

Capítulo 14

Uso de los DDGS en las dietas de ganado de engorda

Introducción

Durante varias décadas, la industria del ganado de engorda de EUA ha sido un consumidor importante de los coproductos de destilería del maíz, tanto húmedos como secos. Como resultado, ha habido una cantidad considerable de investigación que se ha llevado a cabo para evaluar el valor alimenticio de los coproductos de destilería del maíz en el ganado. La mayor parte de las investigaciones se relacionan con la alimentación de esta materia prima al ganado de engorda en finalización. Se han publicado varios resúmenes excelentes de investigación y recomendaciones de alimentación (Erickson et al., 2005; Tjardes y Wright, 2002; Loy et al., 2005a; Loy et al., 2005b; Schingoethe, 2004). Más recientemente, Klopfenstein et al. (2008) publicaron una excelente revisión de literatura en la que se incluye un meta-análisis de 9 experimentos en los que se alimentaron a ganado de engorda estabulado a varios niveles de granos húmedos de destilería con solubles.

Composición de nutrientes de los coproductos de destilería para el ganado de engorda

Para información más específica sobre la composición y digestibilidad de nutrientes de los DDGS para ganado de engorda, refiérase al **Capítulo 4 "Composición y digestibilidad de nutrientes de los DDGS: Variabilidad y medición *in vitro*".**

Los granos de destilería con solubles, tanto secos como húmedos, son relativamente altos en proteína (de 27 a 30%) y de forma histórica se han utilizado como un suplemento proteínico en las dietas de ganado de engorda estabulado (Klopfenstein et al., 2008). La mayoría de la proteína en los DDGS de maíz es zeína, que tiene un alto valor de sobrepaso del rumen (Little et al., 1968); alrededor del 40% de la zeína se degrada en el rumen (McDonald, 1954). Aunque la proteína de sobrepaso del rumen ha mostrado ser bastante variable entre las fuentes de granos de destilería (Aines et al., 1987), la proteína en los granos secos de destilería secos tiene alrededor de 2.4 veces más valor proteínico y los DDGS tienen 1.8 veces más que la harina de soya.

La principal fracción de carbohidratos en los DDGS es la FND (fibra neutrodetergente). Gran parte de la FND de los DDGS se obtiene del pericarpio (salvado) del grano de maíz que contiene alrededor del 69% de FND, y que es alta (87%) y rápidamente digerible (6.2% por hora) (DeHaan et al., 1983). Debido a la fibra altamente digestible y rápidamente fermentable de los DDGS, ahora se usa como una fuente alta en energía y proteína en dietas para ganado de engorda estabulado en finalización. Farlin (1981) demostró por primera vez que los granos húmedos de destilería con solubles (WDGS) tienen más energía por kilogramo de materia seca que el maíz, lo que más tarde confirmaron Firkins et al. (1985) y Trenkle (1996).

El aceite de maíz presente en los DDGS también es un contribuyente importante a este contenido energético. Vander Pol et al. (2007) mostraron que la digestibilidad del aceite de maíz era del 70% y el aceite de los WDGS del 81%. Parece que parte del aceite en los WDGS está protegido de la hidrólisis e hidrogenación del rumen. Conforme aumenta el nivel de consumo de los ácidos grasos, disminuye su digestión (Plascencia et al., 2003), lo que probablemente explique la disminución del valor nutritivo de los DDGS cuando se alimenta a niveles crecientes de la dieta (**cuadro 1**).

Alimentación de los DDGS a ganado en finalización



En EUA, gran parte de los granos de destilería con solubles se alimentan en forma húmeda al ganado en finalización y como resultado, tienen un valor de energía más alto que los DDGS. No obstante, se secan todos los granos de destilería con solubles exportados de EUA para utilizarse en las raciones de ganado de engorda. Actualmente, los DDGS se consideran por ser una fuente principalmente de energía en las dietas de ganado de finalización. Los DDGS de maíz son muy palatables y fácilmente consumibles, lo que resulta en un excelente consumo de materia seca. La alimentación de WDGS resulta en un mejor desempeño en comparación con la alimentación de DDGS a ganado en finalización (Erickson et al., 2005). La sustitución del maíz con granos húmedos de destilería (WDGS) ha resultado consistentemente en un mejoramiento del 15 al 25% de la conversión alimenticia, cuando se reemplaza del 30 al 40% del maíz con WDGS en la dieta (DeHaan et al., 1982; Farlin, 1981; Firkins et al., 1985; Fanning et al., 1999; Larson et al., 1993; Trenkle, 1997a; Trenkle 1997a,b;

Vander Pol et al., 2005a). Este mejoramiento a la conversión alimenticia se debe principalmente a que los WDGS tienen de 120 a 150% del valor de la energía del maíz (Erickson et al., 2005). El secado parece reducir el valor energético a 102 - 127% del valor energético del maíz rolado en seco en las dietas altas en forrajes. Parece que los altos valores energéticos de los WDGS y DDGS son el resultado del control de la acidosis (Erickson et al., 2005).

Buckner et al. (2007) realizaron un estudio para evaluar los efectos de alimentar niveles crecientes de los DDGS a terneros en finalización sobre el desempeño del crecimiento y las características de la canal (**cuadro 1**). Los resultados de este estudio no mostraron efectos de los niveles crecientes de los DDGS en el consumo de materia seca, la profundidad de la grasa de la 12ª costilla, el área del músculo del lomo y la calificación del marmoleo, pero hubo un

efecto cuadrático en la GDP y el peso de la canal en caliente, así como una tendencia cuadrática de la eficiencia de la ganancia. El valor alimenticio aumenta substancialmente en comparación con el maíz, cuando se añaden DDGS a la dieta, pero disminuye con el aumento de las tasas de inclusión en la dieta (**cuadro 1**). Klopfenstein et al. (2008) utilizaron los datos de Buckner et al. (2007), junto con los resultados de otros 4 experimentos en su meta-análisis. Los resultados también muestran una respuesta cuadrática a la GDP cuando se alimentaron niveles crecientes de DDGS, pero observaron una respuesta cúbica en la G:A. Los resultados de este meta-análisis mostraron que se logra la GDP máxima cuando se incluyen de 20 a 30% de DDGS en la dieta, y se logra la máxima G:A al nivel de alimentación de 10 a 20% de la dieta. Klopfenstein et al. (2008) también mostraron que las respuestas máximas de GDP y G:A se lograron en niveles de inclusión mayores para los WDGS en comparación con los DDGS, y la tasa de disminución en el valor nutritivo con los niveles crecientes de alimentación fue mayor para los DDGS en comparación con los WDGS.

