

# ALIMENTACIÓN CON DIETAS BAJAS EN PROTEÍNA PARA VACAS LECHERAS

Discusión sobre los beneficios de alimentar con dietas de bajo contenido proteico mientras se satisfacen los verdaderos requerimientos del animal en cuanto a proteína metabolizable.

Alexander Nikolov Hristov, Ph.D.

## Introducción

El papel de la proteína dietética en la nutrición de la vaca lechera y en la sostenibilidad general de la finca puede resumirse en: (1) efectos sobre el consumo de materia seca (CMS), la producción de leche y su composición, (2) efectos sobre los costos del alimento, (3) efectos ambientales y (4) posibles efectos sobre la eficiencia reproductiva.



Alimentar con dietas de menor contenido proteico reduce la entrada de nitrógeno, mejora la eficiencia de utilización del nitrógeno y disminuye las pérdidas de nitrógeno en el estiércol. La reducción de la proteína en la dieta también beneficia al productor al reducir el costo del alimento y mejorar la rentabilidad general de la finca.

Existen muchos ejemplos en los que la disminución de la concentración de proteína en las dietas de vacas lecheras redujo drásticamente las pérdidas de nitrógeno en el estiércol sin afectar la producción animal. Sin embargo, estas intervenciones deben equilibrarse con el riesgo de una posible disminución en la producción de leche. Si no se satisfacen los verdaderos requerimientos del animal en cuanto a proteína metabolizable, no se puede mantener la producción a largo plazo. La proteína de la dieta no debe reducirse si la dieta no satisface los requerimientos del animal en otros nutrientes, especialmente energía.

La definición de proteína metabolizable según el NRC (2001) es: proteína digestible (aminoácidos totales digestibles) que se le proporciona al animal a través de la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína del alimento que escapa a la degradación ruminal (pero que se digiere y absorbe en el intestino delgado).

## **¿Qué tan bajo podemos llegar?**

¿Cuánto se puede reducir la proteína metabolizable en una dieta antes de que se vea afectada la producción? En algunos casos, el contenido de proteína cruda (PC) en la dieta tan bajo como 12% no afectó la producción de leche en vacas lecheras, aunque se observó una disminución en la digestibilidad de los nutrientes y en la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Aschemann et al., 2012). Sin embargo, en ese estudio las vacas eran relativamente poco productivas (alrededor de 29 kg/día) y la ingesta estaba restringida, lo que impidió demostrar el efecto importante de la proteína sobre el consumo de alimento.

En algunos ensayos, las dietas deficientes en proteína metabolizable mostraron claras tendencias numéricas hacia una disminución del consumo de materia seca (CMS) y/o de la producción de leche. Por ejemplo, Olmos Colmenero y Broderick (2006) alimentaron vacas con dietas que variaban en contenido de PC desde 13.5% hasta 19.4% [la proteína degradable en el rumen (PDR) aumentó de 9.3% a 12.7% y la proteína no degradable en el rumen (PNDR) de 4.2% a 6.7%]. El CMS y la producción de leche no se vieron afectados estadísticamente, pero la dieta con 13.5% de PC resultó en aproximadamente 0.7 kg/día menos de CMS ( $P > 0.22$ ) y 2 kg menos de leche ( $P = 0.10$ ) en comparación con la dieta de 16.5% de PC.

Experimentos con vacas de alta producción en Penn State han mostrado efectos variables de la reducción del contenido de PC o proteína metabolizable en la dieta sobre el CMS. En los estudios donde el CMS disminuyó con dietas deficientes en proteína metabolizable, también disminuyó la producción de leche (Lee et al., 2011a; Lee et al., 2012a). Por el contrario, cuando el CMS no disminuyó, la producción de leche fue similar a la obtenida con dietas con proteína metabolizable adecuada (Lee et al., 2012b; Giallongo et al., 2014).

