

# Resumen

---

**Esta tercera edición del Manual de Usuario de DDGS** actualiza nuestras ediciones previas con información sobre las últimas investigaciones y experiencias en el uso de los DDGS. Esta edición también incluye varios capítulos nuevos en los que se analizan los DDGS bajos en grasa que ahora se producen en muchas plantas de etanol de EUA.

La industria del etanol de EUA tiene diferentes diseños de plantas y tecnologías de producción, además de que utiliza diferentes granos como materia prima para la producción de etanol, tales como una amplia diversidad de variedades de maíz y de fuentes. Con la evolución de la tecnología para el fraccionamiento de maíz y para la extracción de aceite, la industria produce muchos productos diferentes, tales como DDGS. Como resultado, no hay un solo producto de DDGS. Este Manual ofrece las herramientas que necesitan los compradores en el desarrollo de las relaciones con los vendedores de DDGS de EUA, para que puedan estar seguros del valor de la materia prima que compran.

Esta versión del Manual está dividida en numerosos capítulos cortos, que permiten al lector encontrar rápidamente la información específica que busca. A continuación se resumen dichos capítulos:

## **Introducción a los DDGS de EUA, un excelente ingrediente para uso en alimentos para animales:**

Los recientes precios altos récord de los ingredientes de alimentos balanceados de todo el mundo han hecho que los nutriólogos o nutricionistas de animales busquen ingredientes alternativos de menores costos para minimizar el costo de la producción de animales para consumo humano. Los granos secos de destilería con solubles de EUA (DDGS) representan una excelente alternativa de costo más bajo que se sigue produciendo en grandes cantidades por la industria del combustible etanol de molienda en seco. El contenido alto de energía, medio de proteínas y alto de fósforo digestible de los DDGS hace que sea un sustituto parcial muy atractivo de algunos de los ingredientes más caros tradicionales, de energía (maíz), proteína (harina de soya) y fósforo (fosfato mono o dicálcico) utilizados en la alimentación animal. Cuando se añaden DDGS a los alimentos correctamente formulados, resulta en una excelente salud animal, desempeño y calidad del producto alimenticio. Estos atributos, junto con otros, han hecho de los DDGS uno de los ingredientes de más popularidad para alimentos para animales de todo el mundo.

## **Producción de etanol y sus coproductos - Procesos de molienda en seco y**

**húmeda:** La mayoría de las plantas de etanol en Estados Unidos son de molienda en seco, las cuales utilizan almidón de maíz para producir etanol y el resto del grano se utiliza para producir una amplia variedad de coproductos de granos destilería húmedos y secos, como los DDGS. En la producción de etanol de molienda en seco, cada bushel de maíz (25.4 kg) produce alrededor de 11.8 litros de etanol, 7.7 kg de DDGS y dióxido de carbono. Los molinos húmedos representan una proporción importante, pero más pequeña de la industria del etanol de EUA, que produce harina de gluten de maíz >20% de proteína, harina de gluten de maíz y harina de germen de maíz como los principales coproductos.

**Producción de etanol y sus coproductos - fraccionamiento inicial y extracción de aceite final:** el fraccionamiento del maíz ha sido utilizado durante muchos años para producir productos especializados industriales y de grado alimenticio. Un número relativamente pequeño de plantas de etanol de molienda en seco ha implementado tecnologías de fraccionamiento "iniciales" para separar el endospermo (fracción rica en almidón) de las fracciones no fermentables, como el germen y el salvado. Varios de los nuevos coproductos del maíz, como los DDGS de alta proteína se producían con estas tecnologías, pero debido a la mala viabilidad económica a largo plazo del uso de estas tecnologías, muy pocas plantas estadounidenses de etanol de molienda en seco usan hoy en día tecnologías "iniciales" de fraccionamiento. Sin embargo, recientemente las tecnologías de extracción de aceite "finales" han llegado a ser ampliamente adoptadas por la mayoría de las plantas de etanol en EUA de molienda en seco. En este proceso, aproximadamente un tercio del aceite de maíz se extrae a partir del destilado ligero antes de producir DDGS "reducidos en aceite". Los DDGS resultantes de este proceso contienen de 7 a 9 por ciento de grasa cruda y tiene un poco más de proteína cruda y fibra que los DDGS producidos sin la extracción de aceite. Hay poca información científica publicada que evalúe el impacto de la reducción de aceite en el contenido de energía, pero toda la información que actualmente hay sobre este tema se resume para ganado lechero y de engorda, aves y cerdos en los capítulos 15, 18, 20 y 22 del presente Manual.

