

# Beneficios y limitaciones de alimentar al porcino con DDGS de maíz

Dr. Gerald Shurson

Imágenes cedidas por el autor

## ► Resumen

Los granos secos de destilería con solubles de maíz (DDGS) son una materia prima excelente por su composición en energía, proteína y fósforo, que puede utilizarse de forma satisfactoria para sustentar una producción porcina óptima, y a menudo reduce los costes globales de la ración. También son un ingrediente alimentario único, ya que se producen a partir de un proceso de fermentación microbiana, y pueden contener componentes no identificados que contribuyen a la sanidad y los rendimientos de los animales. Conforme siga creciendo la industria de etanol en Estados Unidos, una mayor cantidad de DDGS para piensos estará disponible, tanto para el mercado de dicho país como para la exportación.

Palabras clave: porcino, DDGS, nutrición

## ► Summary

### Benefits and limitations of feeding corn dried distiller's with solubles to swine

Corn dried distillers grains with solubles (DDGS) is an excellent energy, protein, and phosphorus feed ingredient that can be used successfully to support optimal swine performance, and often times, reduce overall diet cost. It is also a unique feed ingredient because it produced from a microbial fermentation process, and may contain unidentified compounds that contribute to animal health and performance. As the U.S. ethanol industry continues to grow, a greater quantity of DDGS will be available for feeds in the domestic and export market.

Keywords: swine, DDGS, nutrition

Contacto con el autor: Department of Animal Science - University of Minnesota - Estados Unidos - shurs001@umn.edu

La producción de biocombustibles, particularmente etanol, está aumentando rápidamente en todo el mundo en respuesta a la necesidad de llegar a ser menos dependientes del petróleo y mejorar el medio natural. El etanol se produce mediante la fermentación de azúcares en alcoholes. Por ello, se prefieren los sustratos con elevado contenido en azúcar o almidón, ya que éstos tienen un mayor rendimiento en etanol en comparación con los que tienen una proporción más baja de estos glúcidos (tabla 1). Sin embargo, la disponibilidad de granos, las condiciones agronómicas de crecimiento (como suelo y meteorología) y los mercados locales tam-

bién determinan el tipo de sustrato utilizado para producir este compuesto.

Actualmente, Estados Unidos es el mayor productor mundial de etanol para combustible (ver cuadro en página 24). En la región del Medio Oeste, el maíz es el sustrato de elección, debido a su elevado rendimiento, bajo coste y suministro abundante. Algunas plantas de etanol de los estados centrales de EE. UU. mezclan sorgo con maíz para producir etanol, aprovechando los precios y el suministro locales. Las condiciones agronómicas de Canadá y Europa son más adecuadas para la producción de trigo y cebada, por lo que éstos son los granos que se usan como sustrato para la fabricación de etanol en dichas regiones.

En Brasil, el segundo mayor productor mundial de etanol para combustible, se utiliza azúcar de caña como sustrato, ya que tiene mayor contenido de azúcar que los granos de cereal y las condiciones favorables de suelo y meteorología permiten que se produzcan grandes cantidades con bajo coste (Conti, 2006). Sin embargo, a diferencia de los subproductos de la producción de etanol a base de grano que se obtienen en otros países, el procedente del uso de azúcar de caña tiene un bajo valor nutritivo para el porcino. De modo que, en función del sustrato utilizado, tanto los rendimientos del etanol, como el perfil de nutrientes de los subproductos, varían.



Figura 1. Diferencias de color entre DDGS de diversos orígenes.

### CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y FÍSICAS DE LOS DDGS DE MAÍZ

Cómo muchos subproductos utilizados como ingredientes en piensos, los granos secos de destilería con solubles de maíz (DDGS) son variables en cuanto a contenido en nutrientes (tabla 2), digestibilidad, color, tamaño de partícula y densidad aparente.

Los DDGS de maíz de alta calidad tienen un valor en energía digestible (ED) y metabolizable (EM) igual o superior que el maíz. Spiels *et al.* (1999) fueron los primeros que describieron que los valores de ED y EM eran similares a los de este cereal (3,49 Mcal/kg y 3,37 Mcal/kg, respectivamente). Fu *et al.* (2004) refirieron valores de EM y energía neta (EN) para los DDGS de maíz de 3,25 Mcal/kg y 2,62 Mcal/kg, respectivamente, mientras que Hastad *et al.* (2004) describieron valores mucho más altos para la ED, la EM y la EN (3,87 Mcal/kg, 3,60 Mcal/kg y 2,61 Mcal/kg, respectivamente). Finalmente, Stein *et al.* (2006) confirmaron que la ED y la EM de los DDGS de maíz para el porcino son iguales o mayores que las del maíz (3,639 Mcal ED/kg y 3,378 Mcal EM/kg).

De igual forma que el maíz tiene una baja calidad proteica (poca lisina y un mal balance aminoácido), sus DDGS también son bajos en lisina en comparación con su contenido en proteína bruta. La treonina es el segundo aminoácido limitante después de la lisina, y debería ser controlado durante la formulación de la dieta cuando se utiliza más de un 10% de DDGS de maíz en raciones para porcino.