En todos los estudios, la digestibilidad aparente de fibra detergente neutro (FDN) en todo el tracto digestivo disminuyó (entre 6 y 20%) con las dietas bajas en PC y deficientes en proteína metabolizable. Curiosamente, esto no afectó la producción de leche ni el contenido de grasa en la leche (aunque las vacas no alcanzaron exactamente la misma producción que aquellas alimentadas con proteína metabolizable en exceso; Lee et al., 2012b). Esto podría deberse al alto CMS observado en esos experimentos.

Por lo tanto, parece que las pérdidas de producción con dietas bajas en proteína se deben a:

1. Disminución del CMS debido a un funcionamiento ruminal deficiente o a una regulación fisiológica de la ingesta.

2. Deficiencia de PDR, lo que puede provocar una menor digestión de la fibra.
3. Suministro insuficiente de aminoácidos clave que limitan la síntesis de proteína en la leche.

El efecto de las dietas bajas en proteína sobre la ingesta es crítico y siempre debe considerarse (Lee et al., 2012a). Por ejemplo, un análisis de la literatura de hace algunos años (31 estudios publicados en Journal of Dairy Science entre 1995 y marzo de 2008 que investigaron los niveles de PC en la dieta; Huhtanen y Hristov, 2009) mostró un aumento en la producción de proteína en leche con el incremento de PC en la dieta en 7 experimentos. Sin embargo, en 5 de esos 7 estudios, el efecto sobre la producción de proteína en la leche se debió a un aumento en el CMS. Solo en 2 estudios, la producción de proteína en la leche aumentó significativamente con el incremento de PC sin afectar el CMS.

### **Estrategias para alimentar con dietas bajas en proteína**

El modelo del NRC para vacas lecheras (2001) predice que una dieta basada en silo de maíz, heno de alfalfa, maíz rolado al vapor, harina de soya, semilla de algodón entera y 0.5% de harina de sangre (base de materia seca), con aproximadamente 16% de PC y un CMS de 25 kg/día, cumple con los requerimientos de proteína metabolizable (y excede los de energía neta de lactancia) para una vaca de 680 kg, a 90 días en lactancia, con una producción de 40 kg/día de leche y 3.0% de proteína verdadera en la leche.

En nuestros experimentos en Penn State, una dieta basada en silo de maíz, henolaje de alfalfa, heno de pasto, soya tostada entera, harina de canola y aproximadamente 6% de harina de soya bypass con 16% de PC, cumplió con los requerimientos de proteína metabolizable de vacas con un nivel de producción similar. El balance de PDR en esta dieta fue, en promedio, de +3 g/día.

Si esta dieta se formulara con 17% de PC, reemplazando el heno por henolaje e incluyendo algo de harina de soya extraída con solventes (sustituyendo parcialmente la harina de soya bypass), se seguirían cubriendo los requerimientos de proteína metabolizable, pero el balance de PDR aumentaría a +286 g/día.

Como se ha demostrado en varios estudios, el exceso de PDR incrementa la excreción urinaria de nitrógeno y urea, y en consecuencia, las emisiones de amoníaco del estiércol (van Duinkerken et al., 2005; Agle et al., 2010). En el estudio de Olmos Colmenero y Broderick (2006), por ejemplo, la excreción urinaria de nitrógeno ureico se triplicó al aumentar el contenido de PC de las dietas de 13.5% a 19.4%. Reducir el balance de PDR a aproximadamente -200 g/día resultó en una disminución del 40% en el potencial de emisión de amoníaco del estiércol, según el estudio de Lee et al. (2012b).

### **Experimentos a largo plazo con dietas bajas en proteína**

Experimentos de diseño continuo a largo plazo (hasta 10 semanas), realizados en Penn State con vacas produciendo entre 38 y 43 kg de leche por día, mostraron que reducir el suministro estimado de proteína metabolizable según el NRC (2001) entre un 8 y un 13% por debajo de los requerimientos puede disminuir el consumo de materia seca (CMS) y/o reducir la producción de leche. Estas dietas normalmente tenían alrededor de 14% de proteína cruda (PC).

