

Uso en alimentación de cerdos de sub-productos de la industria del etanol

Fuente: Pedro E. Urriola y Gerald C. Shurson Departamento de Zootecnia Universidad de Minnesota. Extraído de las Memorias del XII Congreso Nacional de Producción Porcina | Mar del Plata | Argentina | 2014.

Introducción

Alimentación de cerdos con sub-productos agrícolas es una gran oportunidad para reducir el costo de las dietas para cerdos. De todos los sub-productos agrícolas, la producción de biocombustibles a partir de granos de maíz, sorgo, o cebada deja en Estados Unidos la cantidad de 35 millones de toneladas de granos secos de destilería (DDGS; por sus siglas en inglés). De estos aproximadamente 7 millones de toneladas son alimentados a cerdos en alta inclusiones de la dieta (30% en dietas de cerdos de crecimiento y engorda) para reducir los costos de alimentación con poco impacto en crecimiento de los animales. En Argentina la producción de etanol a partir de granos es mucho menor comparado con los Estados Unidos. Sin embargo, la producción de etanol ha crecido y se proyecta en continuo crecimiento (40%) en Argentina. El uso del maíz como biocombustible permite a los sembradores agregar valor al maíz cosechado, y este valor crea una oportunidad para ambos, el sembrador y el productor de cerdos. Una de las principales limitantes del uso de granos de destilería en alimentación de cerdos es la variabilidad en la concentración de nutrientes. Por ello el objetivo de este artículo es describir la variabilidad observada en la concentración de nutrientes y las técnicas utilizadas para manejar dicha variabilidad.

Conceptos generales de energía y nutrientes

Utilizar cualquier nuevo ingrediente en un programa de formulación requiere estimar la composición nutricional del ingrediente y evaluar el efecto de los posibles factores anti-nutricionales. La energía es generalmente el elemento más costoso en la formulación de dietas de cerdos, por ello, es necesario establecer un sistema de evaluación de energía preciso y dinámico el cual permita predecir la

concentración de energía en las dietas basado en la composición química de los alimentos. Los nutrientes más costosos en los programas de alimentación de cerdos son los aminoácidos y el fósforo.

Energía: Los sistemas de energía digestible (ED) y metabolizable (EM) son comunes en la formulación de dietas para cerdos. Sin embargo, el sistema de energía neta (EN) ofrece una mayor precisión al estimar la cantidad de energía en las pérdidas del incremento calórico. El sistema de energía digestible corrige la energía de la dieta cuando se extrae la energía perdida en las heces (Figura 1). El sistema de energía metabolizable usa los valores de energía digestible y extrae la energía perdida en gases (EG) y en orina (EO). Generalmente, en cerdos se estima que las pérdidas por producción de gases son relativamente pocas y por ello la gran mayoría de experimentos que miden energía metabolizable solo colectan heces y orina. La energía neta se calcula cuando se extrae el incremento calórico o costo energético de los procesos de ingestión, digestión, y utilización metabólica de la energía metabolizable (Noblet et al., 1994; NRC, 2012) y la energía utilizada en actividades “normales” del cerdo. La composición química de la dieta (e. g. concentración de almidón, grasas, y proteína) se puede utilizar para estimar la concentración de energía de la dieta (NRC, 2012).