Cuadro 1. Desempeño del crecimiento y características de la canal cuando se alimenta a terneros en finalización con niveles crecientes de DDGS en la dieta³.

Criterios de respuesta	0% de DDGS	10% de DDGS	20% de DDGS	30% de DDGS	40% de DDGS
CMS, kg/día	9.25	9.47	9.52	9.71	9.47
GDP, kg	1.50	1.61	1.68	1.62	1.59
G:A	0.162	0.171	0.177	0.168	0.168
Valor alimenticio¹	100	156	146	112	109
Peso de canal en caliente, kg	351	362	370	364	359
Grasa 12^a costilla, cm	1.42	1.37	1.50	1.40	1.47
Área del músculo del lomo, cm²	80.0	80.6	82.6	81.3	81.3
Calificación del marmoleo²	533	537	559	527	525

¹ Valor relativo al maíz y calculado por la diferencia de G:A dividido por la tasa de inclusión en la dieta de DDGS.

² Calificación de marmoleo de 400 = ligero⁰, 500 = pequeño⁰

³ Adaptado de Buckner et al., 2007

Leupp et al. (2009) evaluaron los efectos de alimentar niveles crecientes de DDGS de maíz, sobre el consumo, digestión y fermentación del rumen en terneros alimentados con 70% de dietas concentradas y que el maíz rolado en seco puede substituir hasta un 60% de los DDGS en una dieta de concentrado del 70% sin efectos adversos sobre la digestibilidad de la materia orgánica. Sin embargo, se redujo el consumo de materia orgánica cuando se añadió a la dieta un 60% de DDGS. Estos investigadores concluyeron que la adición de 45% de DDGS a dietas de terneros en crecimiento maximizó la digestión y la fermentación ruminal.

Los DDGS reducen la acidosis

La alimentación de dietas con DDGS reduce la acidosis en el ganado de engorda estabulado alimentado con dietas altas en grano. Con frecuencia, la acidosis subaguda representa un problema cuando el ganado en finalización se alimenta con dietas altas en granos que contienen una cantidad significativa de almidón rápidamente fermentable. Debido a que es bajo el contenido de almidón de los DDGS (2 a 5%) y alto el contenido de fibra, proteína y grasa, puede

reducirse el contenido de forraje cuando las dietas contienen más del 20% de consumo de materia seca como DDGS. Se pueden usar de forma eficaz forrajes de calidad más baja en dietas que contienen más del 20% de DDGS, debido a su alto contenido de proteína (Klopfenstein et al., 2008).

Los niveles altos de alimentación de DDGS resultan en un exceso de proteína y fósforo

Cuando se usan DDGS como fuente de energía y se añaden a la dieta a niveles mayores del 15 al 20%, se va a alimentar proteína y fósforo en exceso. La proteína en exceso se utiliza para la energía que se da a través de la desaminación de los aminoácidos y resulta en excreción de urea. Vander Pol et al. (2005b) mostraron que cuando se alimenta el ganado en finalización con dietas que contienen 10 o 20% de DDGS de la materia seca, no hubo beneficio de suplementar las dietas con urea, lo que indica que hubo reciclaje de nitrógeno. Sin embargo, Erickson et al. (2005) indicaron que para ser conservadores, sería mucho mejor seguir las directrices del NRC (1996) con respecto a la suplementación de proteína ingerida degradable, cuando se formulan dietas que contienen menos del 20% de DDGS. La alimentación de fósforo en exceso proporcionada por los DDGS en las dietas de ganado de engorda estabulado, no parecen tener ningún efecto negativo sobre el desempeño o las características de la canal, si se suplementa el calcio adecuado a las dietas para mantener una relación aceptable de Ca a P.

Los DDGS pueden contener niveles altos de azufre

Los niveles altos de azufre en los DDGS pueden ser de preocupación para el ganado de engorda (Lonergan et al. 2001). Las plantas de etanol utilizan ácido sulfúrico para la limpieza y el control del pH durante la producción de etanol y DDGS. Como resultado, el contenido de azufre de los DDGS puede ser altamente variable y estar entre 0.6 y 1.8%. Los microorganismos en el rumen requieren de una cantidad adecuada de azufre de la dieta, pero demasiado de este elemento en la dieta puede causar polioencefalomalacia, reducir el consumo de materia seca, la GDP y los niveles hepáticos de cobre. Refiérase al **Capítulo 12 “Preocupaciones y beneficios del azufre en los DDGS”** para obtener un resumen detallado de cómo manejar el consumo de azufre en los rumiantes.

Un estudio reciente de Neville et al. (2012) evaluó los efectos de alimentar una concentración creciente de DDGS (20, 40 y 60%) de la dieta y el método de procesamiento del maíz (maíz de humedad alta contra maíz rolado en seco) sobre el desempeño del crecimiento, incidencia de polioencefalomalacia y concentraciones del gas sulfuro de hidrógeno en los terneros estabulados. Las dietas iban de 0.6 a 0.9% de azufre y estuvieron suplementadas con tiamina para brindar 150 mg/animal/día. El peso corporal final ajustado a la canal disminuyó linealmente con las concentraciones crecientes de DDGS en la dieta, pero no se vio afectada la relación ganancia:alimento ajustada a la canal. Se redujeron el peso de la canal en caliente y la grasa dorsal cuando se alimentaron niveles crecientes de DDGS, lo que resultó en una disminución del grado del rendimiento. El gas sulfuro de hidrógeno aumentó con el incremento de la concentración de los DDGS en la dieta, pero no se confirmaron casos de polioencefalomalacia. El método de procesamiento del maíz no afectó el desempeño del crecimiento, la incidencia de

polioencefalomalacia o las concentraciones del gas sulfuro de hidrógeno en el rumen. Estos resultados, así como aquellos notificados por Neville et al. (2010) y Schauer et al. (2008) han demostrado de manera consistente que se puede alimentar el S de los DDGS más allá del nivel máximo tolerable tanto en ovejas como en terneros alimentados con dietas altas en concentrado. Es posible que se necesite tener que volver a evaluar el nivel máximo tolerable de azufre informado por el NRC (2005). Estos autores indican que la fuente de azufre de la dieta (o hidrosoluble) pueda desempeñar un papel en el desarrollo de la polioencefalomalacia clínica, por lo que debe de investigarse aún más.

