

# INCIDENCIA DE LA NUTRICIÓN

## de las vacas en la proteína láctea

### Introducción

Numerosos factores influyen en la producción y el contenido de proteína en leche de la vaca lechera; estos incluyen la raza, el factor genético, el parto, el estado de la lactancia, las condiciones ambientales y la nutrición (Robinson, 2000; Jenkins y McGuire, 2005). El enfoque de este artículo abordará la pregunta: ¿cómo la nutrición de las vacas lecheras influencia su proteína láctea?

La variación en el contenido de la proteína debido a la nutrición es mucho menor que la observada en la variación del contenido de grasa (Rode, 2006); 0,2 a 0,3% unidades de proteína en comparación de 0,5 a 1% unidades de grasa. Algunos intentos de incrementar el contenido de proteína en leche a través de la nutrición, por ejemplo con aminoácidos protegidos de la fermentación ruminal, pueden incrementar el costo de la ración y la respuesta observada es altamente variable (Robinson, 2000). Por tanto, el sistema de precios de la leche debe contener incentivos para aquellos productores que aumenten el contenido de la proteína láctea. Solo de esta manera, los productores realizarán mejoras en la nutrición del ganado lechero y, en consecuencia, la producción láctea y el porcentaje de proteína se elevará.

Es importante distinguir entre los cambios en el "contenido de la proteína en la leche" y los cambios en la "producción de la proteína láctea" cuando evaluamos varios factores nutricionales y su correspondiente factor económico en los programas de alimentación en el ganado lechero.

### Energía en dieta

#### Proporción concentrado a forraje (C:F)

Emery (1978) reportó cambios en el contenido de la proteína en leche de 0,015% unidades por megacaloría (Mcal), incrementada en el gasto de la energía neta de lactancia (NEL) cuando el cambio en el consumo de la energía ocurre a través de la variación en la proporción C:F. Tessman et al. (1991) reportaron la

#### **Randy D. Shaver**

BS en Ciencias Animales  
- Universidad Estatal de Pensilvania  
Maestría en el Departamento de  
Ciencias Animales  
Doctorado en Ciencias Lácteas  
Docente Universidad de  
Winsconsin-Madison  
Presidente Registro Americano  
de Científicos Profesionales  
de Animales - ARPAS  
rdshaver@wisc.edu  
Estados Unidos

reducción 46:54, 36:64, 26:74, 14:86 y 2:98 en el contenido de la proteína láctea y su producción alrededor del día 305 de lactancia, desde 3,22% y 273 kg (promedio de las dos altas proporciones de tratamientos C:F) a 3,09% y 198 kg (promedio de las dos bajas proporciones de tratamientos C:F), así como la reducción de la producción de la proteína microbiana ruminal (MCP) por la disminución de los carbohidratos fermentables o energía en la dieta (NRC, 2001)

Este efecto en la proteína microbiana ruminal, junto con la disminución del consumo de materia seca y el consumo de energía, también resulta en la reducción de la producción láctea para vacas alimentadas con dietas de relaciones reducidas en C:F. La combinación del contenido de proteína y grasa, y la producción de ambas, se optimizó con el tratamiento de la relación C:F 36:64. Este fue el promedio de la relación a lo largo de la lactancia, con los resultados de las relaciones de alimentación C:F 52:48, 42:58 y 22:78 y dietas durante las semanas 1-12, 13, 26 y 27-44 de la lactancia, respectivamente.