**Composición y digestibilidad de nutrientes de los DDGS: Variabilidad y medición *in vitro*:** La variabilidad en el contenido y la digestibilidad de nutrientes entre las fuentes de DDGS pueden representar un desafío al determinar el valor económico y alimenticio para el ganado y las aves. Sin embargo, se han desarrollado nuevas "herramientas" nutricionales, tales como las ecuaciones de predicción de energía metabolizable (EM) para los DDGS en dietas de aves y cerdos, así como procedimientos químicos para estimar el contenido de aminoácidos digestibles para aves y cerdos. Algunas empresas comerciales han desarrollado "herramientas" nutricionales para estimar rápida, precisa y económicamente el contenido de nutrientes totales y digestibles de fuentes específicas de DDGS.

**Procedimientos analíticos recomendados para DDGS:** los análisis de laboratorio de los ingredientes, como los DDGS, son importantes para verificar que se cumplan las especificaciones nutricionales garantizadas, determinar la composición de nutrientes para la formulación precisa de alimentos y para determinar la presencia y concentración de posibles agentes contaminantes. El Capítulo 5 de este Manual describe los procedimientos recomendados de análisis a utilizar en la verificación de las especificaciones del contrato en cuanto a humedad, proteína cruda, grasa cruda y fibra cruda en los DDGS. También se describen los procedimientos recomendados de análisis de laboratorio para su uso en la determinación de concentraciones de varios nutrientes de importancia en formulaciones de la dieta, así como métodos para determinar la presencia de posibles contaminantes, como las micotoxinas.

**Comparación de diferentes fuentes de DDGS de Granos - Composición de nutrientes y desempeño de los animales:** en todo el mundo se utilizan una gran variedad de materias primas para producir etanol y DDGS. Los granos tales como el maíz, trigo y cebada varían en contenido de almidón, por lo que se emplean en mayor medida los de mayor

cantidad de almidón (por ejemplo, el maíz) debido a que proporcionan el mayor rendimiento de etanol. Puesto que varía la composición de nutrientes de los granos usados para producir etanol, también varía la composición de nutrientes de los granos del destilería resultantes, lo que debe considerarse cuando se utilizan DDGS producidos a partir de fuentes diferentes de granos.

**Características físicas y químicas relacionadas con el manejo y almacenamiento de los DDGS:** Las propiedades físicas y químicas de los DDGS varían entre fuentes y puede influir en su valor nutritivo, manejo y características de almacenamiento. Entre estas características se incluye el color, olor, tamaño de partícula, densidad de masa, pH, capacidad de flujo, estabilidad en la vida de anaquel e higroscopicidad. Se han realizado muchas investigaciones durante los últimos años para medir diversas propiedades físicas, en particular centradas en la capacidad de flujo de los DDGS. Es importante el contenido de humedad de los DDGS para minimizar los costos de transporte, reducir los problemas de capacidad de flujo y el riesgo de deterioro microbiológico. La densidad de masa es un factor importante en la determinación del volumen de almacenamiento de los vehículos de transporte, barcos, contenedores, recipientes y sacos, así como los costos de transporte y almacenamiento.

**¿Es el color el único o el mejor indicador de la calidad de los DDGS?** En la actualidad, no existen sistemas de clasificación que definan y reglamenten las normas de calidad de los DDGS, como las que existen para el maíz y otros granos exportados de EUA. El color de los ingredientes históricamente se ha utilizado como un indicador subjetivo de la cantidad de daño térmico y por lo tanto de la digestibilidad de aminoácidos. Como resultado, el color se ha convertido en un factor de evaluación de la calidad para algunos compradores de DDGS en el mercado de exportación. Aunque una muestra más oscura de DDGS puede indicar reducción de la digestibilidad de aminoácidos para aves y cerdos, no es siempre el caso. Hay muchos factores que influyen en el color de los DDGS, por lo que se deben utilizar otras mediciones de la calidad con el fin de obtener una evaluación precisa de la calidad de los DDGS.

