la dieta; teóricamente, la ración resultante cubriría los requerimientos del 83% de los animales del lote (e.g. para un factor de 1,3 y una producción del lote de 20 L/día, se debería formular la dieta para una producción ajustada de 26 L/día).

En general, los cambios de animales de un lote a otro se harán a medida que la variación en la producción, la condición corporal, y/o la confirmación de la gestación, entre otros aspectos, así lo ameriten. Debe tenerse en cuenta que muchas veces estos cambios entre lotes van acompañados de una reducción en la producción de los animales mayor a la esperada, que podría ser explicada no solo por el cambio a una RTM de menor valor nutritivo, sino por alteraciones en la jerarquía social del lote; algunas estrategias para minimizar este estrés pueden consultarse en el trabajo de Grant y Albright (2001).

### ***La combinación de pasturas y ración totalmente mezclada en los sistemas de producción de leche***

Como se vio antes, el uso de RTM es una alternativa que permitiría intensificar la producción de leche. Sin embargo, en un país como Uruguay con claras ventajas para la producción de pasturas de alta calidad, parece interesante la





posibilidad de incluir RTM en dietas de base pastoril (o viceversa). Además de su menor costo relativo (Dillon, 2006), la inclusión de pasturas frescas en una dieta base RTM podría tener beneficios adicionales. Por ejemplo, se considera que los sistemas pastoriles pueden tener beneficios sobre la salud de los animales, respecto a sistemas de confinamiento, y desde este punto de vista promoverían un mayor bienestar de los mismos (Rushen et al, 2008). Desde el punto de vista del consumidor, la leche producida por vacas alimentadas con pasturas presentan características nutricionales deseables para la salud humana, particularmente en lo que refiere al perfil de ácidos grasos, donde destacan los altos contenidos de ácido ruménico (que presenta con propiedades anti-cancerígenas; Kelley et al (2007)) y vaccénico (Elgersma et al, 2006). El alto contenido de estos ácidos grasos en la leche no afecta sus características organolépticas o reológicas, que incluso pueden verse mejoradas a medida que aumenta la proporción de pastura en la dieta (Croissant et al, 2007).

Desde un punto de vista general, la utilización del confinamiento podría realizarse de forma coyuntural, por ejemplo, solamente durante períodos de escasez de forraje, como forma de mantener la oferta total de alimentos para los animales. También sería posible concebir su uso de manera sistemática, en cuyo caso sería interesante la identificación de una combinación pastura – RTM como alternativa al tradicional uso de concentrados y reservas forrajeras por separado como estrategia de intensificación de la producción de leche. Por una parte, el uso de una RTM permitiría: a) formular con precisión una dieta balanceada, b) incrementar el consumo total de nutrientes, lo que permitiría aumentar la producción individual, y d) lograr una mayor independencia de las variaciones climáticas, que son quienes determinan la producción de forraje de un predio. Adicionalmente, permitiría un mayor control de los pastoreos, lo que posibilitaría: a) usar de forma más eficiente este recurso durante épocas de



escasez de forraje, lo que permitiría incrementar la dotación animal, y por tanto, la productividad por unidad de superficie; b) aumentar la eficiencia de uso de la pastura, al minimizar los efectos negativos de los animales sobre las mismas, como el pisoteo; c) aprovechar las ventajas intrínsecas que brinda la inclusión de pasturas en la dieta en términos de calidad de producto y bienestar animal.

### *Producción y digestión en bovinos alimentados con combinaciones de pastura y RTM*

En la literatura científica se encuentran publicados resultados de diversos experimentos que han comparado estos dos sistemas (RTM y pastura) (e.g. Kolver y Muller, 1998; Soriano et al, 2001; Tucker et al, 2001; Fontaneli et al, 2005; Schroeder et al, 2005; Vibart et al, 2008; Morales et al, 2010; O'Neill et al, 2011). La mayoría de estos estudios reportan que el pasaje de un sistema de tipo RTM a uno con inclusión de pasturas va acompañado de una reducción en la producción de los animales que en promedio oscila entre 20 y 30%. Según Kolver y Muller (1998), 61% de la diferencia productiva entre sistemas a favor de los que de tipo RTM se debe a un menor consumo de materia seca en vacas alimentadas con pasturas respecto a RTM, 24% al costo de búsqueda y cosecha de pastura, y 12% al costo de excreción del exceso de urea formada en vacas a pastoreo.