En un estudio (Lee et al., 2012b), dietas con una deficiencia del 12 al 13% en proteína metabolizable (14% de PC), pero suplementadas con aminoácidos protegidos del rumen, no

resultaron en una disminución de la producción. En un experimento más reciente con vacas produciendo entre 43 y 45 kg/día, dietas deficientes en proteína metabolizable entre un 5 y 8% tampoco redujeron el CMS ni la producción de leche (Giallongo et al., 2014).

Es importante destacar que en estos estudios, el balance de proteína metabolizable se calculó en función del CMS y la producción real de las vacas. Puede debatirse cuál es la mejor forma de estimar los requerimientos de proteína metabolizable —si debe basarse en la producción real o en la producción potencial de leche y su composición—. En algunos casos, esta diferencia puede ser significativa (por ejemplo, si se estima una producción de leche superior en más de 4.5 kg a la real), aunque en los estudios de Penn State esto tuvo poca relevancia.

El primer y más importante factor para lograr una reducción exitosa de la proteína dietética hasta niveles cercanos o por debajo de los requerimientos de proteína metabolizable del animal es mantener el balance energético de la dieta en niveles adecuados o ligeramente por encima de los requerimientos. Los aminoácidos inevitablemente se utilizan para la síntesis de glucosa en la vaca, pero su papel como fuente de energía para mantener la producción se vuelve más relevante cuando la energía dietética es deficiente.

Según nuestra experiencia, las dietas con alrededor de 14% de PC son deficientes en PDR, lo que se manifiesta en una menor digestibilidad total de la FDN. Aunque no hemos medido directamente la degradabilidad de la fibra en el rumen, es razonable suponer que gran parte —si no toda— de la reducción en la digestibilidad de la fibra ocurre a nivel ruminal. No pudimos detectar, al menos con el método indirecto utilizado, una respuesta consistente en la síntesis de proteína microbiana en el rumen con las dietas bajas en PC. En general, nuestros datos indican que dietas con PDR entre 9 y 10% (de la MS de la dieta) disminuyen la digestibilidad de la fibra, pero no parecen tener un efecto consistente sobre la síntesis de proteína microbiana en el rumen.

El modelo del NRC (2001) tiende a sobreestimar el efecto de la proteína metabolizable sobre la producción de leche. En nuestros estudios con dietas deficientes en proteína metabolizable, el modelo del NRC (2001) subestimó la producción de leche en aproximadamente 2.3 kg por cada 100 g de deficiencia en proteína metabolizable (Lee et al., 2012b). Tendencias similares fueron reportadas por Lee et al. (2012a); en promedio, la subestimación en la producción de leche en grupos con dietas deficientes fue de  $10.3 \pm 0.8$  kg/día. En un experimento más reciente con 60 vacas, en el cual el CMS no se vio afectado por la deficiencia de proteína metabolizable, la producción de leche fue subestimada por el NRC (2001) en promedio en  $3.5 \pm 0.7$  kg/día (Giallongo et al., 2014).

#### **Posibles razones para estos resultados incluyen:**

- Sobreestimación de los requerimientos de PDR.
- Reciclaje de urea suficiente.
- Variabilidad en la eficiencia de conversión de la proteína metabolizable para funciones metabólicas (véanse las discusiones en Doepel et al., 2004 y Huhtanen y Hristov, 2009).

Las dietas con una concentración de PC igual o menor al 16% no son poco comunes en explotaciones lecheras comerciales del noreste de EE. UU. En nuestros proyectos en fincas (datos no publicados de Hristov et al., 2012 y Weeks et al., 2014), las raciones totalmente mezcladas (RTM) de establos con producciones entre 27 y 36 kg de leche/día frecuentemente presentaban

menos de 16%, e incluso en algunos casos menos de 15 o 14% de PC. Aunque parte de esto puede deberse a muestreo no representativo u otros factores que afectan la composición de la dieta (como la mezcla de la RTM), es evidente para nosotros que en granjas comerciales —particularmente cuando los precios del alimento son elevados—, las dietas pueden alcanzar niveles críticamente bajos de PC que podrían limitar la producción en algunos rodeos.

