

MATERIAS PRIMAS
ALTERNATIVAS

1. Guisantes

▶ 2. Granos secos de
destilería con solubles3. Nuevos derivados
de soja

Hans H. Stein

Department of
Animal Sciences
University of Illinois

Imágenes Suis

Granos secos de destilería con solubles

Las dietas con granos secos de destilería con solubles para ganado porcino tienen cada vez mayor protagonismo y, aunque se han demostrado sus beneficios a muchos niveles, es importante que sean cuidadosamente formuladas basándose en concentraciones de aminoácidos digestibles y fósforo digestible.

Los granos secos de destilería con solubles (DDGS) se producen en la industria del etanol y están disponibles para su inclusión en las dietas del porcino. En los últimos años se han llevado a cabo varios proyectos de investigación para determinar su valor alimenticio. Se ha determinado la concentración de nutrientes brutos, los valores de digestibilidad de energía y de nutrientes, y los efectos de su inclusión en las dietas administradas a las diferentes categorías del porcino. La concentración de energía en los DDGS es mayor que en el maíz, pero debido a la más baja digestibilidad de la energía en los DDGS respecto al maíz no hay diferencia en la concentración de energía digestible y metabolizable entre ambos.

La digestibilidad ileal aparente y estandarizada de los aminoácidos en los DDGS varía entre fuentes pero, con la excepción de la lisina, la variabilidad no es mayor que lo que ha sido determinado para otros ingredientes alimentarios.

Si se aplica un exceso de calor durante el proceso de secado, la lisina de los DDGS puede sufrir daños, lo que disminuye su digestibilidad. Para excluir ingredientes dañados por el calor de la alimentación del porcino se recomienda a los productores calcular el índice lisina/proteína bruta y sólo usar DDGS si este índice es mayor de 2,80%. La digestibilidad del fósforo en los DDGS es de,



Los DDGS tienen una mayor concentración de energía que el maíz, pero menos digestible, así que en este aspecto ambos son comparables.

ARS

Tabla 1. Concentración de energía de maíz y de diez muestras de granos secos de destilería con solubles (DDGS) administrados a cerdos de cebo.

	Maíz	DDGS			
		Media	Desviación estándar (DE)	Valor más bajo	Valor más elevado
Energía bruta (kcal/kg MS)	4.496	5.434	292	5.272	5.592
Digestibilidad total aparente	90,4	76,8	2,73	73,9	82,8
Energía digestible (kcal/kg MS)	4.088	4.140	205	3.947	4.593
Energía metabolizable (kcal/kg MS)	3.989	3.897	210	3.674	4.336

aproximadamente, un 59%. Este valor es mayor que en el maíz. Por tanto, si se incluyen en la dieta DDGS, se necesita menos fósforo orgánico y se excreta menos fósforo en el purín. Las dietas formuladas con DDGS deberían prepararse basándose en aminoácidos digestibles y fósforo digestible. En general, el 10% de los DDGS puede reemplazar aproximadamente a un 4,25% de la harina de soja y un 5,70% del maíz, si se incluye en la dieta un 0,10% de la lisina cristalina.

Los DDGS pueden incluirse en dietas administradas a cerdos en transición, cerdos de cebacabado y cerdas, en cantidades de un 20%, y en dietas para gestantes a un 40%.

En estos índices de inclusión se ha demostrado un rendimiento excelente de los cerdos al dar dietas formuladas sobre la base de aminoácidos digestibles. Sería posible aumentar los índices de inclusión, pero no siempre se maximiza el rendimiento de los cerdos.

CONCENTRACIÓN Y DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGÍA Y DE LOS NUTRIENTES EN LOS DDGS

En Estados Unidos, la mayoría del etanol se produce a partir del maíz, aunque algunas destilerías utilizan sorgo y cebada, y otras, mezclas de granos de diferentes cereales.

Los DDGS que se producen se caracterizan por el grano que se usa para producir el etanol, pero, incluso si se usa el mismo grano, puede haber variabilidad en su composición química.

En las *tablas 1, 2, 3 y 4* se presentan las concentraciones analizadas de energía y nutrientes en un gran número de muestras de DDGS junto con los resultados de energía digestible, fósforo digestible y aminoácidos digestibles.