Felix et al. (2012) evaluaron el efecto de la suplementación de cobre sobre el desempeño del ganado de engorda estabulado, las características de la canal y el metabolismo del azufre en el rumen del ganado en crecimiento alimentado con dietas que contenían 60% de DDGS. La suplementación de cobre no afectó el pH del rumen, pero se redujo la concentración del gas sulfuro de hidrógeno cuando se suplementaron dietas de 60% de DDGS con 100 mg de cobre/kg, pero no para ganado alimentados con 0 o 200 mg de cobre/kg de dieta. La suplementación del cobre mejoró la eficiencia alimenticia en el ganado alimentado con dietas del 60% de DDGS, pero tuvo efectos mínimos sobre el metabolismo de azufre del rumen cuando se suplementó con dos veces el nivel tolerable máximo para el ganado de engorda.

La alimentación de DDGS resulta en excelente calidad y rendimiento de la carne de res

La alimentación de dietas con esta materia prima no cambia la calidad o rendimiento de la canal de las reses y no tiene efectos sobre las características sensoriales y de consumo de la carne de res (Erickson et al. 2005). Un creciente número de estudios ha evaluado la calidad y las características sensoriales de la carne de res de ganado alimentado con granos de destilería, lo cual ha resultado consistentemente que no se muestran efectos negativos sobre las características del consumo de carne de res de ganado alimentado con niveles altos en la dieta de DDGS.

Roeber et al. (2005) evaluaron el color, lo tierno y las características sensoriales del solomillo de res (bife angosto) de dos experimentos en los que se alimentaron granos de destilería húmedos y secos a novillos Holstein a niveles de hasta el 50% de la ración. No hubo diferencias en lo tierno (suavidad), sabor o jugosidad. De la misma forma, Jenschke et al. (2006) mostraron que el ganado en finalización alimentado con dietas con hasta el 50% de granos húmedos de destilería (con base en materia seca) produjo un bistec (*steak*) similar en suavidad, cantidad de tejido conectivo, jugosidad o intensidad de sabor desagradable. De hecho, los *steaks* del ganado alimentado con dietas con 0 y 10% de granos húmedos de destilería con solubles era más probable que tuviera un sabor desagradable, en comparación con los del ganado que se alimentó con dietas con 30 y 50% de granos húmedos de destilería con solubles. Gordon et al. (2002) alimentaron dietas que contenían 0, 15, 30, 45, 60 o 75% de DDGS a vaquillas en finalización durante 153 días de estudio y observaron que hubo un pequeño mejoramiento lineal en la suavidad de la carne del ganado alimentado con cantidades crecientes de DDGS.

Koger et al. (2010) alimentaron terneros híbridos Angus con dietas de 20 o 40% de granos de destilería húmedos o secos con solubles para substituir toda la harina de soya y parte del maíz quebrado. Las canales de los terneros alimentados con granos de destilería, presentaron un mayor grosor de la grasa, mayores grados de rendimiento que los que se alimentaron con la dieta control de maíz rolado en seco, harina de soya y heno de alfalfa. El músculo del lomo de los terneros alimentados con DDGS tuvo valores de pH final más altos que los de los terneros alimentados con granos de destilería húmedos. La carne molida de los terneros alimentados con granos de destilería presentó un mayor contenido de α -tocoferol en comparación con aquellos alimentados con la dieta control, pero los que estaban alimentados con granos de destilería al 40% produjeron una carne molida con mayor TBARS (sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico) como un indicador de la peroxidación de los lípidos, al día 2 de venta que la carne molida de los terneros alimentados con 20% de granos de destilería. Estos investigadores concluyeron que los terneros alimentados con granos de destilería pueden necesitar comercializarse un poco antes de lo normal para evitar la grasa externa en exceso, pero no hay efectos adversos o benéficos sobre la incidencia de “carne oscura”, vida de anaquel al menudeo de carne de res molida o la suavidad de la carne. Sin embargo, la carne de ganado alimentado con granos de destilería presenta ácidos grasos poliinsaturados elevados que pueden ser más susceptibles a la rancidez oxidativa.

No se observaron diferencias en el desempeño del crecimiento o las características de la canal cuando los terneros se alimentaban con 0 o 30% de DDGS en el periodo de crecimiento o

finalización (Leupp et al., 2009). El marmoleo y la suavidad no se vieron afectados por la dieta, pero los *steaks* de los terneros alimentados con DDGS durante la finalización fueron más jugosos y tenían más sabor. Estos datos indican que se pueden incluir los DDGS a 30% de la materia seca de la dieta en el periodo de crecimiento y finalización para substituir parcialmente el maíz rolado en seco sin efectos perjudiciales sobre el desempeño, las características de la canal o los atributos sensoriales. Sin embargo, la alimentación del 30% de DDGS puede afectar negativamente el color de la carne.

De la misma forma, Segers et al. (2011) mostraron que la composición y suavidad del corte del *longissimus lumborum* no se vio afectada por la alimentación de dietas con 25% de DDGS o harina de gluten de maíz >20% de proteína en comparación con la harina de soya como suplemento de proteína, del destete hasta el terminado. No obstante, de la misma manera que los efectos del color de la carne observados por Leupp et al. (2009), los panelistas capacitados en este estudio también observaron diferencias en el color percibido, pero el color general fue similar entre los *steaks* de diferentes grupos de tratamiento. No se encontraron diferencias en la concentración de TBARS entre los grupos de tratamiento, pero los *steaks* de los terneros alimentados con DDGS se decoloraron más que los que estuvieron expuestos más de 9 días en la venta, además de que contenían mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, lo que indica que la oxidación de lípidos puede resultar en un incremento numérico en la reducción de la vida de anaquel de productos cárnicos de ganado alimentado con DDGS. Los resultados de este estudio indican que los DDGS y la harina de gluten de maíz >20% de proteína pueden substituir la harina de soya y una parte del maíz en las dietas de ganado de carne desde el destete hasta el sacrificio, al tiempo que se mantiene la calidad de la carne.