Sin embargo, los resultados obtenidos en otros trabajos demuestran que esta respuesta al uso de un distinto tipo de dieta es variable. Por ejemplo, otros autores reportan, a partir de información de encuestas a productores en EEUU, que la reducción en producción de leche al pasar de un sistema RTM a otro que incluye pastura varía solamente entre 3 y 5% (Hanson et al, 1998). Asimismo, a nivel experimental se ha reportado que animales alimentados con una dieta que incluye pastura y RTM tuvo un desempeño productivo similar al



de animales alimentados únicamente con RTM (Soriano et al, 2001; Schroeder et al, 2005).

Hay que señalar que en varios de los experimentos mencionados se comparó una dieta 100% RTM contra una dieta 100% pastura; sin embargo, pocos trabajos han evaluado distintas proporciones o alternativas de incluir pastura fresca en la dieta de vacas alimentadas con RTM, en un intento de identificar si existe alguna combinación pastura - RTM que pueda desempeñarse tan bien como una dieta 100% RTM en términos productivos, pero que pudiera retener las ventajas de una dieta 100% pastura en términos de calidad de producto. Por ejemplo, en un experimento realizado por Vibart et al (2008) se reportó que el aumento en la proporción de raigrás anual en estado vegetativo en una dieta de tipo RTM de 21 a 41% no afectó la producción de vacas lecheras, mientras que con la misma pastura pero en un estado más avanzado de madurez, el aumento de su proporción de 11 a 35% redujo el consumo total, la producción de leche y proteína. En ambos casos, la concentración de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana aumentó a medida que aumentó el nivel de inclusión de pastura. En este trabajo no se realizaron mediciones de fermentación ruminal ni de digestión y metabolismo de nutrientes, que son necesarios para explicar la respuesta productiva de los animales ante variaciones en la ingesta de nutrientes con este tipo de dietas. Sin embargo, los mismos autores, usando métodos *in vitro*, reportaron que el incremento de la proporción de raigrás anual en una dieta RTM (desde 40 a 67%) redujo la producción de metano y aumentó la eficiencia de síntesis de proteína microbiana ruminal y su flujo a duodeno, lo que sugiere un mejor aprovechamiento del nitrógeno a nivel de rumen en dietas que incluyen pasturas (Vibart et al, 2010).



En otro experimento realizado por Bargo et al (2002a) se evaluaron tres dietas: a) RTM, b) pastura (mezcla de gramíneas templadas) + RTM, c) pastura + concentrado. Estos investigadores reportaron que la concentración de NH<sub>3</sub> ruminal fue menor en los tratamientos RTM y pastura + RTM respecto a pastura + concentrado, pero no se detectaron diferencias en pH, concentración o perfil de AGV. Adicionalmente, las vacas alimentadas con RTM produjeron la mayor cantidad de leche, grasa y proteína, asociado a un mayor consumo de energía, y las del tratamiento pastura + concentrado la menor, siendo el tratamiento pastura + RTM intermedio. Sin embargo, el contenido de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana aumentó a mayor proporción de pastura en la dieta (pastura + concentrado > pastura + RTM > RTM) (Bargo et al, 2006). Los cambios en el perfil de metabolitos plasmáticos sugieren que, en comparación con las vacas alimentadas con pastura + concentrado, las alimentadas con pastura + RTM tuvieron un mayor aprovechamiento del nitrógeno ingerido y una menor movilización de reservas corporales, asociado a un mejor balance de energía (Bargo et al, 2002b).

Es interesante señalar que el contenido de grasa láctea fue menor en vacas alimentadas con pastura + concentrado respecto a RTM o pastura + RTM, aún cuando el consumo de fibra en todos los casos fue elevado (Bargo et al, 2002b), sugiriendo algún tipo de alteración de la digestión a nivel de rumen. Esto puede deberse a la naturaleza altamente fermentescible de las pasturas de alta calidad (Repetto et al, 2005), lo que puede causar bajos pH en rumen por un largo período de tiempo (Cajarville et al, 2006), y/o que ofrecer la fuente de fibra al mismo tiempo que los alimentos concentrados en una RTM (en oposición al sistema tradicional de ofrecerlos separados) minimizaría las variaciones en la tasa de producción de ácidos y por tanto del pH ruminal (Coppock et al, 1981).