### Tipo de forraje

Brito y Broderick (2006) reemplazaron parcialmente ensilaje de alfalfa (AS) con ensilaje de maíz (CS); donde la relación de tratamiento AS:CS fue 100:0, 75:25, 50:50 y 20:80 de mate-

ria seca en relación con la dieta 50:50 C:F. Se presentó una respuesta lineal del contenido proteico en la leche, que fue bajo (3,07%) para 100:0 AS:CS y alto (3,17%) para 20:80 AS:CS, y una respuesta cuadrática para la producción de proteína. Sin embargo, mayor producción de proteína fue observada para tratamientos 75:25 AS:CS y 50:50 AS:CS. Para los tratamientos 20:80 AS:CS el contenido de grasa fue bajo para ambos. La respuesta se relaciona con la cantidad de carbohidratos fermentables en el rumen, energía y proteína microbiana ruminal, tanto para el ensilaje de maíz como alfalfa. Dhiman y Satter (1997) reportaron contenidos altos de proteína para las relaciones 67:33, 33:67 y 100:0 de AS:CS en proporciones de dietas 50:50 C:F. Se observó que la producción de proteína en leche no fue afectada por el tratamiento. La producción de proteína, no su contenido, fue mayor para el ensilaje de maíz cosechado hacia la etapa de maduración según Kernel, en el estadio segundo-tercero de leche, así como el ensilaje de maíz cosechado en la etapa temprana de dentición, un cuarto de línea-leche o de estadio de capa negra en la maduración de Kernel (Bal et al., 1997).

### Almidón

Batajoo y Shaver (1994) alimentaron vacas lecheras a mitad de lactancia con dietas que contenían 30, 26, 21 y 15%

de almidón en base seca. El almidón del maíz seco fue reemplazado parcialmente por fibra detergente neutra (NDF) proveniente del salvado de trigo, grano seco de cervecería y cascarilla de soya, formulando dietas con disminución en el contenido de almidón. Al rebajar el contenido de almidón decreció linealmente el contenido de proteína en la leche y su producción en 4% y 6% respectivamente, y se incrementó linealmente el contenido de grasa a un 3%. Los efectos adversos de la reducción de almidón en la dieta, en cuanto el contenido y la producción de la proteína, fueron muy evidentes cuando la reducción de almidón en la dieta fue del 15%.

Gencoglu et al. (2010) y Ferraretto et al. (no publicado) compararon una dieta con 27% de almidón normal en base seca con otra dieta con 21% de almidón y realizaron formulaciones reemplazando parcialmente el almidón, de una dieta de grano seco molido de maíz, con NDF de cascarilla de soya o una mezcla de salvado de trigo-semilla de algodón. La proteína contenida en la leche fue mayor para las dietas que incluían almidón en una dieta normal en comparación a aquellas que se ensayaron con dietas de almidón reducido.

Reemplazando el almidón de la mezcla de maíz entero con NDF y cascarilla de soya o de salvado

de trigo con semilla de algodón entera, el contenido de proteína en la leche fue mayor en la dieta normal con almidón que en la dieta con almidón reducido en ambos ensayos. La producción de la proteína láctea no se afectó durante el tratamiento en el ensayo de Gencoglu et al. (2010), como respuesta ligada a las altas concentraciones de carbohidratos fermentables en el rumen, energía y proteína microbial ruminal para las dietas de contenido de almidón normales.

La digestibilidad total del almidón en el tracto digestivo de las vacas lecheras varió en un rango del 70 al 100% (Firkins et al., 2001). Varios factores influyeron en esta digestibilidad: el tamaño de la partícula (fina vs. molido grueso), el proceso del grano (extruidos vs. rolado seco), el método de almacenamiento (maíz seco vs. maíz altamente húmedo), el contenido de humedad del maíz, el tipo de maíz endospermo y el ensilaje de maíz madurado y procesado (Lopes et al., 2009; Firkins et al., 2001; Johnson et al., 1999; Nocek y Tammiga, 1991). El impacto de la digestibilidad del almidón del grano de maíz en el desempeño de la lactancia de las vacas lecheras fue revisado por Firkins et al. (2001). Según los datos presentados por Firkins et al. (2001), al incrementar la digestibilidad del almidón se aumentó la producción de le-

che y de proteína láctea y se redujo el contenido de grasa en leche.

