

# EL AZUFRE EN LOS GRANOS DE DESTILERÍA PARA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO

D. Schingoethe<sup>1</sup>, A. García<sup>1</sup>, K. Kalscheur<sup>1</sup>, A. Hippen<sup>1</sup> y K. Rosentrater<sup>2</sup>. 2012. PV ALBEITAR 25/2012.

<sup>1</sup>Departamento de Dairy Science. South Dakota State University (SDSU).

<sup>2</sup>Servicio de Investigación Agrícola. Instituto de Agricultura y Ciencias Biológicas (USDA).

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos](#)

## INTRODUCCIÓN

El azufre (S) es un elemento esencial que los animales necesitan para muchas funciones. En torno al 0,15% del peso corporal es azufre. Se encuentra en los aminoácidos metionina, cisteína, cistina, homocisteína y taurina; en el condroitin sulfato del cartílago; y en las vitaminas del complejo B tiamina y biotina. La metionina, la tiamina y la biotina no pueden sintetizarse en los tejidos, por lo tanto se deben suministrar con la dieta o sintetizarse por los microorganismos del rumen. El contenido en azufre de la mayor parte de los alimentos refleja el contenido en aminoácidos azufrados de las proteínas del alimento. En la tabla hay ejemplos de la concentración de azufre en varios alimentos.

La vaca necesita azufre en la dieta, principalmente para suministrar un sustrato adecuado para un máximo crecimiento microbiano ruminal. La concentración de azufre en la dieta recomendada para la mayor parte del ganado lechero es de 0,20% de la materia seca de la dieta (NRC 2001). Se recomiendan concentraciones más altas (0,29%) para los terneros que consumen leche o sustituto lácteo. Para una utilización eficiente del nitrógeno no proteico de la dieta la proporción entre nitrógeno y azufre debe ser entre 10 y 12:1. Cuando se complementa con cantidades significativas de fuentes de proteína no degradable en el rumen, esta proporción entre nitrógeno y azufre se debe revisar para asegurarse de que los microorganismos del rumen tienen sus necesidades de azufre cubiertas.

Concentración de azufre en alimentos comunes <sup>1</sup>			
Ingrediente	% de la MS	Ingrediente	% de la MS
Alfalfa	0,26	Harina de pescado	1,16
Cebada	0,12	Harina de lino	0,37
Pulpa de remolacha	0,30	Heno de gramíneas	0,21
Harina de sangre	0,77	Harina de carne y huesos	0,39
Farelo de cervecía	0,38	Avena	0,19
Harina de canola	0,42	Harina de alazor	0,32
Maíz	0,10	Sorgo	0,11
Grano de destilería, maíz	0,44	Cáscaras de soja	0,12
Solubles de destilería <sup>2</sup>	1,43	Poroto de soja	0,31
Gérmén de maíz <sup>2</sup>	0,21	Harina de soja, solvente	0,42
Afrecho de maíz <sup>2</sup>	0,75	Harina de soja, expeller	0,34
Gluten feed de maíz	0,44	Semillas de girasol	0,21
Gluten meal de maíz	0,83	Harina de girasol	0,39
Ensilaje de maíz	0,14	Trigo	0,15
Semilla de algodón	0,23	Semitín de trigo	0,18
Harina de plumas	1,39	Suero	1,15

Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Ed., NRC (2001).  
<sup>1</sup>Poet Nutrition, Sioux Falls, SD, Mayo 2008.

## EFFECTOS DEL EXCESO DE AZUFRE

Si bien se considera que la concentración máxima de azufre que no ocasiona problemas en las dietas es de 0,4% de la materia seca (NRC 1980) es sólo una estimación, que no está del todo respaldada por la bibliografía. Es posible suministrar cantidades mayores en la dieta sin que aparentemente surjan problemas. Por ejemplo, los

iones sulfato agregados a la dieta de las vacas secas para disminuir la diferencia cationes-aniones de la dieta y prevenir la fiebre de la leche a menudo llevan la concentración de azufre de la dieta a valores por encima del 0,5%.

Un consumo de azufre excesivo puede interferir en la absorción de otros minerales, especialmente del cobre y del selenio. Es más probable que la toxicidad tenga lugar con el azufre en forma de sulfuro que en forma de sulfato. El olor del sulfuro de hidrógeno, a huevos en descomposición, puede indicar un exceso de azufre en la dieta. También pueden aparecer diarreas con dietas de alto contenido en azufre.