La digestibilidad de los aminoácidos también puede variar entre los DDGS de dife-

rentes orígenes. Stein *et al.* (2006) mostraron rangos en los coeficientes de digestibilidad verdadera de la lisina para porcino de 43,9 a 63,0%. Fastinger y Mahan (2006) describieron una variación similar en los valores estandarizados de digestibilidad

ileal de la lisina (38,2% a 61,5%) cuando se evaluaron DDGS de cinco orígenes. Los DDGS de maíz son una excelente fuente de fósforo disponible para la especie porcina. Whitney *et al.* (2001) demostraron que la disponibilidad relativa del

Tabla 1. Contenido de almidón y rendimiento de etanol de diversos sustratos.

Sustrato	Humedad (%)	Almidón (%)	Rendimiento de etanol (l/Tm)
Almidón	-	100,0	720
Azúcar de caña	-	-	654
Cebada	9,7	67,1	399
Maíz	13,8	71,8	408
Avena	10,9	44,7	262
Trigo	10,9	63,8	375

Fuente: Saskatchewan Agriculture and Food (1993)

Tabla 2. Medias, coeficientes de variación (CV) y rangos de nutrientes seleccionados entre DDGS de 32 procedencias de Estados Unidos (basado en 100% de materia seca).

Nutriente	Media (CV)	Rango
Proteína bruta (%)	30,9 (4,7)	28,7-32,9
Grasa bruta (%)	10,7 (16,4)	8,8-12,4
Fibra bruta (%)	7,2 (18,0)	5,4-10,4
Cenizas (%)	6,0 (26,6)	3,0-9,8
Energía metabólica para porcino (kcal/kg)	3.810 (3,5)	3.504-4.048
Lisina (%)	0,90 (11,4)	0,61-1,06
Fósforo (%)	0,75 (19,4)	0,42-0,99

El porcentaje medio de materia seca es de 89,3; mientras que el rango varía entre 87,3 y 92,4

Los 10 mayores productores de etanol del mundo (millones de litros de etanol producidos en 2006)



Fuente: Renewable Fuels Association (2007)

fósforo en los DDGS era del 90%, utilizando fosfato bicálcico como la fuente de fósforo inorgánico de referencia.

**Características físicas**

El color de los DDGS puede variar desde ligeramente dorado a marrón oscuro (figura 1). Las diferencias se deben al color inicial del grano, la cantidad de solubles añadidos a él para hacer DDGS y el tiempo y la temperatura de secado utilizados. Estos dos últimos parámetros también van a afectar a la digestibilidad de la proteína y los aminoácidos, especialmente a la de la lisina. Las temperaturas de secado pueden variar entre unos 127 °C y 621 °C, en función de la planta de etanol. Dado que la cantidad y duración del calentamiento están altamente correlacionadas con la digestibilidad de la lisina, no es sorprendente que exista un rango bastante amplio de este parámetro entre los DDGS de maíz de diferentes orígenes. El contenido de lisina puede variar de 0,52 a 1,13% y los valores de la digestibilidad ileal estandarizada verdadera de la lisina

para porcino están entre 17,7 y 74,4% entre los diferentes tipos de DDGS (Urriola *et al.*, 2007).

Urriola *et al.* (2007) evaluaron 37 tipos de subproductos de destilería y demostraron que era viable el uso de un espectrofotómetro para medir la densidad óptica con el objetivo de predecir la proteína bruta digestible, la lisina y el triptófano; pero la fluorescencia “front face” fue la más precisa para predecir la digestibilidad de la proteína bruta y los aminoácidos en DDGS. Las figuras 2 y 3 muestran la precisión de la determinación de la digestibilidad de la lisina a partir de la densidad óptica y la fluorescencia “front face”.

**Parámetros físicos**

El tamaño medio de partícula para los DDGS es aproximadamente 700 µm, pero el rango de este parámetro es extremadamente grande: varía de 73 a 1.217 µm entre diversos orígenes. La densidad aparente varía entre 368 y 561 kg/m<sup>3</sup> entre los diferentes tipos de DDGS. El pH medio es de 4,1; pero puede estar entre 3,6 y 5,0.

Desafortunadamente, este subproducto puede tener algunas características de manejo poco deseables, relacionadas con una mala fluidez en determinadas condiciones. Muy pocos estudios han intentado caracterizar los factores que afectan a la fluidez de este ingrediente.

**SUMINISTRO DE DDGS DE MAÍZ A LECHONES DESTETADOS**

Whitney y Shurson (2004) realizaron dos experimentos para determinar los efectos de incrementar los niveles de DDGS en la dieta (entre 0 y 25%) sobre los resultados de crecimiento de lechones recién destetados.

Se colocaron 96 cerdos híbridos (peso vivo = 6,18±0,14 kg) en 24 corrales, que se asignaron aleatoriamente a uno de seis tratamientos alimenticios (4 cerdos/corral; 4 corrales/tratamiento) en cada uno de los dos experimentos realizados. Los tratamientos consistían en proporcionar 0, 5, 10, 15, 20 o 25% de DDGS durante las fases 2 y 3 de un programa de alimentación en transición de tres fases. Los



**El color como indicador**

La luminosidad y el grado de amarillo del color de los DDGS parecen predecir razonablemente el contenido de lisina digestible en las fuentes de maíz dorado para porcino (Pederson *et al.*, 2005). Con el objetivo de asegurar unos excelentes resultados de los cerdos cuando se añaden DDGS a su ración, sólo deben utilizarse los que estén ligeramente coloreados y dorados y las dietas deberían formularse teniendo como base los aminoácidos digestibles si se incluye más de un 10% de DDGS.

cerdos del experimento 1 eran ligeramente mayores (19,0 *versus* 16,69 días de edad) y más pesados (7,10 *versus* 5,26 kg) al inicio de la prueba en comparación con los del ensayo 2.