La concentración media de energía bruta en DDGS es de aproximadamente 5.530 kcal por kg de materia seca (MS) o 2.514 kcal por libra de MS. Este valor es mayor que la concentración de energía en

el maíz. Sin embargo, la digestibilidad de la energía en los DDGS es más baja que en el maíz y la concentración medida de energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM) en los DDGS es de 4.140 y 3.897 kcal por kg de MS, respectivamente (Pedersen *et al.*, 2007). Estos valores se corresponden con 1.882 y 1.771 kcal por libra de MS, y no son diferentes de la ED y EM en el maíz (*tabla 1*). Debido a que el almidón se convierte en etanol durante el proceso de fermentación, sólo hay presentes pequeñas cantidades de almidón en los DDGS (*tabla 2*). Sin embargo, la fibra en el maíz no se convierte en etanol, por lo que la concentración de fibra (es decir, FAD y FND) es relativamente elevada en los DDGS (*tabla 2*).

Tabla 2. Concentración de carbohidratos en 46 muestras de granos secos de destilería con solubles^a.

	Media	Mínimo	Máximo	DE
Almidón total (%)	7,3	3,8	11,4	1,4
Almidón soluble (%)	2,6	0,5	5,0	1,2
Almidón insoluble (%)	4,7	2,0	7,6	1,5
FAD (%)	9,9	7,2	17,3	1,2
NDF (%)	25,3	20,1	32,9	4,8

^a Datos de la Universidad de Illinois.

Tabla 3. Concentración y digestibilidad del fósforo (P) en diez fuentes de granos secos de destilería con solubles administrados a cerdos de cebo^{a,b}.

	Media	Mínimo	Máximo	DE
P total (%)	0,61	0,51	0,74	0,09
P total (% MS)	0,70	0,57	0,85	0,10
Digestibilidad aparente total (%)	59	50	68	5,17
P digestible (%)	0,36	0,28	0,47	0,06

^a Datos de Pedersen *et al.*, 2007.

^b Datos basados en 11 observaciones por tratamiento.

La concentración de fósforo en los DDGS es, aproximadamente, del 0,60%. La digestibilidad aparente en todo el tracto digestivo del fósforo en los DDGS es aproximadamente de un 59% (tabla 3). El valor correspondiente para el maíz es del 21,5%, y es significativamente más bajo que en los DDGS (Pedersen *et al.*, 2007).

La razón para una mayor digestibilidad del fósforo en los DDGS que en el maíz puede ser que algunos de los elementos que unen el fósforo al complejo fitato en el maíz han sido hidrolizados durante el proceso de fermentación en las plantas de etanol, lo que hace que haya más fósforo disponible para absorción.

En consecuencia, si se incluyen DDGS en las dietas para el porcino, el uso de fósforo orgánico se incrementará y la necesidad de fósforo inorgánico suplementario (es decir, fosfato dicálcico o fosfato monocálcico) se reducirá. Esto no sólo disminuirá los costes de la dieta, sino que también se reducirán las cantidades de fósforo que se excretan.

Se determinó la concentración y la digestibilidad ileal estandarizada de los aminoácidos en 36 muestras de DDGS procedentes de 35 plantas de etanol diferentes del Medio Oeste de Estados Unidos (tabla 4). Los resultados mostraron algunas variaciones en la digestibilidad de los aminoácidos entre las diferentes muestras de DDGS (Stein *et al.*, 2005; Pahm *et al.*, 2006a,b; Stein *et al.*, 2007; Urriola *et al.*, 2007). Esto es particularmente cierto para la lisina, que

Tabla 4. Concentración y digestibilidad de la proteína bruta y los aminoácidos en 36 muestras de granos secos de destilería con solubles (DDGS) administrados a cerdos de cebo^{a,b}.