En el ganado de carne en crecimiento se han observado síntomas de polioencefalomalacia con el suministro de dietas ricas en azufre. No se han reportado casos de toxicidad por azufre en las vacas lecheras. El consumo de agua con alto contenido en azufre (por ejemplo: = 1.000 mg S/l; >1.000 ppm como S), lo que equivale aproximadamente a agregar 0,1% de azufre en la materia seca de la dieta, puede disminuir el consumo de agua y la producción de leche (NRC 2001).

El consumo de alimento de los terneros puede disminuir si se les suministra el triple (o más) de sus necesidades de metionina, pero no se ha documentado una disminución del consumo asociada a dietas con alto contenido en azufre.

## CONTENIDO EN AZUFRE DE LOS GRANOS DE DESTILERÍA

El azufre en los productos de destilería se ha convertido en una preocupación reciente. Cuando el almidón del maíz se fermenta a etanol, la concentración del resto de los nutrientes de los granos aproximadamente se triplica. Por lo tanto, una concentración de 0,1% en el maíz se torna en aproximadamente 0,3% de azufre en los granos de destilería con solubles (DDGS), cercana al valor de 0,44% que lista el NRC (2001) para los mismos. Tal concentración coloca a los DDGS en niveles de azufre del extremo bajo al medio con respecto a los encontrados en otros alimentos comunes (tabla). Sin embargo, una encuesta sobre DDGS procedentes de 40 plantas de etanol en el medio-oeste de Estados Unidos (Universidad de Minnesota, 2008) mostró un promedio de 0,7% de azufre con un rango entre 0,31 y 1,93%. Sólo unos pocos valores estaban por encima del 0,8%; al excluir esas muestras con valores muy altos de azufre, baja la media a 0,6%. Otra encuesta reciente de cinco plantas de etanol de Dakota del Sur (con dos encuestas por planta) indicó que el contenido promedio de azufre era de 0,53% de la materia seca con un rango de 0,31 a 0,82% de azufre. Por lo tanto, la norma de la industria para el azufre en los DDGS actuales es mayor que el 0,44 que lista el NRC para el ganado lechero.

El azufre adicional en los DDGS no proviene del maíz. La mayoría proviene probablemente de productos químicos agregados durante el proceso para controlar el pH y para la limpieza. Por lo general, estas fuentes de azufre van a ser más altas en los solubles de destilería (a menudo referidos como solubles condensados de destilería o CDS) que en los granos de destilería, ya que es en la fracción de solubles en la que dichos agentes químicos se recogen originalmente. Una encuesta reciente mostró en los solubles un rango de azufre de 0,22 a 1,80% de la materia seca, con un promedio típicamente más alto que para los DDGS. Los DDGS modificados (aproximadamente 50% de MS) también contienen más azufre (entre el 0,89% y el 1,38%) que los DDGS, ya que los DDGS modificados a menudo contienen más solubles adicionados que las proporciones que se encuentran normalmente en el grano de maíz original.

## ¿POR QUÉ LOS DDGS CONTIENEN MÁS AZUFRE DEL ESPERADO?

1. Los ácidos (especialmente el ácido sulfúrico) que se utilizan para controlar el pH durante el procesado contienen a menudo azufre.
2. Los ácidos empleados en las operaciones de limpieza a menudo contienen azufre. Estos agentes químicos se incorporan usualmente a la fracción "soluble" de los DDGS. Estos agentes son, por lo general, menos costosos que las alternativas, razón principal para usarlos, además de que son efectivos como agentes de limpieza. Por este motivo este problema puede persistir, a no ser que las plantas de etanol tomen medidas para disminuir la cantidad de agentes químicos que contienen azufre o para procesar esas "soluciones de limpieza" de forma que no terminen formando parte de los DDGS. Se debería, al menos, sugerir a las plantas de etanol que minimizaran el uso de agentes de limpieza que contienen azufre.
3. El agua empleada en las plantas de etanol puede contener cantidades relativamente altas de azufre. Por ejemplo, hay muchas áreas en el medio-oeste de Estados Unidos, particularmente en el sector más al norte, en que el agua tiene un contenido de azufre alto.
4. Las cantidades de solubles vueltos a agregar a los granos de destilería para producir los DDGS son variables. Desafortunadamente para los usuarios de estos subproductos, la adición de cantidades variables de solubles a los DDGS contribuye de forma importante a la variación en la composición de los mismos, no sólo en el contenido de azufre sino también en la variación de otros nutrientes tales como grasa, proteína y fósforo.