Aldai et al. (2010) compararon los efectos de alimentar DDGS de trigo contra los de maíz a ganado de engorda sobre la calidad de la carne, y mostraron que los DDGS de trigo no tuvieron efectos significativos sobre la calidad de la carne, pero los de maíz presentaron efectos positivos, tales como un mejoramiento de la suavidad y la palatabilidad en comparación con el ganado alimentado con la dieta control a base de cebada.

Impacto de alimentar DDGS sobre la diseminación de la *E. coli* O157:H7

En 2007, hubo un aumento espectacular en el interés de identificar y comprender las posibles razones de los aumentos de *E. coli* O157:H7 en la contaminación de la carne molida de res en EUA. Debido al aumento exponencial en la producción de etanol y de granos de destilería durante este mismo periodo, había sospechas de que la alimentación de los granos de destilería estaban contribuyendo a este problema. Como resultado, los investigadores empezaron a realizar estudios para determinar si existía alguna relación entre los granos de destilería con solubles y el aumento en la incidencia de *E. coli* O157:H7 en la carne de res. Refiérase al **Capítulo 16 “¿Hay algún vínculo entre la alimentación de DDGS y la diseminación de la *E. coli* O157:H7 en ganado de engorda?”** de este Manual para obtener más detalles, un resumen integral de los resultados de investigación relacionados con la posible relación de los DDGS con la prevalencia de la diseminación fecal de *E. coli* O157:H7.

En resumen, los resultados de las las investigaciones demuestran que no hay un efecto consistente de alimentar los DDGS sobre la diseminación de *E. coli* O157:H7 en el ganado de engorda. La respuesta a la diseminación de la *E. coli* O157:H7 se puede ver afectada por el nivel de alimentación de DDGS y otros ingredientes de la dieta, tales como el tipo de procesamiento del maíz. Actualmente, no hay pruebas científicas que indiquen que los niveles de DDGS que se alimentan son la causa de la contaminación de *E. coli* O157:H7 en la carne molida de res.

Otras aplicaciones de la alimentación de los DDGS

Se han llevado a cabo menos investigaciones con respecto a la alimentación de DDGS de maíz en otras edades del ganado. Sin embargo, los DDGS son un excelente ingrediente que se puede usar de forma eficaz para suplementar energía y proteína en la dieta cuando el ganado se alimenta con forraje de baja calidad. Cuando se añaden DDGS a dietas que contienen forrajes bajos en fósforo, va a ser de valor significativo el fósforo en esta materia prima. Otros usos potenciales de los DDGS incluyen su uso como complemento para terneros lactantes, como suplemento para ganado en pastoreo y como complemento de forrajes y residuos agrícolas de baja calidad que se puedan alimentar a terneros en crecimiento, vacas gestantes o novillas en desarrollo.



Alimentación de los DDGS a vacas de engorda

A diferencia del ganado de engorda en finalización, se han llevado a cabo menos investigaciones sobre la alimentación de los DDGS a vacas de engorda. Loy et al. (2005a) publicaron un excelente resumen de resultados de la inclusión de DDGS en dietas para vacas de engorda. Las mejores aplicaciones para el uso de DDGS en las dietas de vacas de engorda son en las situaciones en que 1) se requiere de proteína suplementaria (especialmente cuando se alimentan forrajes de baja calidad) para sustituir la harina de gluten de maíz >20% de proteína o la harina de soya, 2) cuando se requiere de una fuente de energía baja en almidón y alta en fibra para sustituir la harina de gluten de maíz >20% de proteína o la cascarilla de soya y 3) cuando se requiere de una fuente de grasa suplementaria.

DDGS como fuente de proteína suplementaria

Los investigadores han mostrado que cuando se suplementan los DDGS para proporcionar 0.18 kg de proteína/día a vacas en pastoreo en una pradera nativa de invierno en Colorado, se comparó de manera favorable con el heno de alfalfa o el frijol blanco de desecho (Smith et al., 1999). Shike et al. (2004) compararon los efectos en el desempeño de alimentar harina de gluten de maíz >20% de proteína o DDGS como suplemento al heno de alfalfa molido a vacas Simmental lactantes, en el que observaron que las vacas alimentadas con DDGS subieron más de peso, pero produjeron menos leche en comparación con las alimentadas con la harina de gluten de maíz >20% de proteína. Sin embargo, no hubo diferencias entre las vacas alimentadas con DDGS y las alimentadas con harina de gluten de maíz >20% de proteína con respecto al peso de los terneros y al desempeño en el reapareamiento. En un estudio subsiguiente, Loy et al. (2005) informaron que investigadores de la University of Illinois compararon la suplementación de dietas para vacas lactantes Angus y Simmental que consistían de rastrojo de maíz molido ya fuera con DDGS o harina de gluten de maíz >20% de proteína. Las vacas que amamantaban a terneros se les limitó la alimentación de raciones totales mezcladas; no hubo diferencias en la producción de leche ni en la ganancia de peso de los terneros entre las vacas suplementadas con DDGS o con harina de gluten de maíz >20% de proteína.

DDGS como fuente suplementaria de energía

Los granos secos de destilería con solubles son un suplemento de energía eficaz cuando se alimenta con forrajes de baja calidad. Summer y Trenkle (1998) mostraron que los DDGS y la harina de gluten de maíz >20% de proteína fueron suplementos superiores al maíz en las dietas de rastrojo de maíz, pero no en las dietas de alfalfa de calidad más alta. El rastrojo de maíz (tallos) es bajo en proteína, energía y minerales, es bajo en el costo y se encuentra fácilmente en la mayor parte de los estados productores de maíz en EUA. Cuando los forrajes de baja calidad (por ejemplo, rastrojo de maíz) se alimentan a vacas en gestación en buena condición, la alimentación de 1.4 a 2.3 kg de DDGS al día, durante el último tercio de gestación va a cumplir con los requerimientos de proteína y energía (Loy et al., 2002). Para las vacas de engorda alimentadas con forrajes de baja calidad (por ejemplo, rastrojo de maíz) al inicio de la lactancia, la suplementación con 2.7 a 3.6 kg de DDGS cubre los requerimientos de proteína y energía (Loy et al., 2002).