	Concentración en DDGS (%)				Digestibilidad ileal estandarizada (%)			
	Media	Mínima	Máxima	DE	Media	Mínima	Máxima	DE
Proteína bruta	27,5	24,1	30,9	1,8	72,8	63,5	84,3	5,33
Aminoácidos indispensables								
Arginina	1,16	0,95	1,41	0,10	81,1	74,1	92,0	5,18
Histidina	0,72	0,56	0,84	0,07	77,4	70,0	85,0	4,58
Isoleucina	1,01	0,87	1,31	0,09	75,2	66,5	82,6	4,77
Leucina	3,17	2,76	4,02	0,32	83,4	75,1	90,5	3,85
Lisina	0,78	0,54	0,99	0,09	62,3	43,9	77,9	7,61
Metionina	0,55	0,46	0,71	0,08	81,9	73,7	89,2	4,12
Fenilalanina	1,34	1,19	1,62	0,11	80,9	73,5	87,5	3,94
Treonina	1,06	0,89	1,71	0,20	70,7	61,9	82,5	5,26
Triptófano	0,21	0,12	0,34	0,04	69,9	54,2	80,1	6,98
Valina	1,35	1,15	1,59	0,11	74,5	65,8	81,9	4,72
Aminoácidos dispensables								
Alanina	1,94	1,58	2,79	0,21	77,9	59,7	85,0	4,46
Ácido aspártico	1,83	1,56	2,13	0,14	68,6	59,4	75,9	4,75
Cisteína	0,53	0,37	0,75	0,11	73,6	65,6	80,7	4,64
Ácido glutámico	4,37	3,05	6,08	0,68	80,4	67,4	88,3	5,48
Glicina	1,02	0,88	1,20	0,06	63,5	46,8	87,0	10,97
Prolina	2,09	1,74	2,50	0,16	74,4	32,0	125,9	22,12
Serina	1,18	0,94	1,45	0,13	75,6	59,6	82,8	5,14
Tirosina	1,01	0,83	1,31	0,16	80,9	74,6	88,9	3,79

^a Datos de Stein *et al.*, 2005; Pahm *et al.*, 2006 a and b; Stein *et al.*, 2006; Urriola *et al.*, 2007.

Tabla 5. Concentración, digestibilidad ileal estandarizada (DIE) e índice de lisina/proteína bruta en granos secos de destilería con solubles (DDGS)^{a,b}.

	Media	Baja	Elevada
Proteína bruta (%)	27,5	24,1	30,9
Lisina (%)	0,78	0,54	0,99
DIE lisina (%)	62,3	43,9	77,9
DIE lisina (g/kg)	0,50	0,27	0,70
Lisina/PB (%)	2,86	2,18	3,54

^a Datos calculados de Stein *et al.*, 2005; Pahn *et al.*, 2006a,b; Stein *et al.*, 2006; Urriola *et al.*, 2007.

^b Datos basados en las medidas *in vivo* de la digestibilidad ileal estandarizada de la lisina y otros aminoácidos en 36 muestras de DDGS.

es más variable que el resto de aminoácidos indispensables en términos de digestibilidad (Fastinger y Mahan, 2006; Stein *et al.*, 2006). Se cree que la razón para esta variación es que la lisina pudo haber sufrido daño por el calor en algunas muestras de DDGS, lo que disminuyó su digestibilidad en las mismas (Cromwell *et al.*, 1993). La mayoría de los aminoácidos en los DDGS tienen una digestibilidad media y, excepto para la lisina, la variabilidad entre las diferentes muestras está dentro del rango normal de variación en otros ingredientes alimentarios.

Para reducir el riesgo de utilización de fuentes de DDGS que tienen menor digestibilidad de lisina por culpa del daño por calor se puede calcular el índice lisina/proteína bruta (tabla 5). La baja digestibilidad de la lisina se asocia, con frecuencia, a una baja concentración analizada de lisina en la muestra, razón por la que el índice lisina/proteína bruta da una estimación de la calidad de este aminoácido en la muestra. Si el índice es del 2,80% o mayor, los DDGS tienen una calidad media o por encima de la

media, pero si está por debajo de 2,80, entonces el producto tiene una menor calidad.

Debido a que la lisina suele ser el primer aminoácido limitante en las dietas administradas al porcino, las muestras de DDGS con un índice lisina/proteína bruta menor de 2,80 no deberían utilizarse.