### **¿QUÉ HACER SI LA DIETA TIENE UN ALTO CONTENIDO EN AZUFRE?**

En la mayoría de los casos se pueden formular dietas como de costumbre, sin preocupación acerca del contenido en azufre de los productos de destilería.

En los trabajos de investigación en ganado lechero realizados en la Universidad de South Dakota (Estados Unidos) se han suministrado dietas que contenían hasta un 40% de la MS de la dieta como DDGS o un 20% como CDS sin ningún problema. Las dietas siempre estaban por debajo de 0,4% de azufre en base seca y por lo general entre el 0,2 y el 0,3%.

En múltiples ocasiones se utilizaron DDGS con un contenido en azufre de hasta el 0,9% (Anderson et al., 2006) o solubles condensados de destilería que contenían un nivel muy alto de azufre (1,96%) (Bharathan et al. 2008). Se debe recordar que los DDGS es uno de los muchos ingredientes de la dieta y que, por lo general, se incluyen en un 20% o menos de la MS de la dieta. Los forrajes, como el ensilado de maíz, son por lo general bajos en azufre. De hecho, el análisis del ensilado de maíz suministrado en nuestros experimentos contenía, normalmente, menos del 0,14% de azufre mencionado en el NRC del ganado lechero (tabla).

Otros ingredientes utilizados a menudo (alfalfa, maíz, cebada, avena y trigo) son también bajos en azufre. La fuente de agua por lo general no se tiene en cuenta, a no ser que sea en un área reconocida como de alto contenido en azufre. En esas circunstancias sí debería tenerse en cuenta. Se realizó un informe sobre ganado de carne en la SDSU (Ward y Patterson, 2004) para determinar la respuesta de novillos en crecimiento a dietas que contenían niveles de azufre casi tóxicos. Los resultados indicaron que el suministro de 1 g por animal y por día de tiamina eliminaba virtualmente la incidencia de polioncefalomalacia.

### **CONCLUSIONES**

El azufre es un mineral esencial que debe incluirse en las dietas del ganado. Sin embargo, su suministro en exceso puede ser perjudicial para los animales. Los granos de destilería y sus coproductos asociados, como los CDS, contienen cantidades de azufre altas. Por lo general se publica en las tablas de referencia, pero dentro de los rangos de concentraciones presentes en muchos de los alimentos más comunes. Es posible formular dietas dentro de los niveles recomendados entre 0,2 y 0,4% de azufre, aun cuando se usen subproductos de destilería con un alto contenido de azufre. Es aconsejable que los productores obtengan información acerca del contenido en azufre cuando usen DDGS en las dietas del ganado.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Anderson, J. L., D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur, and A. R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:3133-42.
- Bharathan, M., D. J. Schingoethe, A. R. Hippen, and K. F. Kalscheur. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA) in milk increases in cows fed condensed corn distillers solubles and fish oil. *J. Dairy Sci.* 91: 2796-808 .
- Distillers grains byproducts in livestock and poultry feeds. Accessed May 2008, [www.ddgs.umn.edu/](http://www.ddgs.umn.edu/).
- National Research Council. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- . 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Pritchard, R. 2008. Sources of dietary sulfur in ruminant diets. Proc. Midwest ASAS/ADSA Symposium. Accessed through <http://ars.sdstate.edu/extbeef/>.
- Ward, E. H., and H.H. Patterson. 2004. Effects of thiamin supplementation on performance and health of growing steers consuming high sulfate water. Beef 2004-07, Animal and Range Sciences Department, South Dakota State University, Brookings

South Dakota State University, South Dakota counties, and U.S. Department of Agriculture cooperating. South Dakota State University is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer and offers all benefits, services, education, and employment opportunities without regard for race, color, creed, religion, national origin, ancestry, citizenship, age, gender, sexual orientation, disability, or Vietnam Era veteran status.

EXEX4039S Access at <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4039S.pdf>.

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos](#)