Algunas alternativas prácticas para incluir pasturas en una dieta base de tipo RTM puede ser a través de manipular: a) la asignación individual de pastura (kg / animal), b) la altura de pastura remanente a la salida del pastoreo, o c) la cantidad de horas que los animales pueden acceder a la pastura, entre otras. Con respecto a las dos primeras alternativas, se sugiere consultar el trabajo del Ing Agr Pablo Chilibroste en esta misma publicación, mientras que un par de ejemplos de la última son los experimentos realizados por Kristensen et al (2007) y Morales et al (2010). Los primeros autores evaluaron el efecto de distintos tiempos de acceso diario a una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas (4 horas; 6,5 horas; 9 horas) en vacas lecheras alimentadas con una RTM *ad libitum*, y reportaron que a medida que la longitud de la sesión de pastoreo disminuyó, los animales dedicaron una mayor proporción del tiempo disponible a pastorear que a descansar. Sin embargo, ello no previno una disminución de la producción de leche y el peso de las vacas en la sesión más corta de pastoreo, aunque no hubo diferencias entre los tratamientos 6,5 y 9 horas en términos de desempeño animal. Por otra parte, Morales et al (2010) compararon el uso de una dieta RTM con acceso diario a una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas (6 o 12 horas) o no, y observaron que el consumo de pastura aumentó y el de RTM disminuyó a mayor tiempo de acceso a pastura, pero el resultado neto fue que no hubo diferencias entre tratamientos. Ello explicó que tampoco se detectaran diferencias en producción de leche, aunque el tratamiento con mayor tiempo de acceso a pastura produjo menor cantidad de grasa por día, aunque con un perfil de ácidos grasos más saludable. Tomados en conjunto, ambos experimentos sugieren que es posible identificar períodos de acceso a una pastura de alta calidad que, aún cuando sean cortos, permitirían mantener la producción de los animales y mejorar la calidad nutracéutica de la leche.



A nivel nacional, Santana et al (2011) evaluaron en vaquillonas cruza el efecto de la oferta *ad libitum* de pastura (*Trifolium repens* y *Lolium multiflorum*) durante todo el día (PAS) o de RTM durante todo el día (RTM), o la oferta *ad libitum* de pastura durante 6 horas por día y RTM durante el resto del día (RTM/PAST). Se reportó un mayor consumo de materia seca en el tratamiento RTM/PAST en comparación a RTM o PAST (7,74, 6,37 y 5,45 kg/día, respectivamente), mientras que el pH ruminal fue mayor en el tratamiento PAST respecto a RTM/PAST o RTM, que no difirieron entre sí (6,87, 6,51 y 6,46, respectivamente). Sin embargo, al incubar líquido ruminal obtenido de los animales de cada tratamiento con diversos sustratos fibrosos (pasturas y henos) no se observaron diferencias en la producción de gas *in vitro* debidas al distinto inóculo utilizado; los resultados sugieren que las variaciones citadas en el pH ruminal no fueron de suficiente magnitud como para alterar la capacidad de los microorganismos ruminales de fermentar la fibra de los distintos sustratos evaluados.

### ***Perspectivas y desafíos***

Las pasturas han sido tradicionalmente la base de los sistemas de producción de leche de nuestro país y de otros, como Argentina y Nueva Zelandia. Sin embargo, los sistemas de producción en base a pasturas (con o sin suplementación con concentrados y/o forrajes conservados) son altamente vulnerables a distintos factores ambientales (e.g. variaciones climáticas) y de manejo. Esto se acentuaría en el futuro, donde de acuerdo a la información científica disponible, sería de esperar un aumento de la temperatura del aire, y una mayor incidencia de olas de calor asociadas a sequías, así como más episodios de lluvias de gran intensidad (IPCC, 2007).





En este marco, las dietas RTM podrían complementar los sistemas de producción basados en el pastoreo directo, al lograr un mayor control sobre los factores del ambiente en general, y posibilitar, a través de una oferta de nutrientes mayor y más balanceada, incrementar la productividad individual y por superficie. En la época actual, la mayor disponibilidad de granos de cereales y sub-productos de la agro-industria (que probablemente se incrementará en los próximos años) y los elevados precios de la leche en el mercado internacional son factores que se sumarían a los mencionados para favorecer una mayor utilización de dietas RTM.