**Uso de Antibióticos en la Producción de DDGS:** se han usado antibióticos durante muchos años en cantidades relativamente pequeñas para controlar las infecciones bacterianas durante la fermentación en la producción de etanol; la virginiamicina y la penicilina son los más comúnmente usados. La FDA de EUA aprobó el uso de la virginiamicina en la producción de etanol; las pruebas científicas indican que no existen problemas de residuos o riesgos para la salud animal y humana. Un estudio reciente llevado a cabo por la University of Minnesota muestra que menos del 1 por ciento de las muestras de granos de destilería tenían residuos de penicilina o tetraciclina, ninguna tenía residuos de tilosina y el 1.3 por ciento tenía niveles detectables de residuos de virginiamicina, que estaban por debajo del nivel de 1 ppm de ser Generalmente Reconocido como Inocuo. Se encontraron residuos de eritromicina en 10 por ciento de las 159 muestras, pero las concentraciones eran inferiores a 0.8 ppm. Sólo una muestra de este estudio mostró cierta inhibición a una cepa centinela de *E. coli*, pero dicha muestra no tenía concentraciones detectables de los cinco antibióticos probados. Estos resultados indican que la prevalencia y la concentración de

residuos de antibióticos son muy bajos y que los residuos parecen inactivarse durante el proceso de producción de DDGS. Por lo tanto, los DDGS siguen siendo un ingrediente inocuo para el uso en todos los alimentos para animales.

**Micotoxinas en los DDGS:** Al igual que muchos ingredientes de granos, los DDGS pueden contener cantidades de micotoxinas que pueden afectar negativamente el desempeño del animal o producirse y almacenarse en condiciones que causan el crecimiento de mohos y la producción de micotoxinas. Las micotoxinas pueden estar presentes en los DDGS si el grano despachado a la planta de etanol está contaminado. Las micotoxinas no se destruyen durante el proceso de producción de etanol, ni durante el proceso de secado para producir DDGS. Si las micotoxinas están presentes en el maíz, su concentración en los DDGS se incrementará tres veces. Sin embargo, es muy bajo el riesgo de micotoxinas en los DDGS, ya que es raro para la mayor parte de la región de mayor producción de maíz en EUA que tenga condiciones climáticas adversas que conduzcan a la producción de micotoxinas en el maíz. Por otra parte, la mayoría de las plantas de etanol monitorean la calidad del grano y rechazan fuentes de maíz que están contaminados con micotoxinas. Sólo deben usarse los procedimientos de determinación de micotoxinas aprobados para determinar la presencia y concentración de éstas en los DDGS.

#### **Situación de las micotoxinas en la cosecha de maíz de EUA de 2011 y la producción de DDGS de 2012:**

En 2011, algunos estados (Ohio, Michigan, Indiana y Nebraska) en el cinturón de maíz de EUA presentaron condiciones climáticas y de cosecha favorables para la producción de vomitoxina. Aunque los DDGS producidos en estos estados pueden tener concentraciones más altas de vomitoxina que los DDGS producidos en otros estados del Medio Oeste de EUA, la mayoría de los DDGS producidos en 2012 contienen menos de 1 ppm de vomitoxina. Algunas muestras de DDGS producidos en 2012 también pueden contener zearalenona, aflatoxinas y toxina T-2, pero la frecuencia y las concentraciones serán bajas.

**Preocupaciones y beneficios del azufre en los DDGS:** Cuando está presente un exceso de azufre (mayor a 0.40 por ciento de la materia seca de la dieta) en las dietas de rumiantes pueden presentarse problemas neurológicos causados por polioencefalomalacia. El azufre se reduce a sulfuro de hidrógeno por las bacterias del rumen y se acumula en el rumen para causar toxicidad. Algunas fuentes de DDGS contienen altas concentraciones de azufre, y si se alimentan a una tasa alta de inclusión, en función de las concentraciones de azufre en otros ingredientes de la dieta y del agua, puede presentarse polioencefalomalacia. La suplementación de las dietas de rumiantes con cobre o tiamina puede aliviar este problema si se alimentan dietas ricas en azufre. Sin embargo, las investigaciones recientes realizadas en la University of Minnesota han demostrado que un alto contenido de azufre en los DDGS alimentado a cerdos protege contra el aceite oxidado, que se encuentra ocasionalmente en las fuentes de DDGS, mediante el aumento de antioxidantes azufrados en los cerdos.