CONSIDERACIONES AL COMPRAR DDGS

Debido a la existencia de cierta variabilidad entre fuentes de DDGS, se recomienda que los productores examinen las concentraciones de nutrientes en el producto antes de comprarlo. Para confirmar que es un producto DDGS verdadero que no ha sido diluido con cáscara de soja o con menor concentración de grasa, se recomienda disponer de garantía de las concentraciones de nutrientes por parte del proveedor.

La composición química de los DDGS varía según el grano que se esté utilizando, el sistema de extracción del etanol, etc.



Tabla 6. Lista a revisar cuando se compran DDGS.

	Mínimo	Máximo
Proteína bruta (%)	27,0	-
Grasa (%)	9,0	-
Fósforo (%)	0,55	-
Lisina	2,80% de proteína bruta	-
FAD	-	12,0
FND	-	40,0

La concentración de proteína bruta debería ser, al menos, de un 27% y las concentraciones de grasa total y fósforo total de, al menos, un 9 y un 0,55%, respectivamente (tabla 6).

La concentración de FAD y FND no debería exceder del 12 y el 40%, respectivamente. Para evitar las fuentes de DDGS que han sido dañadas por el calor el índice lisina/proteína bruta debería ser, al menos, del 2,80%. También se recomienda que los productores se aseguren de la ausencia de micotoxinas en los DDGS antes de comprar.

FORMULACIÓN DE DIETAS UTILIZANDO DDGS

Cuando se formulan dietas con DDGS, se recomienda utilizar valores de energía que sean simi-

lares a los del maíz. Las dietas deberían formularse basándose en los aminoácidos digestibles ileales estandarizados y en fósforo digestible. Debido a que la proteína en los DDGS es relativamente baja en lisina, es necesario incluir en la dieta L-lisina cristalina adicional.

En las dietas formuladas para los cerdos en transición, los cerdos de cebo-acabado y las cerdas lactantes, la inclusión de L-lisina cristalina debería incrementarse un 0,10% por cada 10% de DDGS que se incluyen en la dieta.

Al mismo tiempo, un 4,25% de la harina de soja y un 5,70% del maíz se pueden eliminar (tabla 7). Debido a la mayor concentración y digestibilidad del fósforo en los DDGS respecto al maíz y la ha-

Aspectos a tener en cuenta cuando se compran DDGS y otros coproductos derivados del etanol

- Algunas destilerías extraen parte de la grasa antes de secar los DDGS. Esto da lugar a productos finales con entre un 4 y un 6% de grasa, en lugar de un 10% y, por tanto, con un valor energético más bajo. Comprar sólo si el precio es considerablemente reducido.
- Algunas plantas añaden cascarilla de soja a los DDGS para mejorar su fluidez. Esto reducirá la concentración de energía y la digestibilidad. Revisar los niveles de fibra.
- Algunas plantas venden más DDG que DDGS. Mejor producto – menor daño por el calor y mayor digestibilidad de aminoácidos.
- Algunas plantas venden DDG de elevada proteína. Menos grasa y fósforo, menos fibra, elevada energía y elevada proteína.
- Muchos otros coproductos están o estarán disponibles en el futuro (germen de maíz, harina de germen de maíz, glutenol, cascarilla de maíz, etc.).



ARS



Debido a su relativamente elevada proporción de grasa, puede ser necesario modificar los sistemas de almacenaje y reparto si se utilizan DDGS.

rina de soja, también puede eliminarse un 0,20% de fosfato monocalcico de la dieta por cada 10% de DDGS que se utilizan, pero se necesita caliza adicional para mantener una concentración adecuada de calcio. Si se incluye más de un 20% de DDGS en la dieta, también es necesario añadir un 0,015% de L-triptófano cristalino a la dieta por cada 10% adicional de DDGS que se utilicen. Si las dietas para las cerdas gestantes se formulan con DDGS, puede eliminarse menos harina de soja debido a que las hembras preñadas tienen un requisito relativamente mayor para el triptófano digestible que las lactantes y los cerdos de cebo. Debido a que los DDGS tienen una baja concentración de triptófano, es posible mantener una adecuada concentración de este aminoácido en las dietas de gestación sólo si la reducción en la harina de soja se limita a un 2,40% para cada 10% de

DDGS que se incluyen en la dieta. En consecuencia, si se incluye en las dietas en gestación un 10% de DDGS, la concentración de maíz puede reducirse en un 7,40% (tabla 7).