Se suministró a todos los animales un pienso comercial en *pellet* durante los primeros cuatro días tras el destete, y después comenzaron sus dietas experimentales respectivas de fase 2 (durante los siguientes 14 días), seguidas por las raciones experimentales de fase 3 (durante 21 días más). Las raciones experimentales se formularon de manera que contuviesen el equivalente para la digestibilidad ileal aparente de la lisina (1,35 y 1,15%) y metionina + cisteína (0,80 y 0,65%), EM (3.340 y 3.390 kcal/kg), calcio (0,95 y 0,80%) y fósforo total (0,80 y 0,70%) dentro de la fase 2 y la 3, respectivamente.

## Resultados

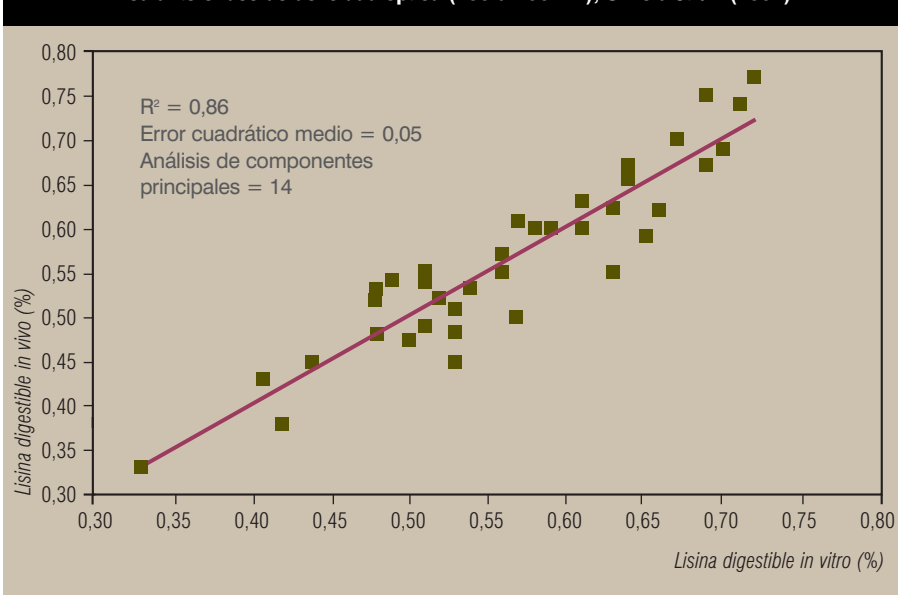
El índice de crecimiento global, el peso corporal final y la conversión alimenticia de los cerdos fueron similares entre los tratamientos, independientemente del nivel de DDGS en la dieta en ambos experimentos. En la prueba 1, la ingestión de alimento no se vio afectada por el tipo de pienso. En el ensayo 2, sin embargo, un nivel creciente de DDGS en la ración hizo que disminuyese linealmente el consumo de pienso durante la fase 2, y decreció a lo largo de todo el experimento. Estos resultados sugieren que los DDGS de maíz de buena calidad pueden incluirse en dietas de fase 3 para lechones en transición en proporciones de hasta el 25%, sin que se vean afectados negativamente los resultados de crecimiento después de un periodo de aclimatación de dos semanas.

También pueden alcanzarse resultados de crecimiento satisfactorios cuando se añade hasta un 25% de DDGS en las raciones de la fase 2 para cerdos de, al menos, 7 kg de peso. No obstante, estos elevados niveles en el momento inmediatamente posterior al destete pueden influir negativamente sobre la ingestión de pienso, lo que conllevaría un peor crecimiento inicial.

## EFFECTO DE SUMINISTRAR DDGS A CERDOS DE CEBŪ-FINALIZACIÓN SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

En la Universidad de Minnesota se han llevado a cabo tres experimentos para evaluar los efectos de proporcionar niveles crecientes de DDGS en la dieta sobre

**Figura 2. Predicción de lisina digestible verdadera estandarizada en DDGS mediante el uso de densidad óptica (400 a 700 nm), Urriola *et al.* (2007).**



el crecimiento, las características de la canal y la calidad de la carne (Whitney *et al.*, 2006c; Xu *et al.*, 2007a, b).

## Resultados

Éste es un resumen de los resultados obtenidos en los estudios citados:

- Las dietas para cerdos de cebo-finalización que contienen un 10% de DDGS proporcionarán la misma ganancia media diaria de peso que los piensos típicos a base de maíz y harina de soja, siempre que se formulen teniendo en cuenta la li-

sina total o la lisina digestible. No obstante, si se añade más de un 10% de DDGS, habrá que formular la ración basándose en los aminoácidos digestibles para alcanzar unos rendimientos de crecimiento aceptables.