## **Suplementación con aminoácidos específicos**

La suplementación con aminoácidos protegidos del rumen que limitan la producción de leche y la síntesis de proteína láctea puede compensar una deficiencia de proteína metabolizable en las dietas de vacas lecheras. En algunos casos, esta estrategia fue exitosa para mantener la producción (Leonardi et al., 2003; Berthiaume et al., 2006; Broderick et al., 2008), pero en otros no (Socha et al., 2005; Davidson et al., 2008; Benefield et al., 2009).

La investigación sobre suplementación con aminoácidos en Penn State ha señalado la histidina como un aminoácido limitante en vacas lecheras alimentadas con dietas típicas de América del Norte, basadas en silo de maíz, heno de alfalfa, grano de maíz y harinas de soya o canola. Lee et al. (2012a) reportaron una tendencia a un mayor consumo de materia seca (CMS) cuando se agregó histidina protegida al rumen a una dieta con una deficiencia del 13% en proteína metabolizable, que ya estaba suplementada con lisina y metionina protegidas. Este mayor CMS provocó un aumento en la producción de leche y proteína láctea.

El análisis de muestras bacterianas ruminales en diversos ensayos en Penn State indicó una concentración de histidina aproximadamente 27% menor que la de metionina en la proteína bacteriana. Cuando se alimentan dietas deficientes en proteína metabolizable, la proteína microbiana se vuelve una fuente cada vez más importante de aminoácidos para la vaca, y se ha propuesto que la histidina podría ser un aminoácido limitante en vacas lecheras de alta producción bajo estas condiciones. Nuestro análisis indicó que la proporción de histidina en la proteína metabolizable debería ser similar o superior a la de metionina, la cual, para fines prácticos, se sugiere entre 2.2 y 2.4%. Otros han propuesto requerimientos de histidina del 2.4% (Doepel et al., 2004), 2.3% (Lapierre et al., 2014) y hasta 3.4% (Rulquin y Pisulewski, 2000) de la proteína metabolizable.

Nuestra hipótesis de que la histidina es un aminoácido limitante en vacas lecheras de América del Norte se basó en datos de Europa con dietas basadas en silo de pasto (Kim et al., 1999; Vanhatalo et al., 1999) y en concentraciones consistentemente más bajas de histidina en plasma en experimentos de largo plazo con dietas deficientes en proteína metabolizable realizados en Penn State (Lee et al., 2012a,b). Debemos enfatizar la importancia del diseño experimental al estudiar los efectos sobre la producción. A diferencia de los experimentos de largo plazo, en un estudio de diseño cruzado paralelo con periodos experimentales de 21 días (Lee et al., 2011b), no se observaron diferencias en las concentraciones plasmáticas de histidina entre vacas con dietas adecuadas o deficientes en proteína metabolizable.

Como lo discutieron Lapierre et al. (2008), la histidina puede ser única entre los aminoácidos esenciales al tener reservorios lábiles que proporcionan histidina almacenada durante periodos breves de deficiencia (es decir, carnosina y anserina intramuscular, dipéptidos que contienen histidina, y hemoglobina circulante). La carnosina, junto con la hemoglobina, se han considerado fuentes de histidina en nutrición humana, y se ha observado un balance negativo de nitrógeno y disminución de la hemoglobina sanguínea en ratas cuando se omite la histidina en la dieta. En vacas

lecheras, el mecanismo carnosina/hemoglobina podría ser suficiente para mantener los niveles de histidina en estudios a corto plazo.

Llevamos a cabo un experimento de 10 semanas con diseño en bloques completos al azar con 60 vacas ( $87 \pm 40$  días en leche) con el objetivo principal de investigar los efectos de la urea de liberación lenta y la suplementación con metionina e histidina protegidas del rumen en una dieta deficiente en proteína metabolizable sobre el desempeño en lactancia (Giallongo et al., 2014). Al incluir urea de liberación lenta, esperábamos abordar la menor digestibilidad de la FDN observada en estudios previos con dietas deficientes en proteína metabolizable.