**Uso de los DDGS en las dietas de ganado de engorda:** Los DDGS de maíz son una excelente fuente de energía y proteína para el ganado de engorda en todas las fases de producción. Tiene de 102 por ciento a 127 por ciento del valor energético del maíz rolado en

seco y puede usarse efectivamente como fuente de energía y alimentarse hasta el 40 por ciento del consumo de materia seca de la ración en ganado en finalización con un desempeño excelente del crecimiento, de la canal y de la calidad de la carne. Sin embargo, a esta tasa alta de alimentación de DDGS, el ganado consume un exceso de proteínas y fósforo. 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 vaquillas en crecimiento, no es necesaria la adición de urea para cubrir el requerimiento de consumo de proteína degradable cuando se usan los DDGS como fuente de energía en dietas a base de forraje. Los DDGS pueden ser un suplemento de forraje eficaz para aumentar el crecimiento cuando se vea limitada la disponibilidad de forrajes para las vaquillas.

**Uso de DDGS reducidos en aceite en dietas de ganado de engorda:** Se realizó un estudio en la University of Nebraska para evaluar dietas con 35 por ciento (base materia seca) de granos húmedos de destilería con solubles reducidos en aceite (6.7% de grasa cruda) en comparación con los granos húmedos de destilería con 12.9 por ciento de grasa cruda. La alimentación de los granos de destilería reducidos en aceite redujo la tasa de crecimiento y conversión alimenticia en comparación con el ganado alimentado con el 12.9 por ciento de granos húmedos de destilería. Aunque se reduce el valor de la energía (ENg) en 1.3 por ciento por cada reducción de 1 por ciento en el contenido de aceite, los DDGS reducidos en aceite tuvieron un valor de energía igual al maíz y sigue siendo una excelente fuente de energía para ganado de engorda.

**¿Hay algún vínculo entre la alimentación de DDGS y la diseminación de la E. coli O157:H7 en ganado de engorda?** - El consumo de carne molida de res es la causa más frecuentemente implicada de brotes de *E. coli* O157:H7 en seres humanos; se han relacionado alimentos para consumo humano a partir del ganado al 75 por ciento de estos brotes. Algunos alimentos parecen alterar los niveles de diseminación de *E. coli* O157:H7, pero estos efectos no se han demostrado constantemente. El ayuno y la alimentación de forrajes de baja calidad han demostrado que aumenta la diseminación de *E. coli* O157:H7 en el ganado, pero el cambio abrupto de una dieta de grano de alta calidad a una de heno de alta calidad ha demostrado que reduce la población de *E. coli* O157:H7. En la actualidad, no hay pruebas científicas que indiquen que la alimentación de DDGS causa contaminación de *E. coli* O157:H7 en la carne molida de res. Si hay una posible conexión entre la alimentación de DDGS del ganado y el aumento de la diseminación de *E. coli* O157:H7, aún no se ha sido identificado el mecanismo.

**Uso de los DDGS en dietas de ganado lechero:** Los DDGS de maíz pueden incluirse en la dieta de vacas lecheras hasta el 20 por ciento de la dieta sin disminuir el consumo de materia seca, producción de leche, porcentaje de grasa y proteína lácteas. La adición de 20 a 30 por ciento DDGS a una dieta de vacas lactantes también resulta en una producción de leche igual a, o mayor que cuando se alimentan dietas sin DDGS. El porcentaje de grasa láctea varía entre varios estudios, pero no cambió significativamente por la inclusión de los granos de destilería en la dieta. Se reduce el porcentaje de proteína láctea cuando se añade a la dieta