La misma clase de respuestas están relacionadas con una gran cantidad de carbohidratos fermentables en el rumen, energía y proteína microbial ruminal de los granos de maíz con alta digestibilidad de almidones.

### Azúcares

Broderick y Radloff (2004) reportaron dos ensayos con dietas en las que se adicionó azúcar de melazas, parcialmente reemplazado con almidón de maíz altamente húmedo. Al adicionar azúcar, el total de azúcar y almidón en la dieta fue de un rango de 0 a 4,6%, 2,6 a 7,2% y 23 a 31,5% para el ensayo 1; y de 0 a 7,4%, 2,6 a 10,0% y 26,1% a 31,4% para el ensayo 2 en base seca. Para una óptima producción de leche, grasa y proteína en ambos ensayos, el total de azúcar requerido fue del 5%, equivalente a adicionar 2,4% de azúcar en la dieta base. En el segundo ensayo, la mayor cantidad de proteína fue observada también con un total de 5% de azúcar en dieta. Alimentar con dietas con un contenido de azúcar superior al 6% pareció que redujera el desempeño de la lactancia.

### Fibra soluble

Voelker y Allen (2003) alimentaron vacas en la mitad de su

lactancia con almidón en dietas que contenían 35, 31, 27 y 18% en base seca. El almidón del maíz altamente húmedo fue reemplazado parcialmente por fibra soluble (pectina) de pulpa de remolacha peletizada en dietas formuladas reduciendo el contenido de almidón. El promedio de almidón para las dietas fue de 27 y 31%. Al alimentar con un 18% de almidón en dieta se redujo la producción de grasa en 5% y la de proteína en un 4 y 5% respectivamente. Broderick et al. (2002) alimentaron vacas a mitad de la lactancia con dietas que contenían de 20 a 31% de almidón en base seca. El almidón de maíz partido fue reemplazado parcialmente por fibra soluble (pectinas) de pulpa peletizada de remolacha en dietas con formulación decreciente de contenido de almidón.

Relacionando los promedios para las dietas con almidón de 27 y 31%, nutriendo con dietas de un 18% de almidón se redujo la producción de grasa en un 5% y se disminuyó la producción de la proteína en un 4 y 5% respectivamente. Broderick et al. (2002) alimentaron vacas a mitad de la lactancia con dietas con un contenido de almidón de 31% ó 20% en base seca. El almidón del maíz partido fue reemplazado parcialmente por fibra soluble (pectinas) proveniente de pulpa de cítricos deshidratada en



la fórmula de la dieta baja en almidón. Alimentando con dieta baja en almidón se redujo la producción de grasa en leche, su contenido y la producción de la proteína en un 14, 4 y 20%, respectivamente. Las respuestas fueron relacionadas con las grandes concentraciones de carbohidratos fermentables, energía y proteína microbial ruminal para el almidón del grano de maíz, así como para la fibra soluble de la pulpa de remolacha o la pulpa cítrica.

## Grasa

La suplementación con grasa en vacas lactantes, que es una práctica común en campo, ha sido ampliamente investigada. Fuentes comunes de suplementación con grasa en ganado lechero incluyen grasa animal, frijol, soya tostada, maíz entero con semilla, granos de destilería y varios productos con grasas inertes para el rumen. El total de grasa comúnmente contenida en dietas es de 4 a 6% en base seca para vacas lecheras. Jenkins y McGuire (2005) reportaron que el contenido de proteína en la leche se reducía 0,03% unidades por cada 100 g de grasa suplementada y consumida, por su parte en la nutrición de los niveles típicos de grasa en campo su reducción era de 0,1 a 0,3% de unidades.

A causa de la nutrición con grasa se incrementa la produc-

ción de leche, la producción de proteína permanece igual o su efecto no es muy positivo.