- El consumo de pienso puede descender con niveles crecientes de DDGS en la dieta. No está claro porque se dan respuestas diferentes de ingestión de alimento en los diversos estudios, pero puede estar relacionado con la cantidad de exceso de nitrógeno (proteína bruta) que propor-

**Figura 3. Predicción de lisina digestible verdadera estandarizada en DDGS mediante el uso de fluorescencia "front face", Urriola *et al.* (2007).**

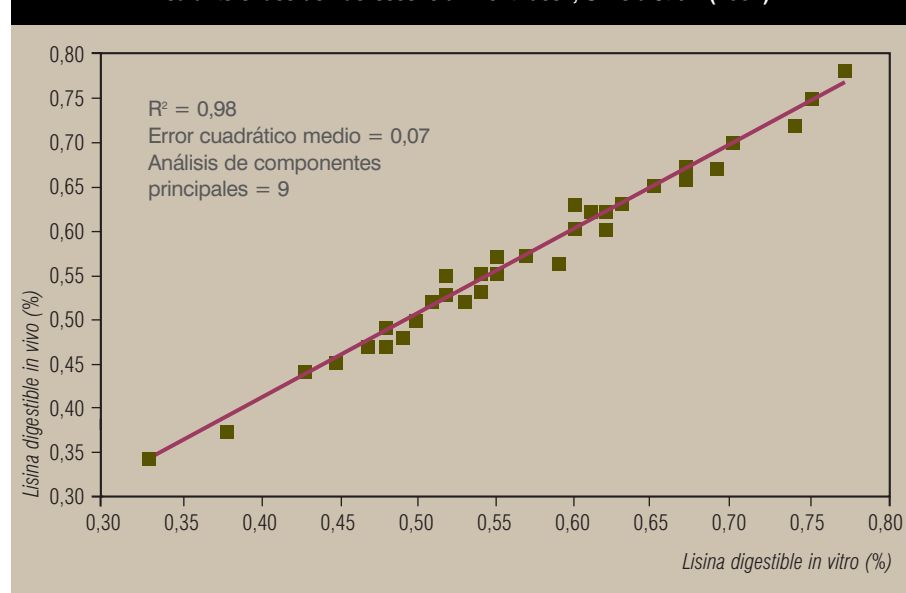




Figura 4. Los piensos con DDGS de maíz pueden presentar una mala fluidez en determinadas condiciones, lo que conlleva dificultades en su manejo.

cionan los DDGS en tasas de inclusión más elevadas, en función del método de formulación utilizado y de la cantidad de aminoácidos sintéticos empleada como complemento para minimizar el exceso de proteína en la dieta.

■ El rendimiento de la canal se reduce linealmente de forma leve cuando se incrementan los niveles de DDGS en el pienso. Dado que el suministro de alimento con proporciones crecientes de DDGS no tiene efecto sobre el porcentaje de magro de la canal y la grasa dorsal, es presumible

que la razón para que haya una reducción ligera del rendimiento sea un aumento en el peso de las vísceras derivado del incremento de fibra a partir de los DDGS.

■ El espesor del tocino dorsal no está afectado o bien puede estar ligeramente reducido con niveles crecientes de DDGS en la ración.

■ La panceta puede ser menos firme, y su grosor podría verse o no afectado cuando aumentan los niveles de DDGS en la dieta. Dado el relativamente elevado contenido en aceite (aprox. 10%) de los DDGS, la

grasa se vuelve más blanda, a causa de la mayor proporción de ácidos grasos insaturados (especialmente ácido linoleico) en la ración conforme se incrementa el porcentaje de DDGS.

■ La vida comercial (oxidación de lípidos) de los lomos frescos no se ve afectada durante, al menos, 28 días en el expositor cuando se suministran dietas con un máximo del 30% de DDGS.

■ La calidad del músculo (color, pérdidas por exudación, pH final, pérdidas de cocinado) no está afectada si se ali-



Figura 5. Se pueden dar a los cerdos de cebo-finalización raciones con hasta un 10% de DDGS sin que descienda su ganancia media diaria, si se formulan a partir de la lisina total o la lisina digestible.

menta a los animales de cebo-finalización con piensos que contienen hasta un 30% de DDGS.

■ Las propiedades sensoriales (características gustativas) no están afectadas en los lomos y la panceta ahumada y curada de cerdos que han consumido dietas con hasta un 30% de DDGS.

### **EFEECTO DE LOS PIENSOS CON DDGS SOBRE LA SANIDAD INTESTINAL DE CERDOS EN CRECIMIENTO**

Whitney *et al.* (2006a, b) realizaron dos experimentos para determinar si la inclusión de DDGS en la ración de cerdos jóvenes en crecimiento reducía la incidencia o gravedad de signos clínicos, emisión fecal, lesiones intestinales y/o infección celular indicativas de enteritis proliferativa porcina (ileítis) después del desafío con *Lawsonia intracellularis*.