más de 30 por ciento DDGS. En la formulación de las dietas que contienen DDGS para vacas lecheras lactantes, se debe considerar el tipo de forraje, relación forraje:concentrado, el contenido de grasa cruda de los DDGS y la necesidad de lisina cristalina suplementaria para lograr un desempeño óptimo. Los DDGS pueden usarse con eficacia en una ración total mezclada en vacas lecheras bajo condiciones climáticas de estrés por calor, lo que los convierte en un ingrediente valioso para alimentos de ganado lechero en regiones subtropicales o tropicales del mundo. Aunque ha habido poca investigación para evaluar la alimentación de DDGS a las novillas lecheras en crecimiento, se han utilizado dietas con hasta un 40 por ciento de DDGS para lograr una excelente tasa de crecimiento y conversión alimenticia en raciones del ganado de carne en crecimiento.

**Uso de DDGS reducidos en aceite en dietas de ganado lechero:** Se llevó a cabo un estudio para evaluar los efectos de la alimentación de DDGS reducidos en aceite (3.5 por ciento de grasa cruda) sobre la producción y composición de leche de vacas lecheras lactantes. Investigadores de South Dakota State University alimentaron con dietas que contenían 0, 10, 20 o 30 por ciento de DDGS reducidos en aceite (en sustitución de la harina de soya) a vacas; no encontraron efecto de los niveles crecientes de esta materia prima en el consumo de materia seca, de proteína cruda o producción de leche. La eficiencia la producción de leche, el porcentaje de grasa láctea, el rendimiento de grasa láctea y los sólidos totales de leche aumentaron de forma lineal. El porcentaje de proteína láctea respondió en forma cuadrática y no se observaron efectos de la eficiencia de utilización de nitrógeno y el rendimiento de proteína láctea cuando se alimentaron niveles crecientes de DDGS reducidos en aceite. Estos resultados indican que tuvo algunos efectos positivos la alimentación de una fuente de DDGS de muy bajo contenido de aceite, sin efectos negativos sobre el desempeño de la lactancia de vacas lecheras.

**Uso de los DDGS en dietas avícolas:** Los DDGS de maíz son un ingrediente excelente para usarse en dietas de ponedoras, pollos de engorda, patos y pavos; contiene aproximadamente el 85 por ciento del valor energético del maíz para aves. Siendo conservadores, los DDGS se pueden añadir entre 5 y 8 por ciento de las dietas de iniciación para pollos de engorda y pavos, y de 12 a 15 por ciento de las dietas para ponedoras y las dietas de crecimiento y finalización de pollos, patos y pavos cuando no estén formuladas en aminoácidos digestibles; se logra un excelente desempeño y calidad de la carne y el huevo. Los recientes estudios de investigación han demostrado que se pueden añadir DDGS a las dietas avícolas a tasas incluso mayores en la dieta (25 por ciento para ponedoras y pollos de engorda) para lograr un excelente desempeño y calidad de la carne y huevos, siempre que se usen perfiles nutricionales precisos específicos a la fuente de DDGS y las dietas se formulen sobre la base de aminoácidos digestibles.

**Uso de DDGS reducidos en aceite en dietas avícolas:** Se llevó a cabo un estudio en la University of Auburn para estimar el contenido  $EMV_n$  de una variedad de coproductos de maíz con contenido variable de nutrientes, incluida la concentración de grasa cruda. Puede utilizarse la siguiente ecuación de predicción de energía para estimar el contenido de energía de los DDGS reducidos en aceite para pollos:  $EMV_n$  (kcal/kg de materia seca) =  $3,517 - (33.27 \times \% \text{ hemicelulosa, base materia seca}) + (46.02 \times \% \text{ grasa cruda, base MS}) - (82.47 \times \% \text{ cenizas,}$

base MS). No se han publicado estudios de desempeño, calidad del huevo o de la carne con la alimentación de DDGS reducido en aceite en aves.