Dependiendo de la composición de ácidos grasos y la forma física del suplemento graso, el contenido de grasa en leche puede disminuir (aceite libre, alta proporción de ácidos grasos insaturados) o incrementarse (alta proporción de ácidos grasos saturados, grasa inerte para el rumen, semilla de algodón entera).

## Proteína en dieta

### Proteína cruda (CP)

Subalimentar con CP relativamente puede reducir la producción láctea y la producción y el contenido de proteína. Sobrealimentar con CP puede no aumentar el contenido de proteína láctea. Emery (1978) reportó que el contenido de proteína se incrementó únicamente en 0,02% de unidades por cada 1% de unidad incrementada en la dieta de contenido de CP. Jenkins y McGuire (2005) explicaron esta baja eficiencia (25 a 30%) para la dieta CP a la producción de proteína láctea. El requerimiento de CP permitido para vacas lecheras es de aproximadamente 450 g de una dieta CP por cada 4.5 kg de leche producida (NRC, 2001). La típica concentración dietaria de CP para vacas es aproximadamente un 17% (DM base; NRC, 2001).

### Proteína degradable en rumen (RDP) y proteína no degradable en rumen (RUP)

Una fracción de la CP en el alimento es degradada por los microorganismos del rumen. Esta RDP provee el nitrógeno para proteína microbial ruminal, que es el mayor y menos costoso recurso de proteína metabolizable (MP) para la vaca. Una fracción de CP en la comida escapa a la degradación ruminal (RUP) y es proveedora directa de MP. Por tanto, los requerimientos de MP de la vaca se alcanzan en la formulación de la ración cuando se utilizan suplementos altos en RUP. La típica dieta con concentraciones RDP y RUP para vacas de alta producción son de 10,5 y 6,5% (DM base; NRC, 2001).

### Aminoácidos

La lisina y metionina son los aminoácidos más limitantes para la proteína láctea en dietas basadas en ensilaje de maíz y alfalfa (NRC, 2001), mientras que la histidina puede ser la más limitante en dietas basadas en ensilaje de pastos (Korhonen et al., 2000). El perfil de los aminoácidos de la proteína láctea de la alta suplementación con RUP es altamente variable; por ejemplo dietas con harina de pescado es favorable por su contenido de lisina y metionina, la dieta con harina de sangre es alta en lisina, productos del maíz es

baja en lisina (NRC,2001). Una guía práctica para la formulación de dietas para optimizar el contenido de proteína y su producción es lisina y metionina al 6,6% y 2,2% de MP, respectivamente, y 3:1 de relación lisina a metionina en MP (NRC,2001). Para alcanzar este nivel de metionina se hace necesario utilizar productos protegidos de metionina contra el rumen.(NRC,2001)

## Aditivos Alimenticios

Ipharrague y Clark (2003) reportaron que los ionóforos (monensina sódica y lasalocid), adicionados a la dieta de vacas lactantes, redujeron el contenido de proteína y grasa en leche. La reducción del contenido de grasa fue atribuida a una disminución en la producción del acetato y butirato ruminal y al aumento del propionato ruminal, mientras que la reducción del contenido de proteína en leche fue atribuida al efecto de dilución debido a mayor producción de leche. El uso de la monensina es aprobado en Estados Unidos para las dietas de vacas lactantes con el propósito de mejorar la eficiencia alimenticia, cuyos resultados son la disminución del consumo de materia seca con un leve incremento de la producción láctea. En metanálisis de datos obtenidos en diferentes estudios conducidos respecto a la suplementación

de dietas con aceites, Tassoul y Shaver (2008) y Bravo y Doane (2008) reportaron que los aceites esenciales incrementaron el rendimiento de la proteína pero no el contenido de proteína en leche; el contenido de la grasa en la leche no se afectó por el tratamiento. En un metanálisis de datos obtenidos de ensayos investigativos en dietas con suplementación de productos de levaduras, Desnoyers et al. (2009) reportaron que los productos con levaduras aumentaron la producción de leche y tendieron a incrementar el contenido de grasa pero el contenido de la proteína en leche permaneció sin afectarse por el tratamiento. Inostroza et al. (2010) reportaron que la sustitución parcial de liberación controlada de productos de urea, para comidas basadas en frijol soya, elevaron la producción de leche y tendieron a incrementar la producción de proteína en leche, pero la proteína en leche no fue afectada por el tratamiento.