Radunz et al. (2010) evaluaron los efectos de la fuente de energía de la dieta de la última parte de la gestación (heno de pasto, maíz y DDGS) y el desempeño previo y posterior al parto. Cuando estas fuentes de energía se alimentaron para cubrir o exceder los requerimientos diarios, no hubo efectos perjudiciales en el desempeño de la vaca pre o posterior al parto, y la alimentación de DDGS como fuente de energía de preparto redujo el costo del alimento diario durante la gestación. La fuente de energía de la dieta afectó la distribución de este nutriente y causó cambios en los metabolitos del plasma, lo que resultó en pesos al nacer más altos de terneros de vacas alimentadas con DDGS o maíz durante la última parte de la gestación, en comparación con los alimentados con heno de pasto.

DDGS como fuente suplementaria de grasa

La grasa suplementaria puede mejorar la reproducción en hatos de vacas que experimentan tasas de gestación subóptimas (< 90%). Loy et al. (2002) indicaron que la alimentación de suplementos con perfiles similares de ácidos grasos al del aceite de maíz (que se encuentra en los DDGS), mejoraron las tasas de gestación. También mostraron que la suplementación de grasa funciona mejor en situaciones de alimentación en las que ya es necesaria la suplementación de proteína o energía.

Engle et al. (2008) evaluaron los efectos de alimentar DDGS en comparación con cascarilla de soya en las dietas de la última parte de la gestación de vaquillas sobre el desempeño animal o reproductor. Sus resultados muestran que las dietas preparto que contienen DDGS, como fuente de grasa y proteína no degradable mejoraron las tasas de gestación en las vaquillas primíparas bien mantenidas.

Shike et al. (2009) evaluaron la influencia de los coproductos de maíz en las raciones limitadas sobre el desempeño de la vaca, lactación, producción de nutrientes y reproducción subsiguiente. Las vacas alimentadas con DDGS bajaron 16 kg del peso corporal y tuvieron 0.9 kg/día menos de producción de leche, lo que resultó en terneros que tendían a tener una GDP más baja que las vacas alimentadas con harina de gluten de maíz >20% de proteína. En un segundo experimento, las vacas se alimentaron con 2.3 kg/día de rastrojo de maíz molido y cantidades isocalóricas de harina de gluten de maíz >20% de proteína (7.7 kg/día) o de DDGS (7.2 kg/día) para cubrir los requerimientos de nutrientes. En contraste con el primer experimento, las vacas alimentadas con DDGS tendieron a perder más peso que las alimentadas con harina de gluten de maíz >20% de proteína, pero no hubo diferencias en la producción de leche o la GDP del ternero. Tampoco hubo diferencias en el desempeño reproductor en ambos experimentos, lo que indica que los DDGS y la harina de gluten de maíz pueden incluirse hasta en un 75% de una dieta alimentada con límite, pero no mejora la reproducción el contenido más alto de grasa de los DDGS en comparación con la harina de gluten de maíz >20% de proteína.

Novillas de reemplazo

Muy poca investigación se ha llevado a cabo sobre la alimentación de DDGS a novillas de reemplazo. Sin embargo, con base en los numerosos estudios del ganado en finalización, los DDGS podrían ser una excelente fuente de proteína y de energía de sobrepaso para las novillas o terneras de reemplazo en desarrollo. En un estudio hecho por MacDonald y Klopfenstein (2004), las novillas de reemplazo que pastaban en pasto bromo fueron suplementadas con 0, 0.45, 0.90, 1.36 ó 1.81 kg de DDGS al día. Estos investigadores observaron que por cada 0.45 kg de DDGS suplementados, disminuía el consumo de forraje en 0.78 kg al día y la ganancia diaria promedio aumentaba en 27 g al día.

Loy et al. (2003) evaluaron el valor de la suplementación de la ración con DDGS diariamente o tres veces por semana en dietas altas en forrajes para novillas híbridas en crecimiento. A estas novillas se les proporcionó acceso *ad libitum* al heno de pasto (8.7% de proteína cruda) y se

suplementaron con DDGS o maíz rolado en seco. Los suplementos se alimentaron a dos niveles y se ofrecieron ya fuera a diario o tres veces a la semana en las mismas proporciones. Las novillas que se suplementaron diariamente, comieron más heno y subieron de peso más rápido, pero presentaron una conversión alimenticia más baja que las suplementadas tres veces a la semana. Tanto en el nivel alto como en el bajo de suplementación, las novillas alimentadas con DDGS obtuvieron una mejor ganancia diaria promedio (GDP) y conversión alimenticia, que las alimentadas con maíz rolado en seco (**cuadro 2**). Estos autores calcularon que el valor de energía neta de los DDGS fue 27% más alto que para el maíz en grano.

Cuadro 2. Desempeño del crecimiento de las novillas alimentadas con heno de pasto nativo y suplementadas con maíz o DDGS a dos niveles de suplementación.

		Bajo ^a	Alto ^b
GDP, kg/d	Maíz	0.37	0.71
	DDGS	0.45	0.86
Ingestión de MS/GDP	Maíz	15.9	9.8
	DDGS	12.8	8.0

^a Bajo = suplemento alimentado a 0.21% del peso corporal

^b Alto = suplemento alimentado a 0.81% del peso corporal

Fuente: Loy et al. (2003)

En un estudio subsiguiente, Loy et al. (2004) alimentaron novillas canuladas ya fuera sin suplemento, DDGS suplementados a diario, DDGS suplementados en días alternados, maíz rolado en seco a diario o maíz rolado en seco en días alternados. Como era de esperarse, el consumo de heno fue mayor para las novillas que no recibieron suplementación, en comparación con las que sí recibieron, pero no hubo diferencias en el consumo de alimento entre las novillas suplementadas con DDGS o maíz. Las novillas que se suplementaron con DDGS tuvieron tasas más altas de desaparición de fibra en el rumen, que las suplementadas con maíz.