**Uso de los DDGS en dietas para cerdos:** Los DDGS de maíz son excelentes para su uso en dietas de cerdos en todas las fases de producción. Las tasas de inclusión máximas recomendadas de DDGS que sustenten un muy buen desempeño es de hasta un 30 por ciento para lechones con un peso de más de 7 kg, cerdos en crecimiento y finalización y cerdas lactantes, y niveles de hasta el 50 por ciento de la dieta de cerdas gestantes. Estas recomendaciones se basan en la suposición de que las dietas se formulan con base en aminoácidos digeribles. La alimentación de dietas con más de 20 por ciento DDGS hace que la grasa de cerdo sea menos firme. Por lo tanto, en función de los estándares de calidad de grasa de cerdo en un determinado país, algunos mercados pueden exigir que se alimente no más de 20 por ciento de DDGS durante toda la fase de crecimiento-finalización, o el retiro de la dieta 3 a 4 semanas antes del sacrificio para lograr la calidad deseada de la grasa.

**Uso de DDGS reducidos en aceite en dietas para cerdos:** Se realizó un estudio en la University of Minnesota para determinar la relación entre la grasa cruda y la energía metabolizable (EM) de los DDGS, así como desarrollar ecuaciones de predicción para estimar el contenido de EM con fracciones de nutriente clave del análisis químico. Los resultados de este estudio muestran una relación muy mala entre la grasa cruda y el contenido de EM de los DDGS que va desde 5 hasta 13 por ciento de grasa cruda (base materia seca). El contenido de fibra (medida como la fibra neutrodetergente-FND, fibra ácidodetergente -FAD o fibra dietética total - FDT) y energía bruta (EB) de los DDGS reducidos de aceite son los factores más importantes que determinan el contenido de EM. Se pueden utilizar las siguientes ecuaciones para estimar con precisión el contenido de EM en DDGS, independientemente del contenido de grasa cruda:

$$\text{EM kcal/kg de MS} = 1,352 + (0.757 \times \text{EB kcal/kg}) - (51.4 \times \% \text{ FTD})$$

$$\text{EM kcal/kg de MS} = 4,440 - (68.3 \times \% \text{ FAD})$$

$$\text{EM kcal/kg de MS} = 3,711 - (21.9 \times \% \text{ FND}) + (48.7 \times \% \text{ grasa cruda})$$

**Manejo de la calidad de la grasa de cerdo cuando se alimentan grandes cantidades de DDGS a cerdos en crecimiento y finalización:** Está bien establecido que la cantidad y la composición de ácidos grasos en la dieta de crecimiento y finalización porcina afecta directamente a la composición de ácidos grasos y a la firmeza de la grasa de cerdo. La firmeza de la grasa de cerdo es una importante característica general de la calidad del cerdo, que afecta la vida de anaquel, sabor, características de procesamiento y la aceptación del consumidor. La alimentación de dietas de maíz y harina de soya que contienen niveles crecientes de DDGS reduce linealmente la firmeza de la grasa de cerdo a causa de la alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados en el aceite de maíz presentes en los DDGS. En países donde preocupa la calidad de la grasa de cerdo, no se deben incluir más de 20 por ciento de DDGS en las dietas de crecimiento-finalización de cerdos. Alternativamente, se pueden utilizar tasas de inclusión de DDGS altas (>20 por ciento) si 1) los DDGS se eliminan de la dieta 3 a 4 semanas antes del sacrificio, 2) se usan DDGS reducidos en aceite, 3) las dietas se formulan con base en el producto de valor de yodo y 4) se utilizan cebada y/o trigo como fuentes de granos predominantes en las dietas de crecimiento-finalización con DDGS.

**Uso de enzimas en dietas de DDGS para aves y cerdos:** La mayor parte del almidón se extrae del maíz durante la producción de etanol, lo que resulta en niveles concentrados de proteína, aceite, fibra y minerales en los DDGS. Las aves y cerdos sólo pueden utilizar una cantidad moderada de fibra dietética para la energía, pero los DDGS contienen más energía bruta que el maíz. Por lo tanto, existe un interés considerable en el uso de enzimas carbohidrasas para mejorar el valor energético de los DDGS para aves y cerdos. La mayoría de los productos enzimáticos comerciales se han dirigido a las aves y cerdos, las cuales pueden ser eficaces en dietas con granos pequeños distintos de maíz. Sin embargo, en dietas a base de maíz, la adición de carbohidrasas y proteasas comerciales ha dado lugar a mejoras inconstantes o a ninguna mejora en la digestibilidad de la energía y los nutrientes. Las aves tienden a obtener más beneficios constantes de las carbohidrasas que los cerdos, supuestamente debido a las diferencias en la viscosidad del bolo alimenticio entre los dos diferentes tipos de tubos gastrointestinales. La adición de enzimas fitasas a dietas de DDGS tienen poco beneficio añadido de mejorar la digestibilidad del fósforo, pero mejoran enormemente la digestibilidad del fósforo en ingredientes, como el maíz y harina de soya.