ÍNDICES DE INCLUSIÓN DE DDGS EN LAS DIETAS ADMINISTRADAS AL PORCINO

La inclusión de entre un 20 y un 30% de DDGS en dietas administradas a los cerdos de cebo ha mostrado excelentes resultados sobre el rendimiento en muchos experimentos (Whitney *et al.*, 2004; De-Decker *et al.*, 2005; Cook *et al.*, 2005; Spencer *et al.*, 2007; tabla 8). Sin embargo, algunos trabajos han demostrado una ingestión reducida de dietas con DDGS y, por tanto, un menor rendimiento de los animales (Fu *et al.*, 2004; Linneen *et al.*, 2006; Whitney *et al.*, 2006b).

Tabla 7. Valor de reemplazamiento de un 10% de granos de destilería con solubles (DDGS) en dietas administradas a cerdos de cebo y reproductores.

	Dietas de gestación	Resto de dietas ^a
Maíz (%)	↓ 7,40	↓ 5,70
Harina de soja 48% (%)	↓ 2,40	↓ 4,25
Fosfato monocalcico (%)	↓ 0,22	↓ 0,20
Grasa (%)	↓ 0,10	↓ 0,05
L-Lisina HCL (%)	↑ 0,03	↑ 0,10
Caliza (%)	↑ 0,09	↑ 0,10

^a Si se incluye más del 20% de DDGS en estas dietas es necesario añadir 0,015% de L-triptófano cristalino por cada 10% de DDGS adicional. Así, los DDGS pueden sustituir el maíz o la harina de soja en hembras gestantes.

Formulación de dietas

- Utilizar el mismo valor de ED para DDGS que para el maíz.
- Formular dietas basadas en aminoácidos digestibles ileales estandarizados (revisar las concentraciones de las dietas de la lisina digestible y del triptófano digestible).
- Formular dietas basadas en el fósforo digestible.
- Utilizar sólo DDGS si el índice lisina:proteína bruta es mayor de 2,80%.
- Decidir sobre el máximo nivel de inclusión.

La ingestión reducida de alimento puede haber estado relacionada con la fuente específica de DDGS que contienen las dietas.

Se ha demostrado que algunas veces los cerdos prefieren comer dietas sin DDGS más que dietas con DDGS (Hastad *et al.*, 2005).

Sin embargo, si se incluyen DDGS de una aceptable calidad y las dietas se formulan utilizando los principios comentados anteriormente, los ganaderos podrán utilizar al menos un 20% de DDGS en dietas administradas a cerdos en transición desde las dos semanas posteriores al destete, y a cerdos de cebo y acabado, sin experimentar disminución en el rendimiento productivo.

Tabla 8. Efectos de la inclusión de hasta un 20% de granos de destilería con solubles (DDGS) en las dietas para cerdos de cebo-acabado^a.