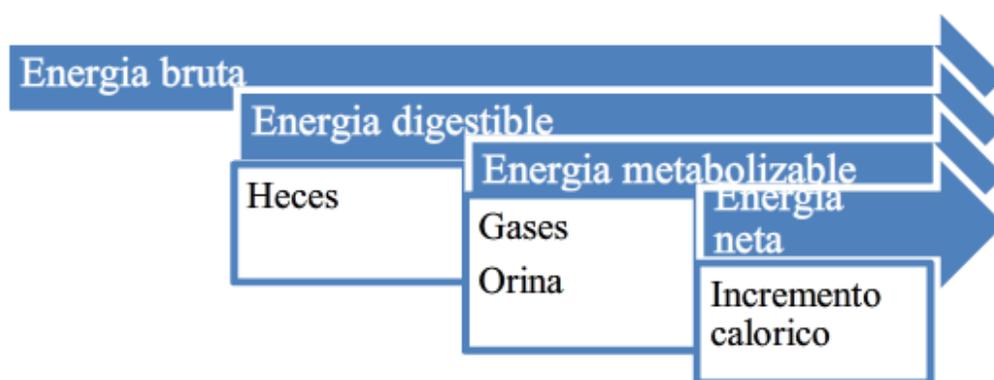


Figura 1. Sistemas de energía y tipos de pérdidas de energía

Aminoácidos: Los requerimientos y valores nutricionales de los aminoácidos en las dietas para cerdos, deben ser calculados, expresados, y balanceados en base a los valores de digestibilidad. Los valores de concentración total son útiles porque representan el valor analizado, sin embargo para crear dietas efectivas utilizando sub-productos es necesario utilizar el sistema de amino ácidos con base a las digestibilidades. Hay varias maneras de expresar digestibilidad de aminoácidos, pero el sistema más común y adoptado por el NCR 2012, es el de digestibilidad estandarizada (SID) la cual se mide al final del íleon. Aunque los cerdos requieren 10 aminoácidos de manera indispensable en la dieta, los requerimientos nutritivos generalmente se expresan en relación a la cantidad de amino ácidos en base a la lisina en el sistema de proteína ideal.

La concentración total de amino ácidos, la digestibilidad, y biodisponibilidad son los factores más importantes al momento de calcular los valores de digestibilidad de amino ácidos. La concentración de aminoácidos puede ser analizada utilizando técnicas de química húmeda y por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS por las siglas en inglés). Los métodos más conocidos y estandarizados utilizados para el análisis de la química húmeda son los de la asociación oficial de analistas químicos en su publicación de métodos. Estos métodos consisten en hidrólisis de las proteínas en ácido hidroclicorídrico de 6 M por 24 horas a 110 °C y luego detección de los amino ácidos por cromatografía de intercambio de iones y derivación post columna con ninhidrina. La digestibilidad se mide utilizando cerdos con cánulas que permiten coleccionar el contenido del íleon. La excreción de amino ácidos endógenos se estima principalmente alimentando a los cerdos con dietas libres de amino ácidos y midiendo la concentración de amino ácidos excretados en la digesta de íleon.

Fósforo: El fósforo es generalmente el tercer elemento más costoso en las dietas de cerdos. Los requerimientos son expresados al igual que los aminoácidos en base a los valores de digestibilidad estandarizada. Este sistema adoptado en el NRC en 2012, corrige los valores de digestibilidad aparente con valores de pérdidas basales y endógenas de fósforo. La digestibilidad de fósforo es afectada

principalmente por la concentración de ácido fítico en ingredientes de origen vegetal. Los ingredientes de origen animal y mineral no contienen ácido fítico por ello la digestibilidad del fósforo es mayor.

Concentración de energía y nutrientes en los granos de destilería

Energía: La concentración de energía metabolizable (EM) y energía neta (EN) varían en los granos de destilería de acuerdo al origen del grano, los procesos industriales, el tipo de secado, entre otros. El proceso industrial más reciente ha sido la extracción del aceite de maíz mediante un proceso de centrifugación, por ello las tablas más recientes del NRC incorporan tres tipos de DDGS.

Tabla 1. Concentración de nutrientes en granos secos de destilería (NRC, 2012)

Nutriente	Bajo en aceite (> 6% ¹)	Intermedio (6 a 9%)	Alto (> 10%)
Materia seca	89.3 (n = 1)	89.4 (n = 13)	89.3 (n = 59)
Proteína cruda	27.9 (n = 2)	27.4 (n = 13)	27.3 (n = 81)
Lisina total (SID) ³	0.68(61)	0.90(61)	0.77(68)
Metionina (SID) ³	0.50(82)	0.57(82)	0.55(82)
Treonina	0.97(71)	0.99(71)	0.99(71)
Triptófano	0.18(71)	0.20(71)	0.21(71)
Grasa cruda	3.6 (n = 2)	8.9 (n = 8)	10.4 (n = 34)
Cenizas	4.6 (n = 1)	4.0 (n = 9)	4.1 (n = 39)
Almidón	10.0	9.6 (n = 4)	6.7 (n = 32)
Fibra detergente neutra	33.8 (n = 2)	30.5 (n = 11)	32.5 (n = 76)
Energía²			
Energía bruta	5,098 (n = 1)	4,710 (n = 3)	4,849 (n = 41)
Energía digestible	3,291 (n = 2)	3,582 (n = 3)	3,620 (n = 16)
Energía metabolizable	3,102	3,396	3,434
Energía neta	2,009	2,343	2,384