Loy et al. (2008) determinaron el efecto del tipo, concentración y frecuencia de alimentación del suplemento sobre el consumo de alimento y el desempeño del crecimiento para calcular el valor energético de los DDGS en una dieta alta en forrajes en terneras en crecimiento. Estos investigadores mostraron que la suplementación de DDGS o de maíz rolado en seco a la ración tres veces a la semana disminuyó el consumo de forraje y la ganancia de peso corporal, en comparación con la suplementación diaria, pero la alimentación de DDGS mejoró la ganancia de peso corporal y la relación ganancia:alimento en comparación con el maíz rolado en seco. Calcularon que el TDN de los DDGS fue de 118 a 130% del valor del maíz cuando se alimentaba como suplemento a una dieta de heno de pasto para terneras en crecimiento.

Stalker et al. (2004) llevaron a cabo dos experimentos para evaluar los efectos de los requerimientos de proteína degradable suplementaria cuando se alimentó DDGS como fuente de energía en las dietas a base de forraje. Las dietas se formularon para ser deficientes (> 100 g/día) en proteína degradable, pero contenían proteína metabolizable en exceso. Los resultados de este estudio mostraron que no es necesaria la adición de urea para cubrir el

requerimiento de proteína ingerida degradable cuando se usa DDGS como fuente de energía en dietas a base de forraje.

Morris et al. (2005) mostraron que cuando se le proporcionó a novillas alimentadas individualmente dietas de forraje de alta o baja calidad, con suplementación de 0, 0.68, 1.36, 2.04 o 2.72 kg de DDGS al día, el consumo de forraje disminuyó y aumentó la ganancia diaria promedio. Estos resultados indican que los DDGS pueden ser un suplemento eficaz de forraje para aumentar el crecimiento cuando se vea limitada la disponibilidad de forraje.

Islas y Soto-Navarro (2011) evaluaron los efectos de la suplementación de DDGS sobre el consumo y digestión de forraje de terneras que estaban en pastura de granos finos o menores, y mostraron que la suplementación con DDGS de hasta 0.6% del peso corporal, con un mayor consumo de grasa, así como la digestibilidad de la grasa y FND no presentaban efectos adversos sobre el consumo, la digestibilidad y las características de la fermentación ruminal. Con base en estos resultados, los DDGS se pueden utilizar con éxito como suplemento para aumentar el consumo de lípidos sin afectar negativamente el consumo o la digestibilidad de forrajes en ganado que está al pastoreo de granos finos.

Conclusiones

Los DDGS de maíz son una excelente fuente de energía y proteína para ganado de engorda en todas las fases de producción. Se pueden usar de manera eficaz como fuente de energía y alimentarse hasta el 40% del consumo de materia seca de la ración para ganado en finalización, con excelente desempeño del crecimiento y calidad de la canal y de la carne. Sin embargo, en esta tasa alta de alimentación hay un exceso en el suministro de proteína y de fósforo.

Aunque es controvertido, no existe un efecto consistente de la alimentación de DDGS sobre la diseminación de *E. coli* O157:H7 en ganado de engorda. Los niveles de la dieta de DDGS y el tipo de maíz procesado (maíz rolado en seco, maíz alto en humedad o maíz hojuelizado al vapor) puede afectar la respuesta de la diseminación de *E. coli* O157:H7. Actualmente, no hay pruebas científicas que indiquen que el nivel de DDGS alimentado sea la causa de la contaminación de *E. coli* O157:H7 en la carne molida de res.

Las mejores aplicaciones para el uso de DDGS en las dietas de vacas de engorda son en las situaciones en que 1) se requiere de proteína suplementaria (especialmente cuando se alimentan forrajes de baja calidad) para sustituir la harina de gluten de maíz >20% de proteína o la harina de soya, 2) cuando se requiere de una fuente de energía baja en almidón y alta en fibra para sustituir la harina de gluten de maíz >20% de proteína o la cascarilla de soya y 3) cuando se requiere de una fuente de grasa suplementaria.

Para las novillas en crecimiento, no es necesaria la adición de urea para cubrir el requerimiento de proteína ingerida degradable cuando se usan los DDGS como fuente de energía en dietas a base de forraje. Los DDGS pueden ser un suplemento eficaz de forraje para aumentar el crecimiento cuando la disponibilidad de éste esté limitada, y los DDGS tienen un valor en TDN de 18 a 30% más alto que el maíz rolado en seco para las novillas en desarrollo.