Este experimento incluyó 5 tratamientos: un control (cubriendo los requerimientos de proteína metabolizable de las vacas) y dietas deficientes en proteína metabolizable suplementadas con urea de liberación lenta y metionina e histidina protegidas. Las dietas estaban basadas en silo de maíz y contenían entre 14.8 y 16.7% de PC. El balance de proteína metabolizable (según el NRC, 2001) osciló entre +200 y -250 g/día. Todas las dietas eran deficientes en lisina (entre -10 y -28 g de lisina digestible/día). Las dietas no suplementadas con aminoácidos protegidos también eran deficientes en metionina (entre -13 y -17 g de metionina digestible/día), y aquellas sin histidina añadida eran deficientes entre -5 y -8 g/día de histidina digestible.

Como en estudios anteriores, la excreción urinaria de nitrógeno y urea se redujo en la dieta deficiente en proteína metabolizable. El CMS no se vio afectado por el nivel de proteína metabolizable, pero tendió a ser mayor en la dieta con histidina protegida. La producción de leche y grasa láctea no se vio afectada por el tratamiento. El contenido de proteína verdadera en la leche aumentó, y la producción de proteína láctea aumentó numéricamente con la adición de histidina protegida.

Las vacas alimentadas con la dieta deficiente en proteína metabolizable (14.8% de PC) ganaron solo 14 g/día de peso corporal, mientras que las vacas de los demás tratamientos (control o suplementadas) ganaron en promedio 267 g/día. Esta observación, que difícilmente se detectaría en un estudio a corto plazo, sugiere que las vacas con dieta deficiente no estaban ganando peso, mientras que las vacas con dietas suplementadas estaban recuperando el peso perdido al inicio de la lactancia.

La conclusión de este experimento fue que una dieta con una deficiencia del 5% en proteína metabolizable no redujo el CMS ni la producción de leche y sus componentes. La suplementación con histidina protegida tendió a aumentar el CMS y aumentó el contenido de proteína en la leche. Estos resultados confirmaron nuestros datos anteriores y sugieren que la histidina puede tener un efecto positivo sobre el consumo voluntario de alimento en vacas lecheras de alta producción. No pudimos demostrar un efecto positivo de la urea de liberación lenta sobre la digestibilidad total de la fibra.

## Conclusiones

La ingesta de proteína en la dieta es el factor más importante que determina la eficiencia del nitrógeno en la leche, las pérdidas de nitrógeno urinario y, en consecuencia, las emisiones de amoníaco provenientes del estiércol de vacas lecheras. Las vacas lecheras que producen hasta 88 libras de leche por día pueden ser alimentadas de forma segura con dietas balanceadas que contengan un 16% (e incluso 15%) de proteína cruda (PC) sin afectar la producción o la composición de la leche.

Las dietas con menos del 15% de PC (es decir, con una deficiencia de proteína metabolizable menor al -12%, según el NRC, 2001) probablemente resulten en una menor producción de leche, en parte debido a una reducción en el consumo de materia seca (CMS). Las dietas bajas en PC (es decir, deficientes en proteína metabolizable) pueden beneficiarse de la suplementación con aminoácidos protegidos del rumen que limitan la producción (nuevamente, en parte a través de un efecto sobre el CMS).

Nuestros datos demostraron que la histidina es un aminoácido limitante en dietas deficientes en proteína metabolizable basadas en silo de maíz y heno de alfalfa, y que los estudios a largo plazo mostraron que la suplementación de estas dietas con histidina protegida del rumen aumentó, o tendió a aumentar, la producción de leche y el porcentaje y rendimiento de proteína láctea, principalmente al incrementar el CMS.

La digestibilidad total de la FDN probablemente se vea reducida con dietas que contengan menos del 16% de PC ( $RDP \leq 10\%$  de la materia seca).

Fuente.

<https://extension.psu.edu/feeding-low-protein-diets-to-dairy-cows/>

**Clic Fuente**