**Uso de los DDGS en dietas acuícolas:** La acuicultura es una de las industrias de más rápido crecimiento en la producción de alimentos en el mundo. Tradicionalmente, la harina de pescado se ha utilizado como la fuente de proteína predominante en la mayoría de las dietas acuícolas, pero el alto costo y la menor disponibilidad de suministro han causado que los nutriólogos o nutricionistas acuícolas usen fuentes de proteínas de origen vegetal menos caras, como los DDGS. Como resultado, existe un interés creciente en el uso de DDGS en las dietas acuícolas en todo el mundo debido a su contenido de proteínas moderadamente alto, contenido de fósforo relativamente bajo y su bajo costo en comparación con la harina de pescado. Además, los DDGS no contienen factores antinutricionales que se encuentran en otras fuentes de proteínas, como la harina de soya (inhibidores de tripsina) o la harina de semilla de algodón (gospol). Se han realizado pocos estudios para evaluar la adición de DDGS a dietas de bagre, trucha arcoíris, tilapia, lobina, camarón blanco del Pacífico y langostinos de río. La adición de 10 por ciento de DDGS a todos los alimentos acuícolas pueden resultar en un desempeño excelente; niveles de DDGS de hasta un 20 a 30 por ciento también puede resultar en un desempeño excelente si añaden en los alimentos para peces cantidades adecuadas de algunos aminoácidos cristalinos (por ejemplo, lisina, metionina, triptófano) o de otras fuentes complementarias de proteína que contengan niveles más altos de aminoácidos.

**Uso de los DDGS en dietas de ganado ovino y caprino:** Aunque se han realizado pocos estudios para evaluar los efectos de alimentar DDGS a ovejas y cabras en comparación con otras especies, los DDGS son un ingrediente económico y excelente en dietas para estos animales. El alto contenido de fibra y bajo contenido de almidón de los DDGS proporciona flexibilidad a la formulación de la dieta y permite sustituir de forma segura y parcial el forraje o grano en las dietas con un menor riesgo de acidosis ruminal, en comparación con la alimentación con base en granos. Los granos secos de destilería con solubles pueden ser un excelente suplemento de proteína y de energía para las ovejas y corderos en crecimiento y finalización para reemplazar una parte del maíz y la harina de soya en la dieta. Como el ganado, el contenido de azufre de la dieta debe monitorearse y administrarse, especialmente cuando se alimentan niveles altos de DDGS con contenido moderado a alto de azufre. De

manera conservadora, la adición de DDGS a un nivel de 20 por ciento de las dietas de corderos en crecimiento y finalización y 25 por ciento de las dietas de ovejas lactantes proporcionará buenos resultados de desempeño, aunque algunos estudios han demostrado que los DDGS se pueden añadir a niveles de hasta 50 por ciento de la ración de crecimiento y finalización de corderos sin afectar el desempeño del crecimiento o calidad de la canal.

**Uso de los DDGS en dietas para caballos y animales de compañía:** Muy poca investigación se ha llevado a cabo en relación con la alimentación de dietas con DDGS en caballos y otros animales de compañía. Sin embargo, debido a la creciente oferta y a la disponibilidad de DDGS de alta calidad y costo relativamente bajo producidos hoy en día en EUA, se está convirtiendo en un ingrediente de más popularidad para el uso en alimentos para caballos y alimentos comerciales para mascotas. Con base en la poca información de investigación, parece que los DDGS son un ingrediente muy adecuado en tasas de inclusión hasta el 20 por ciento de la dieta de caballos, conejos y perros.