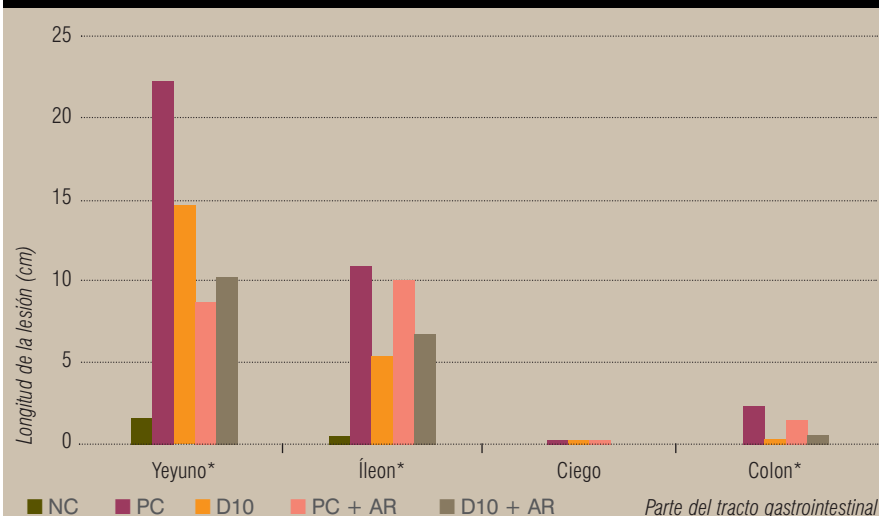


Figura 6. Es posible que la disminución del rendimiento canal observada cuando se alimenta a cerdos con proporciones crecientes de DDGS se deba a un aumento en el peso de las vísceras.

#### **Experimento 1**

En el primer experimento, se destetaron 80 cerdos a los 17 días de edad y se asignaron aleatoriamente (bloqueados por sexo y peso) a un lote de tratamiento de los cuatro posibles. Hubo un grupo control negativo al que no se desafío con la bacteria, y que recibió una dieta control a base de maíz y harina de soja. A los restantes se les inculó oralmente una dosis de  $1,5 \times 10^9$  de *L. intracellularis* por cerdo después de un periodo de adaptación al pienso de cuatro semanas, y se les suministró o bien una dieta control a base de maíz y harina de soja o una ración similar pero con un 10 o un 20% de DDGS.

**Figura 7. Efecto del tratamiento dietario sobre la longitud de las lesiones intestinales en el día 21 tras el desafío (experimento 2).**



\* El suministro de un 10% de DDGS en la ración redujo significativamente ( $p=0,02$ ) la longitud de las lesiones en el íleon y el colon en comparación con el control positivo (PC).

En el día 21 tras el contacto con el patógeno, se sacrificó a todos los cerdos y se examinó la mucosa intestinal en busca de lesiones. Se analizaron muestras de tejido ileal para determinar la presencia y la proliferación de *L. intracellularis*.

Los cerdos expuestos a la bacteria redujeron el consumo medio diario, la ganancia media diaria y el índice de transformación en un 25, 55 y 40%, respectivamente, durante las tres semanas posteriores al desafío. Las diferentes dietas no afectaron a los resultados de crecimiento. Se hallaron lesiones macroscópicas en el 63% de los animales en contacto con el patógeno y en ninguno de los del grupo control negativo.

La inclusión de DDGS en la ración no afectó positivamente a la prevalencia y longitud de las lesiones, a la proliferación de *L. intracellularis* o la gravedad de las lesiones.

### Experimento 2

En el segundo experimento, se manejaron 100 cerdos de forma similar al primer ensayo, con la excepción de que se redujo la dosis de *L. intracellularis* inoculada en un 50%. Los lotes de tratamiento consistían en un grupo control negativo (NC), que no fue infectado con la bacteria, y cuatro tratamientos que sí lo fueron (PC, D10, PC + AR, D10 + AR) en un diseño factorial 2 x 2 para probar la eficacia de la inclusión de un 10% de

tes hasta 11 días después del desafío (PC + AR). Los resultados de este estudio son los que pueden observarse en las figuras 7, 8 y 9.

El suministro de dietas con 10% de DDGS redujo la longitud y prevalencia de las lesiones y disminuyó su gravedad en el íleon y el colon en comparación con los otros cerdos inoculados.

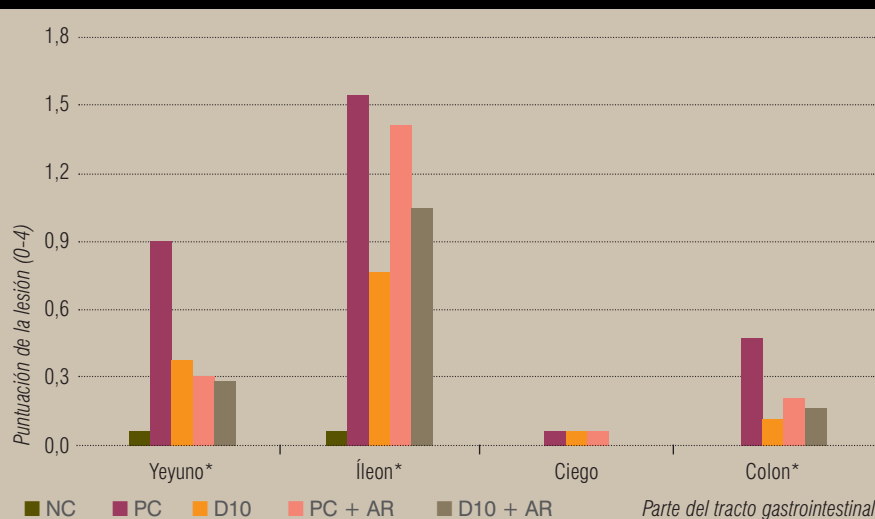
Los animales que recibieron un tratamiento antimicrobiano redujeron la prevalencia y gravedad de las lesiones en el yeyuno, y tendieron a que disminuyese su longitud en la totalidad del tracto gastrointestinal.