## Bibliografía

BAL, M. A.; COORS, J. G.; SHAVER R. D. Impact of maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 80. (1997); p. 2497-2503.

BATAJOO, K. K.; SHAVER, R. D. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 77. (1994); p. 1580:1588.

BRAVO, D.; DOANE, P. Meta-analysis on the effect of a cinnamaldehyde and eugenol mixture on the performance of lactating dairy cows: Abstr. *In: Journal of Dairy Science*. Vol.91 (2008 E-Suppl. 1); p. 588.

BRITO, A. F.; BRODERICK, G. A. Effect of varying dietary ratios of alfalfa silage to corn silage on production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 89. (2006); p. 3924-3938.

BRODERICK, K. G. A.; MERTENS, D. R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 85. (2002); p.1767-1776.

BRODERICK, G. A.; RADLOFF, W. J. Effect of molasses supplementation on the production of lactation dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 87. (2004); p. 2997-3009.

DESNOYERS, M., S., et al. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation





- on ruminal parameters and milk production of ruminants. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 92. (2009); p. 1620-1632.
- DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D. Yield response of dairy cows fed different proportions of alfalfa silage and corn silage. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 80: (1997); p. 2069-2082.
- EMERY, R. S. Feeding for increased milk protein. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 61. p. 825-828.
- FIRKINS, J. L., et al. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *In: Journal Animal Science*. Vol. 79. (2001)(E. Suppl.); p. E218-E238.
- GENCOGLU, H., et al. Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance by dairy cows. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 93. (2010); p. 723-732.
- INOSTROZA, J. F., et al. Effect of diets containing a controlled-release urea product on milk yield, milk composition, and milk component yields in commercial Wisconsin dairy herds and economic implications. *The Prof. Anim. Sci.* Vol.26. (2010); p. 175-180.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. *In: Anim. Feed Sci. Technol.* Vol. 106. (2003); p. 39-57.
- JENKINS, T. C.; MCGUIRE, M. A.. Effects of nutrition on milk composition: A 25-year review of research reported in the *Journal of Dairy Science*. Proc. Tri-State Dairy Nutr.Conf. Ft. Wayne, IN. 2005
- JOHNSON, L., et al. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 82 (1999); p. 2813-2825.
- KORHONEN, M. A., et al. Responses to graded post-ruminal doses of histidine in dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Dairy Science*. Vol. 83. (2000); p. 2596-2608.
- LOPES, J. C., et al. Type of corn endosperm influences nutrient digestibility in lactating dairy cows. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 92. (2009); p. 4541-4548.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 rev. ed., Washington: National Academia Science 2001.
- NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 74 (1991); p. 3598-3629.
- ROBINSON, P. H. Manipulating milk protein production and level in lactating dairy cows. *In: Proc. Western Canadian Dairy Seminar*. Canada: Red Deer, Alberta, 2000.
- RODE, L. M. Formulating dairy cow diets for milk composition. *In: Proc. Pac. NW Nutr.Conf.* Vancouver, B.C. Canada. 2006.
- TASSOUL, M. D.; SHAVER, R. D. Essential oils as dietary supplements for dairy cows. *In: Proc. Cornell Nutr. Conf.* Syracuse, NY. 2008.
- TESSMANN, N.J., et al.. Milk production response to dietary forage:grain ratio. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 74. (1991); p. 2696-2707.
- VOELKER, J. A.; ALLEN, M. S. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 1. Effects on feed intake, chewing behavior, and milk production of lactating dairy cows. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 86. (2003); p. 3542-3552.