Bibliografía

- Aines, G., T. Klopfenstein, and R. Stock. 1987. Distillers Grains. MP51, Nebraska Agric. Res. Div., Lincoln.
- Aldai, N., J.L. Aalhus, M.E.R. Dugan, W.M. Robertson, T.A. McAllister, L.J. Walter, J.J. McKinnon. 2010. Comparison of wheat- versus corn-based dried distillers' grains with soluble on meta quality of feedlot cattle. *Meat Sci.* 84:569-577.
- Buckner, C.D., T.L. Mader, G.E. Erickson, S.L. Colgan, K. Karges, and M.L. Gibson. 2007. Optimum levels of dry distillers grains with soluble for finishing beef steers. *Nebraska Beef Rep.* 35-38
- DeHaan, K.D., T.J. Klopfenstein, and R. Stock. 1982. Corn gluten feed-protein and energy source for ruminants. *Nebraska Beef Cattle Report.* MP43-33-35.
- DeHaan, K., T. Klopfenstein, R. Stock, S. Abrams, and R. Britton. 1983. Wet distiller's co-products for growing ruminants. *Nebraska Beef Rep.* MP 43:33-35.
- Engel, C.L., H.H. Patterson, and G.A. Perry. 2008. Effect of dried corn distiller's grains plus solubles compared with soybean hulls, in late gestation heifer diets, on animal and reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 86(7):1697-1708.
- Erickson, G.E., T.J. Klopfenstein, D.C. Adams, and R.J. Rasby. 2005. [Utilization of corn co-products in the beef industry](http://www.nebraskacorn.org). - A joint project of the Nebraska Corn Board and the University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research Division, Cooperative Extension Division. www.nebraskacorn.org
- Fanning, K., T. Milton, T. Klopfenstein, and M. Klemesrud. 1999. Corn and sorghum distiller's grains for finishing cattle. *Nebraska Beef Rep.* MP 71 A:32.
- Farlin, S.D. 1981. Wet distiller's grains for finishing cattle. *Anim. Nutr. Health* 36:35.
- Felix, T.L., W. P. Weiss, F.L. Fluharty, and S.C. Loerch. 2012. Effects of copper supplementation on feedlot performance, carcass characteristics, and rumen sulfur metabolism of growing cattle fed diets containing 60% dried distillers grains. *J. Anim. Sci.* doi:10.2527/jas.2011-4100.
- Firkins, J.L., L.L. Berger, and G.C. Fahey, Jr. 1985. Evaluation of wet and dry distiller's grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. *J. Anim. Sci.* 60:847-860.
- Gordon, C.M., J.S. Drouillard, R.K Phebus, K.A. Hachmeister, M.E. Dikeman, J.J. Higgins, and A.L. Reicks. The effect of Dakota Gold Brand dried distiller's grains with solubles of varying levels on sensory and color characteristics of ribeye steaks. *Cattleman's Day 2002, Report of Progress 890.* Kansas State University. pp. 72-74.
- Islas, A., and S.A. Soto-Navarro. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J. Anim. Sci.* 89:1229-1237.
- Jacob, M.E., J.T. Fox, S.K. Narayanan, J.S, Drouillard, D.G. Renter, and T.G. Nagaraja. 2008a. Effects of feeding wet corn distiller's grains with soluble with or without monensin and tylosin on the prevalence and antimicrobial susceptibilities of fecal food-borne pathogenic and commercial bacteria in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 86:1182-1190.
- Jacob, M.E., J.T. Fox, J.S. Drouillard, D.G. Renter, and T.G. Nagaraja. 2008b. Effects of dried distiller's' grains on fecal prevalence and growth of *Escherichia coli* O157 in batch culture fermentations from cattle. *Appl. Environ. Microbiol.* 74:38-43.
- Jacob, M.E., G.L. Parsons, M.K. Shelor, J.T. Fox, J.S. Drouillard, D.U. Thomson, D.G. Renter, and T.G. Nagaraja. 2008c. Feeding supplemental dried distiller's grains increases fecal shedding *Escherichia coli* O157 in experimentally inoculated calves. *Zoonoses Publ. Hlth.* 55:125-132.
- Jacob ME, J.T. Fox, J.S. Drouillard, D.G. Renter, and T.G. Nagaraja. 2009. Evaluation of feeding dried distiller's grains with solubles and dry-rolled corn on the fecal prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in cattle. *Foodborne Pathog. Dis.* 6(2):145-53.

- Jenschke, B.E., J.M. James, K.J. Vander Pol, C.R. Calkins, and T.J. Klopfenstein. 2006. Wet distiller's grains plus solubles do not increase liver-like off-flavors in cooked beef. Nebraska Beef Report, University of Nebraska-Lincoln, pp. 115-117.
- Klopfenstein, T.J., G.E. Erickson, and V.R. Bremer. 2008 Board-Invited Review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
- Koger, T.J., D.M. Wulf, A.D. Weaver, C.L. Wright, K.E. Tjardes, K.S. Mateo, T.E. Engle, R.J. Maddock, and A.J. Smart. 2010. Influence of feeding various quantities of wet and dry distillers grains to finishing steers on carcass characteristics, meat quality, retail-case life of ground beef, and fatty acid profile of longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 88:3399-3408.
- Larson, E.M., R.A. Stock, T.J. Klopfenstein, M.H. Sindt, and R.P. Huffman. 1993. Feeding value of wet distiller's co-products from finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:2228.
- Leupp, J.L., G.P. Lardy, M.L. Bauer, K.K. Karges, M.L. Gibson, J.S. Caton, and R.J. Maddock. 2009. Effects of distillers dried grains with soluble on growing and finishing steer intake, performance, carcass characteristics, and steak color and sensory attributes. *J. Anim. Sci.* 87:4118-4124.
- Little, C. O., G.E. Mitchell Jr., and G.D. Potter. 1968. Nitrogen in the abomasums of wethers fed different protein sources. *J. Anim. Sci.* 27:1722-1726.
- Lonergan, G.H., J.J. Wagner, D.H. Gould, F.B. Garry, and M.A. Toren. 2001. Effects of water sulfate concentration on performance, water intake, and carcass characteristics of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 79:2941-2948.
- Loy D.D., D.R. Strohbehn, and R.E. Martin. 2005a. Ethanol co-products for cattle: Distillers grains for beef cows. IBC 26. Iowa Beef Center. Iowa State University.
- Loy, D.D., D.R. Strohbehn, and R.E. Martin. 2005b. Ethanol co-products for cattle: Factors affecting the economics of corn co-products in cattle feeds. IBC 28. Iowa Beef Center, Iowa State University.
- Loy, D. and W. Miller. 2002. Ethanol co-products for cattle – The process and products. Iowa Beef Center. Iowa State University IBC-18.
- Loy, T.W., T.J. Klopfenstein, G.E. Erickson, and C.N. Macken. 2003. Value of dry distiller's grains in high fiber diets and effect on supplementation frequency. Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:8.
- Loy, T.W., J.C. MacDonald, T.J. Klopfenstein, and G.E. Erickson. 2004. Effect of distiller's grains or corn supplementation frequency on forage intake and digestibility. Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:22-24.
- Loy, T.W., T.J. Klopfenstein, G.E. Erickson, C.N. Macken, and J.C. MacDonald. 2008. Effect of supplemental energy source and frequency on growing calf performance. *J. Anim. Sci.* 86(12):3504-3510.
- Luepp, J.L., G.P. Lardy, K.K. Karges, M.L. Gibson, and J.S. Caton. 2009. Effects of increasing level of corn distillers dried grains with soluble on intake, digestion, and ruminal fermentation in steers fed seventy percent concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 87:2906-2912.
- MacDonald, J.C. and T.J. Klopfenstein. 2004. Dried distiller's grains as a grazed forage supplement. Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:22-24.
- McDonald, I.W. 1954. The extent of conversion of feed protein to microbial protein in the rumen of sheep. *Biochem. J.* 56:120-125.
- Morris, S.E., T.J. Klopfenstein, D.C. Adams, G.E. Erickson, and K.J. Vander Pol. 2005. The effects of dried distiller's grains on heifers consuming low or high quality forages. Nebraska Beef Report MP 83-A:18-20.
- Nagaraja, T.G., J. Drouillard, D. Renter, S. Narayanan. 2008. Distiller's grains and food-borne pathogens in cattle: Interaction and intervention. KLA News and Market Report Vol. 33, No. 35.
- Neville, B.W., C.S. Schauer, K. Karges, M.L. Gibson, M.M. Thompson, L.A. Kirschten, N.W. Dyer, P.T. Berg, and G.P. Lardy. 2010. Effect of thiamine supplementation on animal health,