La combinación de DDGS y antimicrobianos no supuso diferencias en la longitud, gravedad o prevalencia de lesiones, pero la eliminación fecal de *L. Intracellularis* disminuyó el día 14 tras la infección. Así mismo, la proporción de células intestinales infectadas por la bacteria se redujo cuando se proporcionaron DDGS o antimicrobianos a los animales.

### Conclusión

En conclusión, parece que la inclusión en la ración de DDGS puede ayudar a los cerdos jóvenes en crecimiento a resistir ante una exposición a ileítis moderada, de forma similar a un tratamiento antimicrobiano aprobado en EE. UU., aun-

**Figura 8. Efecto del tratamiento dietario sobre la gravedad de las lesiones intestinales en el día 21 tras el desafío (experimento 2).**



\* El suministro de un 10% de DDGS en la ración tendió a disminuir ( $p<0,1$ ) la gravedad de las lesiones en el yeyuno y el colon, y redujo significativamente ( $p=0,02$ ) la gravedad de las lesiones en el íleon en comparación con el control positivo (PC).

\* El suministro de un régimen antimicrobiano redujo significativamente ( $p=0,03$ ) la gravedad de las lesiones en el yeyuno en comparación con el control positivo (PC).

que ante desafíos más graves, los DDGS pueden resultar inefectivos.

## **EFFECTO DEL SUMINISTRO DE DIETAS CON DDGS A CERDAS**

Wilson *et al.* (2003) condujeron un estudio a lo largo de dos partos en el que se utilizaron 93 cerdas multíparas para determinar el efecto de suministrar raciones que contuviesen un 50% de DDGS en gestación y un 20% en lactación sobre los resultados reproductivos de éstas. Se determinó el balance de nutrientes del día 100 al 105 de gestación en 14 hembras preñadas.

Las cerdas se agruparon en función del número de partos y el peso corporal inicial y se asignaron a una de las dos posibles dietas de gestación (pienso a base de maíz y harina de soja con 0 o 50% de DDGS), y una de las dos posibles raciones de lactación (pienso a base de maíz y harina de soja con 0 o 20% de DDGS). Se proporcionó a las hembras una cantidad diaria de comida basada en el 1% de su peso corporal más 100, 300 y 500 gramos por día en los días 0 a 30, 31 a 60 y 61 a 90 de gestación, respectivamente. Durante la lactación, el acceso a la comida fue *ad libitum*. Las madres permanecieron en sus respectivas combinaciones de tratamientos dietarios durante dos ciclos reproductivos.

### **Características de la prole**

No se observaron diferencias en la ganancia de peso de las cerdas durante la gestación, el número de nacidos vivos por camada, el peso de la camada al nacimiento, o el peso medio de los lechones al nacimiento, entre las hembras alimentadas con dietas de 0 y 50% de DDGS durante la gestación, en ambos ciclos reproductivos.

La combinación de tratamientos alimenticios no tuvo efecto sobre el tamaño de camada, el peso al nacimiento de la misma o el peso de ésta al destete durante el primer ciclo reproductivo, pero las madres que recibieron un 0% de DDGS en la ración de gestación y lactación destetaron menos lechones por camada durante el segundo ciclo reproductivo.

La mortalidad antes del destete fue mayor para las cerdas que recibieron la dieta de gestación con 50% de DDGS y la de lactación con un 20%, en comparación con otra combinación de tratamien-



tos durante el primer ciclo reproductivo, pero la variación en la ración no tuvo efecto sobre este parámetro para el segundo parto.

### Consumo de pienso

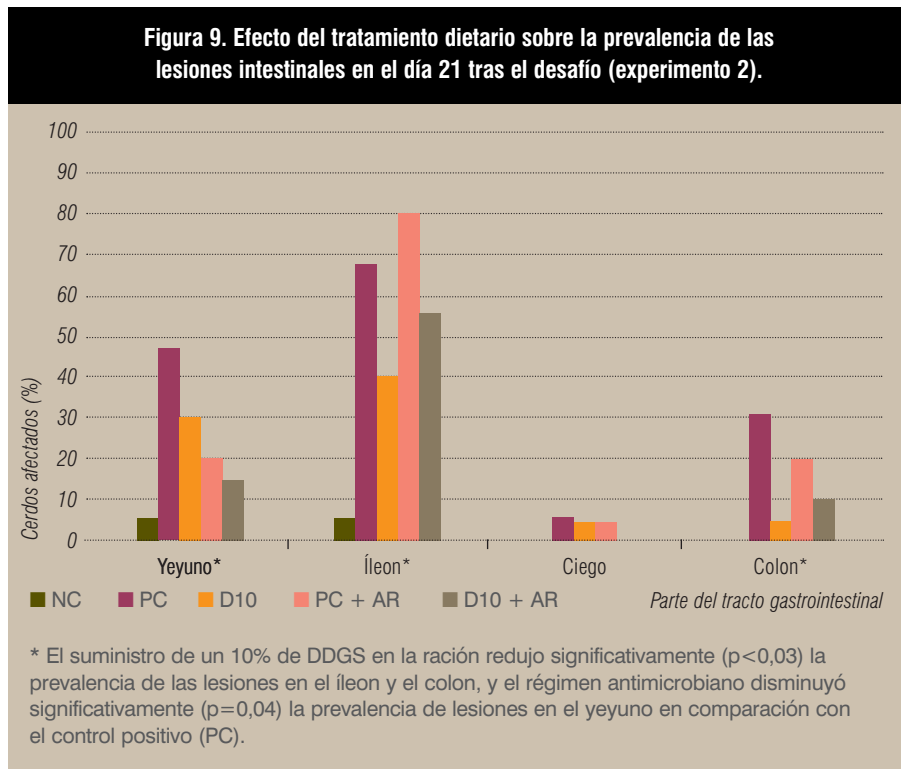
Las madres que ingirieron la dieta de gestación sin DDGS y un 20% en la ración de lactación tuvieron un menor consumo de pienso durante este último periodo, fundamentalmente durante los primeros siete días, aunque este efecto no se observó en el segundo ciclo reproductivo.