Será tarea de los investigadores el identificar las combinaciones pastura – RTM que mejor respondan al objetivo de alcanzar una alta producción de leche de calidad, de manera “amigable” con el ambiente y viable desde el punto de vista económico. Por una parte, este proceso implicará generar información para establecer los coeficientes técnicos que permitan la evaluación de la mejor alternativa productiva por parte de técnicos y productores; y por otra parte, implicará generar información a nivel de procesos básicos que permitan entender a qué nivel es posible intervenir para mejorar la productividad en estos sistemas mixtos de alimentación, y cuál es el impacto de los mismos sobre el ambiente y el bienestar de los animales.

### ***Referencias bibliográficas***

1. Allen MS. 2009. Grouping to increase milk yield and decrease feed costs. En: Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference. USA. pp: 61–65.
2. Bargo F, Muller LD, Varga GA, Delahoy JE, Cassidy TW. 2002a. 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.

3. Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW. 2002b. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci* 85: 2948–2963.
4. Bargo F, Delahoy JE, Schroeder GF, Baumgard LH, Muller LD. 2006. Supplementing total mixed rations with pasture increase the content of conjugated linoleic acid in milk. *Anim Feed Sci Technol* 131: 226–240.
5. Cajarville C, Aguerre M, Repetto JL. 2006. Ruminal pH, N-NH<sub>3</sub> concentration and forage degradation kinetics on cows grazing temperate pastures and supplemented with different sources of grain. *Anim Res* 55: 1-11.
6. Capper JL, Cady RA, Bauman DE. 2009. The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *J Anim Sci* 87: 2160-2167.
7. Coppock CE, Bath DL, Harris B. 1981. From feeding to feeding systems. *J Dairy Sci* 64: 1230-1249.
8. Croissant AE, Washburn SP, Dean LL, Drake MA. 2007. Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. *J Dairy Sci* 90: 4942–4953.
9. Desnoyers M, Giger-Reverdin S, Bertin G, Duvaux-Ponter C, Sauvant D. 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *J Dairy Sci* 92: 1620–1632.
10. DIEA. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. 2010. Anuario estadístico agropecuario. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay. 210 p.
11. Dillon P. 2006. Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. In: *Fresh herbage for dairy cattle* (Eds: Elgersma A, Tamminga S). Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp: 1-26.



12. Duffield TF, Rabiee AR, Lean IJ. 2008. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. *J Dairy Sci* 91: 1347–1360.
13. Durán H, La Manna A, Acosta Y, Mieres J. 2010. Propuestas validadas de INIA sobre alternativas para incrementar la producción de leche y/o sólidos por hectárea en forma rentable. *Agrociencia* 14: 96–100.
14. Eastridge ML. 2006. Major advances in applied dairy cattle nutrition. *J Dairy Sci* 89: 1311–1323.
15. Elgersma A, Tamminga S, Ellen G. 2006. Modifying milk composition through forage. *Anim Feed Sci Technol* 131: 207–225.
16. Fontaneli R, Sollenberger L, Littell R, Staples CR. 2005. Performance of lactating dairy cows managed on pasture-based or in freestall barn-feeding systems. *J Dairy Sci* 88: 1264–1276.
17. Gallardo M, Giordano J. 2009. Lechería de precisión. El uso del mixer para formular dietas balanceadas en base a forrajes conservados. Artículo de divulgación. INTA. Argentina. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/art\\_divulgacion/ad\\_0021.htm](http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/art_divulgacion/ad_0021.htm). Acceso: 6/4/11
18. Gill M. 1979. The principles and practice of feeding ruminants on complete diets. *Grass For Sci* 34: 155-161.
19. Grant RJ, Albright JL. 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *J Dairy Sci* 84 (E. Suppl.): E156-E163
20. Hanson GD, Cunningham LC, Morehart MJ, Parsons RI. 1998. Profitability of moderate intensive grazing of dairy cows in the Northeast. *J Dairy Sci* 81: 821–829.
21. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate change 2007: Synthesis report. Jackson Institute, University College, London. Disponible en: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf).