	DDGS			EEM ^b	Valor P	
	0%	10%	20%		Lineal	Cuadrático
Peso inicial (lb) ^c	48,6	48,0	48,5	0,48	0,82	0,40
Peso final (lb)	273,0	281,0	274,8	2,77	0,77	0,23
Ganancia media diaria (lb)	1,96	2,05	1,98	0,02	0,76	0,22
Ingestión media diaria (lb)	5,65	6,05	5,72	0,08	0,78	0,11
Índice de conversión (lb/lb)	2,86	2,94	2,86	0,01	0,94	0,32
Peso canal caliente (lb)	194,3	201,8	195,1	2,54	0,91	0,25
Dressing (%)	71,1	71,8	71,0	0,48	0,85	0,23
Lomo (%)	51,30	50,15	51,17	1,20	0,92	0,31
Área músculo <i>Longissimus</i> (pulgadas ^c)	7,22	6,97	6,92	2,48	0,51	0,79
Profundidad del músculo <i>Longissimus</i> (pulgadas)	2,39	2,33	2,27	0,24	0,25	0,94
Grasa dorsal costilla 10 (pulgadas)	0,98	1,02	0,94	0,21	0,70	0,46
Marmorización músculo <i>Longissimus</i>	2,17	2,13	2,29	0,40	0,68	0,69
Puntuación de color del músculo <i>Longissimus</i>	3,38	3,17	3,25	0,24	0,65	0,54
pH del músculo <i>Longissimus</i> a las 24 h.	5,35	5,37	5,43	0,06	0,09	0,65
Pérdidas por goteo a las 48 h. (%)	4,04	4,28	3,89	0,51	0,84	0,61
Pérdidas a los 7 días (%)	3,22	3,29	3,23	0,44	0,99	0,88
Grosor del abdomen (pulgadas)	53,69	52,28	47,19	4,50	0,01	0,18
Puntuación ajustada de la firmeza del abdomen (grados)	4,77	4,77	4,72	0,46	0,82	0,90
Valor de yodo de la grasa del abdomen	69,77	69,82	72,04	1,25	0,22	0,49

^aDatos de Widmer *et al.*, 2007

^bError estándar de la media

^cUna libra (lb) = 454 g; una pulgada = 2,54 cm

Tabla 9. Índices de inclusión recomendados y máximos de DDGS en dietas administradas a cerdos de diferentes categorías.

	Recomendado ^a	Máximo ^b
Gestación	40	50
Lactación	20	?
Transición, semana 0-2	0	20
Transición, tras semana 2	20	30
Cebo	20	35
Inicio acabado	20	35
Final acabado	20	20

^a Los índices de inclusión están basados en una revisión de experiencias en las que se añadieron DDGS en dietas para cerdos.

^b Los índices máximos de inclusión son las concentraciones máximas de DDGS que han tenido éxito en su uso en condiciones de campo. Estos índices de inclusión no siempre están basados en experiencias publicadas en la literatura y puede no ser posible el uso de estas concentraciones bajo todas las circunstancias.

Pueden utilizarse mayores índices de inclusión si se dispone de una buena fuente de DDGS, y se han observado buenos resultados en algunos casos administrando entre un 30 y un 35% en dietas para cerdos de cebo.

Niveles de inclusión de hasta un 20% de DDGS en las dietas en lactación y hasta un 40% en dietas de gestación tampoco tienen efectos negativos, o son muy ligeros, sobre el rendimiento reproductivo en las cerdas (Monegue y Cromwell, 1995; Wilson *et al.*, 2003; Hill *et al.*, 2005).

Se recomienda, por tanto, que se incluyan DDGS en dietas administradas a cerdas a estas concentraciones. En la *tabla 9* se hace un repaso de las actua-

les recomendaciones de inclusión de DDGS en las dietas administradas al porcino.