**Impacto de los métodos de formulación de la dieta y herramientas para la evaluación del valor de los DDGS:** Uno de los desafíos de obtener el mejor valor económico y nutricional de los DDGS de EUA es conocer el contenido y la digestibilidad real de los nutrientes de la fuente de DDGS que se utiliza. Se han desarrollado varias herramientas calculadoras del valor de los DDGS para determinar su valor alimenticio en ganado y aves. Estas herramientas son sumamente útiles para determinar el valor económico real de los DDGS en dietas específicas de ganado y aves. Deben utilizarse al evaluar si es económico el precio actual de los DDGS relativo a su contribución de nutrientes y en comparación con otros ingredientes en competencia. En función de la composición de nutrientes de la fuente de DDGS a usarse y de los métodos de formulación de la dieta escogidos, puede variar sustancialmente el valor relativo económico y nutricional de los DDGS. El uso de valores precisos de digestibilidad de energía, aminoácidos y fósforo de los DDGS puede reducir la alimentación excesiva de nutrientes, evitar deficiencias de los mismos y reducir el costo de la dieta, al mismo tiempo que se sustenta un óptimo desempeño animal.

**Factores que afectan el precio y la logística del transporte de los DDGS:** Uno de los factores más importantes para determinar si los DDGS son un ingrediente económico en el mercado internacional es el costo del transporte y la logística de importación. Hay una serie de factores que pueden afectar el precio de los DDGS. 1) la demanda de EUA, 2) los precios del maíz y la harina de soya, 3) la disponibilidad de la oferta para la exportación, 4) la estacionalidad del consumo nacional de DDGS, 5) las fluctuaciones en los precios del transporte y 6) los aranceles a la importación impuestos por muchos países. El precio de los DDGS siguen al mercado del maíz más de cerca que al de la harina de soya. Las tendencias generales en los mercados del maíz y de la harina de soya van a afectar el precio de los DDGS, pero la volatilidad diaria en el mercado de estas materias primas en la Chicago Board of Trade no siempre se traduce en volatilidad diaria en el mercado de los DDGS. Los fletes marítimos han variado notablemente en los últimos 5 años. La alta volatilidad del flete de barcos tiene un impacto importante sobre el costo de obtener los DDGS para clientes internacionales. Estados Unidos en la actualidad es el importador en contenedores más grande del mundo, por lo que el embarque en contenedores es una opción excelente para el comprador exigente que anda en búsqueda de comprar DDGS de un número limitado de

fuentes o plantas de etanol. Es esencial que los importadores de DDGS conozcan y confíen en su proveedor. Los importadores deben entender las capacidades logísticas y de transporte de la empresa exportadora. Cambia el margen del flete. Los exportadores que tienen instalaciones y capacidad a través de múltiples vías de tránsito (Grandes Lagos, los principales ríos, Golfo de México, Pacífico Noroeste) tienen una mejor capacidad de servir el mercado de exportación a todo el mundo. La compra de los DDGS con el costo más bajo de transporte va a necesitar de trabajar con compañías que tengan múltiples opciones de transporte y de carga, así como flexibilidad.

**Resumen de las pruebas de alimentación internacionales con DDGS patrocinadas por el Consejo Norteamericano de Granos:** Los efectos de la alimentación de DDGS de EUA en el ganado, las aves y los peces han sido evaluados por líderes de la industria de alimentos balanceados y empresas de producción animal de muchos países. Las pruebas de alimentación patrocinadas por el Consejo Norteamericano de Granos se han llevado a cabo en Australia, Corea, Indonesia, Japón, México, Taiwán, Tailandia y Vietnam. Los resultados de estas pruebas de alimentación de varias especies productoras de alimentos, con dietas comunes que se encuentran en estos países, han mostrado resultados positivos constantes, así como beneficios de ahorro del costo por la adición de DDGS a los alimentos para animales.

**Proveedores de DDGS de EUA:** Hay más de 36 experimentados exportadores estadounidenses de DDGS que figuran en el capítulo 32 de este Manual, que ofrecen el producto, medios de transporte y capacidad logística y están dispuestos a proporcionar información sobre precios a los clientes actuales y potenciales de DDGS en todo el mundo. Póngase en contacto con cualquiera de ellos para saber los precios actuales y la información acerca de su capacidad de satisfacer las necesidades de DDGS.