Acceso: 6/4/11

22. Jouany JP, Morgavi DP. 2007. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal* 1: 1443–1466.
23. Kelley NS, Hubbard NE, Erickson KL. 2007. Conjugated linoleic acid isomers and cancer. *J Nutr* 137: 2599–2607.
24. Kolver ES, Muller LD. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci* 81: 1403–1411.
25. Kristensen T, Oudshoorn F, Munksgaard L, Søegaard K. 2007. Effect of time at pasture combined with restricted indoor feeding on production and behaviour in dairy cows. *Animal* 1: 439–448.
26. Meikle A, Cavestany D, Carriquiry M, Adrien ML, Rupprechter G, Rovere G, Peñagaricano F, Mendoza A, Pereira I, Mattiauda P, Chilbroste P. 2010. Endocrinología metabólica en la vaca lechera durante el periodo de transición y su relación con el reinicio de la ciclicidad ovárica. *Agrociencia* 14: 89–95.
27. Meikle A, Kulcsar M, Chilliard Y, Febel H, Delavaud C, Cavestany D, Chilbroste P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction* 127: 727-737.
28. Mendoza A. 2007. El corral como alternativa para la recría del tambo. Curso de educación continua "Engorde a corral – feedlot". Facultad de Veterinaria. pp: 40-53
29. Mertens DR. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci* 80: 1463–1481.
30. Meyer U, Everinghoff M, Gädeken D, Flachowsky G. 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livest Prod Sci* 90: 117– 121.
31. Morales E, Soldado A, González A, Martínez A, Domínguez I, 2, de la Roza B, Vicente F. 2010. Improving the fatty acid profile of dairy cow milk



by combining grazing with feeding of total mixed ration. *J Dairy Res* 77: 225–230.

32. NRC. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised edition. National Academy Press, Washington D.C., USA. 381 p.
33. O'Neill BF, Deighton MH, O'Loughlin BM, Mulligan FJ, Boland TM, O'Donovan M, Lewis E. 2011. Effects of a perennial ryegrass diet or total mixed ration diet offered to spring-calving Holstein-Friesian dairy cows on methane emissions, dry matter intake, and milk production. *J Dairy Sci* 94: 1941–1951.
34. Owen JB. 1984. Complete diet feeding for cattle. *Livest Prod Sci* 11: 269-285.
35. Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J Anim Sci* 76: 275–286.
36. Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet J* 176: 21–31.
37. Repetto JL, Cajarville C, D'Alessandro J, Curbelo A, Soto C, Garín D. 2005. Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixtures. *Anim Res* 54: 73–80.
38. Rushen J, de Passillé AM, von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2008. Housing for adult cattle. In: *The welfare of cattle*. Springer. Amsterdam, Netherlands. pp 142-180.
39. Santana A, Ubilla J, Berrutti M, Konrath T, Aguerre M, Britos A, Cajarville C, Repetto JL. 2011. Dry matter intake, ruminal pH and fermentation capacity of rumen fluid in heifers fed temperate pasture, total mixed rations or both. *ADSA-ASAS Joint Annual Meeting*. New Orleans, USA (aceptado para su publicación).



40. Sauvant D. 2000. Granulométrie des rations et nutrition du ruminant. INRA Prod Anim 13: 99-108.
41. Schroeder GF, Couderc JJ, Bargo F, Rearte DH. 2005. Milk production and fatty acid profile of milkfat by dairy cows fed a winter oats (*Avena sativa* L.) pasture only or a total mixed ration. New Zeal J Agric Res 48: 187–195.
42. Soriano FD, Polan CE, Miller CN. 2001. Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. J Dairy Sci 84: 2460–2468.
43. Stallings CC, McGilliard ML. 1984. Lead factors for total mixed ration formulation. J Dairy Sci 67: 902–907.
44. Staples CR, Lough DS. 1989. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows. A review. Anim Feed Sci Technol 23: 277–303.
45. St-Pierre NR, Thraen CR. 1999. Animal grouping strategies, sources of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms. J Anim Sci 77: 72–83.
46. Sutton JD, Dhanoa MS, Morant SV, France J, Napper DJ, Schuller E. 2003. Rates of production of acetate, propionate, and butyrate in the rumen of lactating dairy cows given normal and low-roughage diets. J Dairy Sci 86: 3620–3633.
47. Sutton JD, Morant SV. 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. Livest Prod Sci 23: 219–237.
48. Tucker WB, Rude BJ, Wittayakun S. 2001. Case study: Performance and economics of dairy cows fed a corn silage-based total mixed ration or grazing annual ryegrass during mid to late lactation. Prof Anim Sci 17: 195-201.
49. Vibart RE, Burns JC, Fellner V. 2010. Effect of replacing total mixed ration with pasture on ruminal fermentation. Prof Anim Sci 26: 435–442.



50. Vibart RE, Fellner V, Burns JC, Huntington JB, Green JT. 2008. Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. J Dairy Res 75: 471–480.