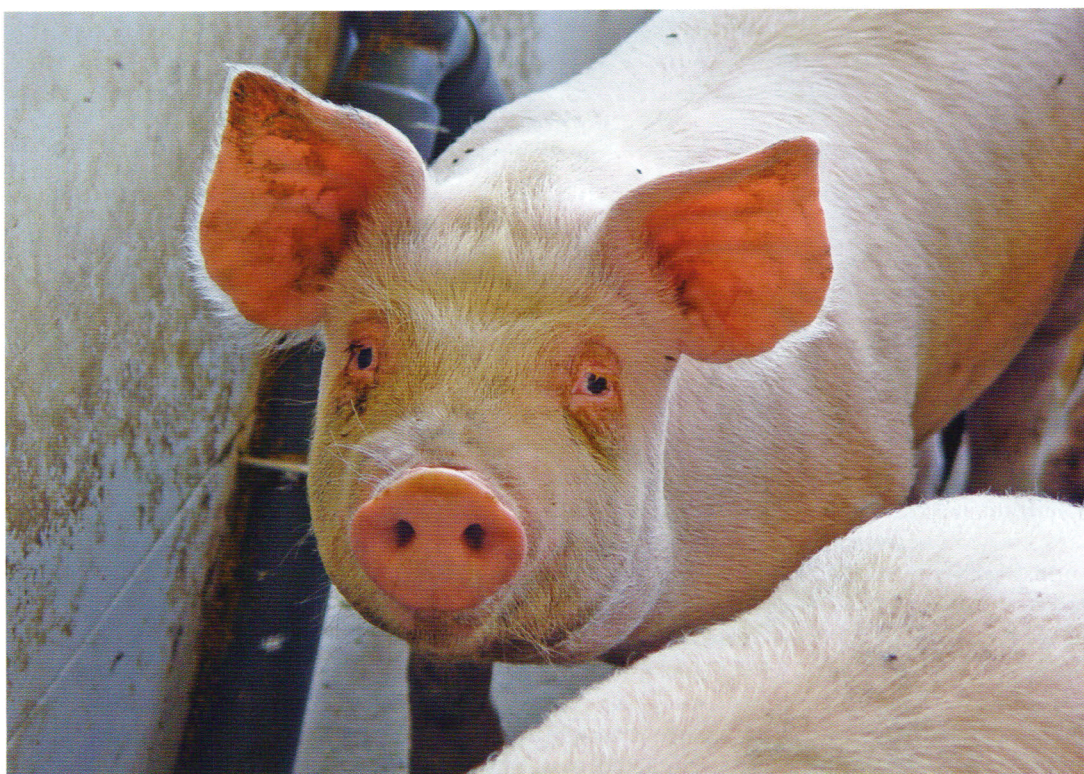
OTRAS CONSECUENCIAS DEL USO DE DDGS

La relativamente elevada concentración de grasa en los DDGS puede aumentar los problemas con el alimento que queda en contenedores y comederos (*tabla 10*). En algunos casos, por tanto, puede ser necesario modificar los sistemas de almacenaje y reparto.

Las dietas que contienen DDGS son también más voluminosas que las que no los incluyen. Como regla, se acepta que para cada 10% de DDGS que

Tabla 10. Consecuencias esperadas de la administración de granos de destilería con solubles (DDGS) a cerdos.

Parámetro	Se puede esperar...
Fluidez	Puede haber un problema en contenedores y comederos
Volumen de la dieta	Se incrementará en aproximadamente un 3% por cada 10% de DDGS en la dieta
Ingestión de alimento	No hay efecto si se utilizan DDGS de buena calidad
Ganancia media diaria	No hay efecto si se utilizan DDGS de buena calidad
Índice de conversión	No hay efecto si se utilizan DDGS de buena calidad
Porcentaje de dressing	Puede reducirse hasta un 0,5 de unidades de porcentaje por cada 10% de DDGS en la dieta
Flacidez del abdomen	Puede ser un problema si más del 20% de los DDGS en la dieta de acabado
Salud intestinal	Alguna evidencia de mejora, pero se necesitan más investigaciones
Tamaño de camada	Puede incrementarse si se incluyen DDGS en las dietas de gestantes, pero se necesitan más investigaciones
Excreción de P	Se reducirá si la dieta se formula correctamente
Excreción de N	Se incrementará ligeramente si la dieta se formula correctamente



La ingestión de alimento, la GMD y el IC no se ven afectados si se respetan los máximos de DDGS en el pienso y éstos son de buena calidad.

se añade en la dieta, el volumen de ésta se incrementa en aproximadamente un 3% en comparación con una dieta de harina de soja-maíz. Esto significa que si un contenedor tiene capacidad para ocho toneladas de harina de soja-maíz, sólo podrá almacenar 7,6 toneladas de alimento si se incluye un 20% de DDGS.

La grasa en los DDGS tiene una relativamente elevada concentración de ácidos grasos insaturados, lo que puede causar incremento de abdómenes blandos en los cerdos alimentados con estos ingredientes (Whitney *et al.*, 2006b). Esto puede llegar a ser un problema si la dieta de acabado contiene más del 20% de DDGS. Actualmente se llevan a cabo investigaciones para determinar las posibili-

dades de prevenir este proceso si se usan elevadas concentraciones de estas materias primas en los piensos.

La inclusión de DDGS en dietas administradas a cerdos de transición y cebo pueden mejorar la salud intestinal y reducir problemas relacionados con la ileítis (Whitney *et al.*, 2006a).