### Intervalo destete-estro

El intervalo destete-estro (IDE) fue mayor para las cerdas que tomaron la combinación de dietas sin DDGS en gestación y lactación en comparación con las que ingirieron una ración de gestación con 50% de DDGS y una de lactación con 20% de DDGS y las madres cuyo pienso incluía un 50% de DDGS en gestación y 0% en lactación durante el primer ciclo reproductivo. Durante el segundo, no se observaron diferencias en este parámetro.

### Implicaciones

Por último, las hembras que recibieron dietas con un 50% de DDGS al final de la gestación consumieron más energía,



nitrógeno, azufre y potasio, y tuvieron retenciones mayores de N, S y P que las cerdas que ingirieron un pienso sin DDGS. Los resultados expuestos indican que proporcionar una ración de gestación

que contenga un 50% de DDGS reforzaría la obtención de buenos rendimientos reproductivos. Sin embargo, el suministro de una dieta de lactación con un 20% de DDGS puede reducir la ingestión de alimento durante la primera semana tras el parto si a las cerdas se les ha dado una dieta de maíz y harina de soja durante la gestación y no han tenido un periodo de ajuste para adaptarse a la ración con un alto nivel de DDGS durante la lactación.

### Otros estudios

Más recientemente, Song *et al.* (2007) completaron un estudio en el que utilizaron 323 cerdas lactantes, a las que se alimentó con dietas de lactación a base de maíz y harina de soja que contenían 0, 10, 20 y 30% de DDGS.

La ingestión de pienso media diaria de las cerdas y la ganancia de peso media diaria de sus hijos tendió a mejorar con la adición de DDGS al pienso, mientras que no hubo diferencias en el tamaño de camada al nacimiento o al destete, la pérdida de peso de las cerdas, el IDE, la mortalidad predestete y la composición proteica y lipídica de la leche entre tratamientos.

Para más información sobre alimentación de ganado y aves con DDGS, se puede visitar la página web de DDGS de la Universidad de Minnesota ([www.ddgs.umn.edu](http://www.ddgs.umn.edu)).



Figura 10. La adición de DDGS de maíz en las raciones de gestación puede reforzar los buenos rendimientos reproductivos de las cerdas.

## ► Efecto de alimentar con DDGS a cerdos en crecimiento sobre la excreción de fósforo en el estiércol

La adición de DDGS de maíz a las raciones para porcino reduce significativamente la cantidad de fósforo inorgánico complementario que necesita el pienso, debido a la relativamente alta digestibilidad del P en los DDGS. Como resultado, el coste de la dieta puede reducirse, se alcanzan resultados aceptables y la cantidad de fósforo excretado puede disminuir potencialmente, cuando las raciones se formulan basándose en el fósforo digestible o disponible.

En la Universidad de Minnesota se llevaron a cabo tres experimentos al respecto (Xu *et al.*, 2006a, b, c), que demostraron que pueden añadirse DDGS de maíz de alta calidad a la ración de lechones en transición para reducir la concentración de fósforo en el estiércol, y potencialmente disminuir la excreción total de fósforo, contando con la amplitud de la reducción de la

digestibilidad de la materia seca que se da cuando se añaden DDGS a la dieta.

Incluir un 20% de DDGS a la ración de los cerdos en transición, si se formula a partir del P disponible, puede tener efectos mínimos sobre la excreción total de P (de 5,9 a 16,1% de disminución). Dado que las fitasas inducen una reducción significativa de la excreción total de fósforo, y los DDGS también tienden a disminuirla, el impacto mayor para reducir la excreción total de P en el estiércol se dará cuando las dietas de transición contengan tanto fitasas como un 20% de DDGS.

Para optimizar la retención de P y minimizar su excreción, debería usarse una ratio 2:1 de Ca/P disponible cuando se formulan dietas que contengan fitasas y DDGS basándose en el fósforo disponible.