¹Concentración de grasa cruda.

²Concentraciones en kcal/kg en base húmeda.

³Valor de digestibilidad estandarizada (%) entre paréntesis.

Sin embargo, trabajos recientes en nuestro grupo de la Universidad de Minnesota demuestran que hay muy poca correlación entre la concentración de grasa cruda en el DDGS y la concentración de energía metabolizable. Por ello sistemas de ecuaciones para calcular la concentración de energía bruta (EB), energía digestible (ED), y energía metabolizable (EM) fueron desarrolladas y comparadas. En esta comparación las ecuaciones que toman en cuenta la mayoría de los nutrientes al igual que la concentración de fibra son mucho más precisas.

$$EB = 4,583 + (50.6 \times \text{grasa cruda}) - (0.1 \times \text{tamaño de la partícula})$$

$$ED = -2,161 + (1.39 \times EB) - (20.7 \times \text{FDN}) - (49.3 \times \text{grasa cruda})$$

$$EM = -261 + (1.05 \times ED) - (7.89 \times \text{proteína cruda}) + (2.47 \times \text{FDN}) - (4.99 \times \text{grasa cruda}).$$

Aminoácidos: La concentración de aminoácidos varía de acuerdo con la concentración inicial en el grano de origen, el tipo de proceso en la planta de etanol, la temperatura de secado, entre otros factores. Por ello, es necesario establecer sistemas de medición rutinarios para captar cambios en la concentración de aminoácidos con frecuencia. No solamente la concentración de aminoácidos es variable en las fuentes del DDGS, también la digestibilidad ileal estandarizada es variable. Por ejemplo, la concentración total de lisina en los granos de destilería en promedio es de 7.8 g/kg pero con un gran rango de variación que va desde 2,7 a 12,9 g/kg. El valor de digestibilidad estandarizada en promedio es 4.8 g/kg pero el rango varía desde 0.6 a 9.0 g/kg. Es debido a esta variabilidad que ecuaciones de predicción han sido desarrolladas (Tabla 2).

Tabla 2. Concentración de aminoácidos en los granos de destilería en publicaciones profesionales

Aminoácido	Concentración total, % MS		Concentración en base a digestibilidad estandarizada, % MS		Ecuaciones ¹
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	
Lisina	0.78	0.17	0.48	0.14	$0.55 + 0.06 \times \text{Lys}$
Metionina	0.50	0.09	0.41	0.08	$0.82 + 0.01 \times \text{Met}$
Treonina	0.95	0.13	0.67	0.12	$0.72 - 0.03 \times \text{Thr}$
Triptófano	0.19	0.04	0.14	0.03	$0.76 + 0.03 \times \text{Trp}$

¹Urriola et al. (2009)

Fósforo: La concentración del fósforo total varía (promedio = 0.73 %; desviación estándar = 0.1) de acuerdo con las condiciones de procesamiento de los granos de destilería. Generalmente granos de destilería con mayor proporción de solubles tienen mayor concentración final de fósforo. También la digestibilidad estandarizada varía en las fuentes de fósforo (promedio = 65% y desviación estándar = 6.54). La digestibilidad de fósforo se puede calcular a partir de las concentraciones de ácido fítico en los ingredientes de interés, sin embargo nosotros no tenemos conocimiento de modelos específicos que estimen la concentración de fósforo estandarizado para granos de destilería. En conclusión, el uso de los granos de destilería ofrece una gran oportunidad para el sector porcino porque es una fuente de nutrientes para las dietas de cerdos. En Argentina y muchos otros países como los Estados Unidos el uso de los granos de destilería tiene como reto la gran variabilidad en la concentración y digestibilidad de nutrientes. El uso de herramientas nutricionales como los cálculos de energía y aminoácidos utilizando ecuaciones es necesario para establecer un programa de alimentación efectivo.