Muchos productores, por tanto, prefieren tener un 20% de DDGS en todas las dietas administradas a esta categoría de cerdos, aunque las investigaciones para demostrar los beneficios de la salud al utilizar DDGS no han sido concluyentes.

Tabla 11. Precio máximo (\$/t) que puede pagarse por granos de destilería con solubles (DDGS) a costes diferentes de maíz y harina de soja sin incrementar el coste de la dieta completa^{a,b}.

Harina de soja, 47,5% (\$/ton)	Maíz, \$/bushel			
	2,5	3,0	3,5	4,0
175	109	119	128	138
200	120	130	140	150
225	131	141	151	161

^a Para cada combinación de costes para el maíz y la harina de soja, el precio indicado para los DDGS dará lugar a idénticos costes de dieta para una dieta maíz-harina de soja y una dieta maíz-harina de soja-DDGS.

^b Un *bushel* de maíz = 25,45 kg; una tonelada de harina de soja = 907 kg.

En un experimento también se ha demostrado que las cerdas que han recibido dietas con DDGS presentaban camadas con mayor tamaño, pero se necesitan más investigaciones al respecto para verificar sus efectos positivos en este parámetro productivo.

El impacto medioambiental de la inclusión de DDGS en el porcino no se ha estudiado. Sin embargo, la mayor digestibilidad del fósforo en los DDGS que en el maíz y la harina de soja reducirá la necesidad de añadir fosfatos inorgánicos a las dietas y la excreción de fósforo al purín también disminuirá. Por otro lado, la concentración de nitrógeno se incrementará ligeramente en dietas con DDGS, lo que aumentará la excreción en los purines.

ECONOMÍA DEL USO DE DDGS EN DIETAS ADMINISTRADAS A PORCINO

Debido a que los DDGS reemplazan tanto el maíz como la harina de soja en las dietas administradas a cerdos, su valor económico depende del coste de estos últimos. El máximo precio que puede pagarse por los DDGS sin incrementar los costes de la dieta con diferentes costes de maíz y harina de soja se muestran en la *tabla 11*. Con costes constantes de la harina de soja, el máximo precio que puede pagarse por los DDGS se incrementa aproximadamente 9-10 dólares por cada 0,50\$ por *bushel* (1 *bushel* de maíz = 25,40 kg) que se incrementa el precio del maíz.

Sin embargo, si el precio de la harina de soja se incrementa en unos 25\$ por tonelada, el precio de los DDGS puede incrementarse en 11-12\$ sin incrementar el coste de la dieta.

Antes de incluir DDGS en las dietas administradas a porcino, los productores deberían hacer sus propios cálculos basados en precios locales de éstos y del maíz y la harina de soja.

CONCLUSIONES

El uso de DDGS en dietas administradas al ganado porcino se incrementa de forma rápida. Muchos productores están incluyendo un 20% en alimentos para todas las categorías de cerdos. Aunque éste es el nivel de inclusión recomendado, algunos productores tienen éxito utilizando otros mayores, y es posible encontrar en dietas para cerdos de transición y de cebo-acabado hasta un 35% de DDGS. Sin embargo, debido al riesgo de producir cerdos con abdómenes flácidos, la inclusión de DDGS en dietas de acabado debería limitarse al

20% hasta que se lleven a cabo más investigaciones para determinar los efectos de mayores índices de inclusión sobre la firmeza del abdomen de los animales.

No se suele recomendar la inclusión de DDGS en dietas a cerdos de transición durante las dos semanas siguientes al destete, pero algunos productores lo han hecho añadiendo también hasta un 20%.

Independientemente de la categoría de cerdos que reciben los DDGS y del nivel de inclusión, es importante que las dietas que los contienen sean cuidadosamente formuladas basándose en concentraciones de aminoácidos digestibles y fósforo digestible. Las fuentes de DDGS que tienen un índice lisina/proteína bruta por debajo de 2,80 no deberían utilizarse en dietas administradas al ganado porcino.



El nivel de inclusión de DDGS en el alimento depende del precio del maíz y la harina de soja.