## BIBLIOGRAFÍA

- Conti, J. J. 2006. Annual energy outlook 2006 with projections to 2030. Energy Information Administration. Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy. Washington, DC. Available: [www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/](http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/). Accessed: May 2006.
- Fastinger, N.D. and D.C. Mahan. 2006. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 84:1722-1728.
- Fu, S.X., M. Johnston, R.W. Fent, D.C. Kendall, J.L. Usry, R.D. Boyd, and G.L. Allee. 2004. Effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) on growth, carcass characteristics, and fecal volume in growing finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl. 2):50.
- Hastad, C.W., M.D. Tokach, J.L. Nelssen, R.D. Goodband, S.S. Dritz, J.M. DeRouchey, C.N. Groesbeck, K.R. Lawrence, N.A. Lenehan, and T.P. Keegan. 2004. Energy value of dried distillers grains with solubles in swine diets. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl. 2):50.
- Pederson, C., A. Pahm, and H.H. Stein. 2005. Effectiveness of in vitro procedures to estimate CP and amino acid digestibility coefficients in dried distillers grain with solubles by growing pigs. *J. Anim. Sci.* (Suppl. 2) 83:39.
- Renewable Fuels Association, July, 2007. [http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook/RFA\\_Outlook\\_2007.pdf](http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook/RFA_Outlook_2007.pdf)
- Renewable Fuels Association. 2007. Industry Statistics. Available: [www.ethanolrfa.org/industry/statistics/](http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/). Accessed: July, 2007
- Saskatchewan Agriculture and Food. 1993. Establishing an Ethanol Business. Available: [www.agr.gov.sk.ca/](http://www.agr.gov.sk.ca/)
- Song, M., S.K. Baidoo, G.C. Shurson, and L.J. Johnston. 2007. Use of dried distillers grains with solubles in diets for lactating sows. *J. Anim. Sci.* 85:55(Suppl. 2).
- Spiehs, M.J., M.H. Whitney, and G.C. Shurson. 2002. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80:2639.
- Stein H. H., M. L. Gibson, C. Pedersen, and M. G. Borsma. 2006. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* 84: 853-860.
- Urriola, P.E., D. Hoehler, C. Pederson, H.H. Stein, L.J. Johnston, and G.C. Shurson. 2007. Prediction of in vivo amino acid digestibility in dried distillers grains with solubles (DDGS) from crude protein, optical density and fluorescence. *J. Anim. Sci.* 85:31 (Suppl. 2).
- Whitney, M.H., M.J. Spiehs, and G.C. Shurson. 2001. Availability of phosphorus in distiller's dried grains with solubles for growing swine. *J. Anim. Sci.* 79:108 (Suppl. 1).
- Whitney, M.H. and G.C. Shurson. 2004. Growth performance of nursery pigs fed diets containing increasing levels of corn distiller's dried grains with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. *J. Anim. Sci.* 82:122-128.
- Whitney, M.H., G.C. Shurson, and R.C. Guedes. 2006a. Effect of dietary inclusion of distillers dried grains with solubles on the ability of growing pigs to resist a *Lawsonia intracellularis* challenge. *J. Anim. Sci.* 2006. 84:1860-1869.
- Whitney, M.H., G.C. Shurson, and R.C. Guedes. 2006b. Effect of including distillers dried grains with solubles in the diet, with or without antimicrobial regimen, on the ability of growing pigs to resist a *Lawsonia intracellularis* challenge. *J. Anim. Sci.* 2006. 84:1870-1879.
- Whitney, M.H., G.C. Shurson, L.J. Johnston, D. Wulf, and B. Shanks. 2006c. Growth performance and carcass characteristics of pigs fed increasing levels of distiller's dried grains with solubles. *J. Anim. Sci.* 84: 3356-3363.
- Wilson, J.A., M.H. Whitney, G.C. Shurson, and S.K. Baidoo. 2003. Effects of adding distiller's dried grain with solubles (DDGS) to gestation and lactation diets on reproductive performance and nutrient balance. *J. Anim. Sci.* 81: (Suppl. 1).
- Xu, G., M.H. Whitney, and G.C. Shurson. 2006a. Effect of feeding diets containing corn distillers dried grains with solubles (DDGS), and formulating diets on total or available phosphorus basis, on phosphorus retention and excretion in nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 84 (Suppl. 2):91.
- Xu, G., G. He, S.K. Baidoo, and G.C. Shurson. 2006b. Effect of feeding diets containing corn distillers dried grains with solubles (DDGS), with or without phytase, on nutrient digestibility and excretion in nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 84 (Suppl. 2):91.
- Xu, G., G. He, M. Song, S.K. Baidoo, and G.C. Shurson. 2006c. Effects of Ca:available P ratio on dry matter, nitrogen, phosphorus, calcium and zinc balance and excretion in nursery pigs fed corn-soybean meal based diets containing DDGS and phytase. *J. Anim. Sci.* 84 (Suppl. 2):91.
- Xu, G., S.K. Baidoo, L.J. Johnston, J.E. Cannon, and G.C. Shurson. 2007a. Effects of adding increasing levels of corn dried distillers grains with solubles (DDGS) to corn-soybean meal diets on growth performance and pork quality of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 85:34 (Suppl. 2).
- Xu, G., G.C. Shurson, E. Hubly, B. Miller, and B. de Rodas. 2007b. Effects of feeding corn-soybean meal diets containing 10% corn dried distillers grains with solubles (DDGS) on pork fat quality of growing-finishing pigs under commercial production conditions. *J. Anim. Sci.* 85:71 (Suppl. 2).