Referencias

AAFCO (American Association of Feed Control Officials). 2013. Official Publication. Am. Assoc. Feed Control Off., Atlanta, GA.

Batterham, E. S., L. M. Andersen, D. R. Baigent, and E. White. 1990. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: effect of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. Br. J. Nutr. 64:81-94.

Bragachini, M., F. Ustarroz, M. Bragachini, D. Mathier. 2014. El maíz, bioenergía y agregado de valor en origen. Disponible: <http://www.engormix.com/MAbalanceados/articulos/maiz-bioenergia-agregado-valor-t5381/p0.htm>. Revisado Junio 2014

Jacela, J. Y., J. M. DeRouchey, S. S. Dritz, M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, R. C. Sulabo, R. C. Thaler, L. brandts, D. E. Little, and K. J. Prusa. 2011. Amino acid digestibility and energy content of deoiled (solvent-extracted) corn

distillers dried grains with solubles for swine and effects on growth performance and carcass characteristics. *J. of Anim. Sci.* 89:1817-1829.

Kerr, B. J., W. A. Dozier, and G. C. Shurson. 2013. Effects of reduced-oil corn distillers dried grains with solubles composition on digestible and metabolizable energy value and prediction in growing pigs. *J. of Anim. Sci.* 91: 3231-3243.

Livingstone, R. M., and D. M. S. Livingston. 1969. A note on the use of distillers' byproducts in diets for growing pigs. *Anim. Prod.* 11:259–261.

Pahm, A. A., C. S. Scherer, J. E. Pettigrew, D. H. Baker, C. M. Parsons, and H. H. Stein. 2009. Standardized amino acid digestibility in cecectomized roosters and lysine bioavailability in chicks fed distillers dried grains with solubles. *Poult. Sci.* 88:571578

Pedersen, C., M. G. Boersma, and H. H.

Stein. 2007. Digestibility of energy and phosphorus in ten samples of distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. *J. of Anim. Sci.* 85:1168-1176.

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.* 80:2639–2645. Stein, H. H., and G. C. Shurson. 2009. BOARD-INVITED REVIEW: The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *J. Anim.Sci.* 87:1292-1303.

Urriola, P. E., D. Hoehler, C. Pedersen, H. H. Stein, and G. C. Shurson. 2009. Amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles, produced from sorghum, a sorghum-corn blend, and corn fed to growing pigs. *J. of Anim. Sci.* 87:2574-2580.

Urriola, P. E., L. J. Johnston, H. H. Stein, and G. C. Shurson. 2013. Prediction of the concentration of standardized ileal digestible amino acids in distillers dried grains with solubles. *J. Anim. Sci.* 6362. doi10.2527

Widyaratne, G. P., and R. T. Zijlstra. 2007. Nutritional value of wheat and corn distiller's dried grain with soluble: Digestibility and digestible contents of energy, amino acids and phosphorus, nutrient excretion and growth performance of grower-finisher pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 87:103–114.

Xu, G., S. K. Baidoo, L. J. Johnston, D. Bibus, J. E. Cannon, and G. C. Shurson. 2010. The effects of feeding diets containing corn distillers dried grains with soluble, and withdrawal period of distillers dried grains with soluble, on growth performance and pork quality in grower-finisher pigs. *J. of Anim. Sci.* 88:1388-1397.

Zijlstra, R. T., and E. Beltranena. 2013a. Swine convert co-products from food and biofuel industries into animal protein for food. *Anim. Frontiers* 3:48-53.

Zijlstra, R. T., and E. Beltranena. 2013b. Alternative feedstuffs in swine diets. In: *Sustainable Swine Nutrition*. L. Chiba, ed. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. p. 231–255.