- feedlot performance, carcass characteristics, and ruminal hydrogen sulfide concentrations in lambs fed diets based on 60% DDGS. *J. Anim. Sci.* 88:2444-2455.
- Neville, B.W., G.P. Lardy, K.K. Karges, S.R. Eckermann, P.T. Berg, and C.S. Schauer. 2012. Interaction of corn processing and distillers dried grains with soluble on health and performance of steers. *J. Anim. Sci.* 90:560-567.
- NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (7th ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 2005. *Mineral tolerances of animals*, 2nd ed. Natl. Acad. Press, Washington, D.C.
- Owens, F.N., D.S. Secrist, W.J. Hill, and D.R. Gill. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 75:868-879.
- Peterson, R.E., T.J. Klopfenstein, R.A. Moxley, G.E. Erickson, S. Hinkley, G. Bretschneider, E.M. Berberov, D. Rogan, and D.R. Smith. 2007. Effect of a vaccine product containing type III secreted proteins on the probability of *E. coli* O157:H7 fecal shedding and mucosal colonization in feedlot cattle. *J. Food Protection* 70:2568-2577.
- Plascencia, A., G. D. Mendoza, C. Vásquez, and R. A. Zinn. 2003. Relationship between body weight and level of fat supplementation on fatty acid digestion in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 81:2653-2659.
- Radunz, A.E., F.L. Fluharty, M.L. Day, H.N. Zerby, and S.C. Loerch. 2010. Prepartum dietary energy source fed to beef cows: I. Effects on pre- and postpartum cow performance. *J. Anim. Sci.* 88:2717-2728.
- Roeber, D.L., R.K. Gill, and A DiCostanzo. 2005. Meat quality responses to feeding distiller's grains to finishing Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 83:2455-2460.
- Schingoethe, D.J. 2004. Corn Co products for Cattle. Proceedings from 40th Eastern Nutrition Conference, May 11-12, Ottawa, ON, Canada. pp 30-47.
- Segers, J.R., R.L. Stewart, Jr., C.A. Lents, T.D. Pringle, M.A. Froetschel, B.K. Lowe, R.O. McKeith, and A.M. Stetleni. 2011. Effect of long-term corn by-product feeding on beef quality, strip loin fatty acid profiles, and shelf life. *J. Anim. Sci.* 89:3792-3802.
- Schauer, C.S., M.M. Stramm, T.D. Maddock, and P.B. Berg. 2008. Feeding 60% lamb finishing rations as dried distillers grains with solubles results in acceptable performance and carcass quality. *Sheep and Goat Res. J.* 23:15-19.
- Shike, D.W., D.B. Faulkner, and J.M. Dahlquist. 2004. Influence of limit-fed dry corn gluten feed and distiller's dried grains with solubles on performance, lactation, and reproduction of beef cows. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl. 2):96.
- Shike, D.W., D.B. Faulkner, D.F. Parrett, and W.J. Sexten. 2009. Influences of corn co-products in limit-fed rations on cow performance, lactation, nutrient output, and subsequent reproduction. *Professional Animal Scientist.* 25:2, 132-138.
- Smith, C.D., J.C. Whitlier, D.N. Schutz, and D. Conch. 1999. Comparison of alfalfa hay and distiller's dried grains with solubles alone and in combination with cull beans as protein sources for beef cows grazing native winter range. Beef Program Report. Colorado St. Clin.
- Stalker, L.A., T.J. Klopfenstein, D.C. Adams, and G.E. Erickson. 2004. Urea inclusion in forage-based diets containing dried distiller's grains. Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:20-21.
- Summer, P., and A. Trenkle. 1998. Effects of supplementing high or low quality forages with corn or corn processing co-products upon digestibility of dry matter and energy by steers. Iowa State University Beef Research Report ASL-R1540.
- Tjardes, J. and C. Wright. [Feeding corn distiller's co-products to beef cattle](#). SDSU Extension Extra. ExEx 2036, August 2002. Dept. of Animal and Range Sciences. pp.1-5.
- Trenkle, A.H. 1996. Evaluation of wet distiller's grains for finishing cattle. Beef Research Rep., Iowa State Univ., Ames. AS632:75-80.
- Trenkle, A. 1997a. Evaluation of wet distiller's grains in finishing diets for yearling steers. Beef research Report – Iowa State University ASRI 450.

- Trenkle, A. 1997b. Substituting wet distiller's grains or condensed solubles for corn grain in finishing diets for yearling heifers. Beef Research report – Iowa State University ASRI 451.
- Vander Pol, K.J., G. Erickson, T. Klopfenstein, and M. Greenquist. 2005a. Effect of level of wet distiller's grains on feed lot performance of finishing cattle and energy value relative to corn. J. Anim. Sci. 83(Suppl. 2):25.
- Vander Pol, K.J., G.E. Erickson, and T.J. Klopfenstein. 2005b. Degradable intake protein in finishing diets containing dried distiller's grains. J. Anim. Sci. 83(Suppl. 2):62.
- Vander Pol, K.J., M.K. Luebbe, G.I. Crawford, G.E. Erickson, and T.J. Klopfenstein. 2007. Digestibility, rumen metabolism and site of digestion for finishing diets containing wet distillers grains or corn oil. Nebraska Beef Cattle Report. MP88-A:51-53.