

Desarrollos recientes y nuevas perspectivas en la valoración de alimentos para ganado porcino (II)



J. Noblet

INRA. France - XXVI Curso de Especialización FEDNA



Fotos AXON COMUNICACIÓN

► Valor nutritivo de los DDGS

La producción de biocombustibles (bio-diesel y bioetanol) ha aumentado en la mayor parte del mundo en los últimos 10 años. En el caso de la producción de bioetanol, los principales sustratos utilizados son el azúcar de caña (Brasil), el maíz (EEUU) o el trigo (Europa, Canadá). El uso del maíz o del trigo genera co-productos correspondientes básicamente a la fracción no-amilácea del grano, puesto que el almidón es hidrolizado y fermentado para producir etanol. Estos co-productos son comúnmente denominados DDGs (granos secos de destilería con solubles). Sin embargo,

el proceso de producción de etanol ha cambiado a lo largo del tiempo y es más o menos complejo, con un progresivo fraccionamiento de los componentes no amiláceos del grano para la obtención de co-productos ricos en proteína o en grasa y los subsiguientes co-productos ricos en fibra. Además, los procesos de producción son bastante variables. La consecuencia práctica de estos cambios y de la variabilidad del proceso es que la composición química y el valor nutritivo asociado de los co-productos son también bastante variables. En cualquier caso, este nuevo uso de los cereales constituye un importante desafío para la industria de piensos compuestos

en orden a implementar la incorporación de nuevos ingredientes con características específicas y variables.

En el cuadro 6 se presentan la composición y valor nutritivo medio de los DDGs "estandar" de maíz y trigo; sin embargo, este maíz "medio" tiene un gran contenido en grasa inferior al de la mayor parte de los DDGs de maíz. Además, en el caso de los DDGs de trigo hemos asignado también valores a los productos dañados por el calor; sin embargo, su frecuencia será probablemente reducida en el futuro. En concordancia con el principal objetivo de la industria del bioetanol, el contenido en almi-

dón de los DDGs es extremadamente bajo. Por otra parte, las otras fracciones químicas de los granos originales están concentradas (3x), con niveles de proteína oscilando entre 25 (DDGs de maíz) y 30% (DDGs de trigo) y contenidos en grasa superiores al 5%. El contenido en fibra es también alrededor de 3 veces superior que en los granos. La composición en AA de la proteína es bastante similar a la del grano original, con la excepción de la lisina, que es más baja en la mayor parte de los casos y altamente variable, en función del daño sufrido por el tratamiento térmico realizado durante la desecación (Cozannet et al., 2010).

Tal y como se ilustra en el cuadro 6, la digestibilidad ileal de la lisina es más baja que la de la proteína total o la de los otros aminoácidos esenciales y, sobre todo, es bastante variable. Los ejemplos que se muestran en el cuadro 6 indican que la lisina en muestras de color oscuro es casi indigestible. Como consecuencia, el balance de AA en los DDGs es bastante pobre, con un importante déficit de lisina debido tanto a su bajo contenido como a su baja digestibilidad.

En conexión con su alto nivel de FD, la dE es marcadamente más baja que en el cereal original. Sin embargo, debido a su apreciable contenido en grasa, los contenidos en ED, EM y EN están justo por debajo del rango normal de concentraciones energéticas de piensos compuestos para cerdos. El daño por calor también reduce la dE en DDGs de trigo (cuadro 6).

En conjunto, estos datos indican que los DDGs de trigo o maíz representan alternativas energéticas y proteicas interesantes en piensos de porcino. Sin embargo, el balance de AA debe mejorarse mediante su complementación con proteínas de alta calidad o con AA sintéticos. Además, su valor nutritivo es altamente variable; esta variabilidad debe ser evaluada en orden a su uso seguro en piensos de porcino. En el caso de la lisina, su concentración en la PB o, más simplemente, su color, pueden utilizarse como indicadores de calidad proteica (Cozannet et al., 2010). Para la energía, se han propuesto ecuaciones de predicción de su concentración en ED, EM o EN (ver siguiente sección acerca de EvaPig; Cozannet et al., 2010). Finalmente, en conexión con su contenido en fibra, debe tenerse en cuenta que los cerdos adultos la degradan en mayor grado que los cerdos en crecimiento (Cozannet et al., 2010).

» El software Evapig®

Excepto para las regiones donde se usan piensos simples (p.ej. maíz y soja), los piensos compuestos y los piensos concentrados pueden estar basados en ingredientes muy diferentes. Ya que estos alimentos tienen unas características químicas que varían en el tiempo y entre zonas de producción, tienen también unos valores nutritivos altamente variables. Es, por tanto, necesario caracterizarlos de la forma más precisa posible en orden a estimar sus valores para los animales. Sin

embargo, la determinación *in vivo* de los valores nutritivos es compleja, laboriosa y costosa. Por ello los productores de piensos tienden a estimar estos valores más que a medirlos. Los métodos de estimación son más o menos sofisticados y precisos: en la mayor parte de los casos, solo se usan valores nutritivos medios disponibles en tablas de composición de alimentos, y los efectos de la composición química sobre el valor nutritivo son más o menos ignorados. Sin embargo, las tablas de alimentos proporcionan valores nutritivos medios, basados en las características químicas medias que fueron determinadas en el momento de la publicación. Estos valores no son generalmente aplicables a los ingredientes actuales que tienen una composición diferente de la que se presenta en las Tablas. Al objeto de superar esta limitación fue desarrollado el programa EvaPig®. El programa está basado en los conceptos desarrollados anteriormente en este documento para valores de energía y proteína y en las tablas INRA & AFZ (Sauvant et al., 2004) como base de datos de referencia; los valores publicados y no publicados del INRA referentes a la utilización digestiva de los nutrientes y de la energía en ingredientes para cerdos también han sido utilizados. Todos los cálculos supuestos y ecuaciones están disponibles en la página web www.evapig.com. El programa puede descargarse libremente desde esta dirección.

La primera función del EvaPig® es la estimación de los valores de energía (ED, EM, EN), proteína (aminoácidos digestibles) y minerales (fósforo digestible) de los ingredientes de acuerdo con su composición química. Para la energía se han propuesto valores diferentes para cerdos en crecimiento y cerdas adultas. La lista de ingredientes es la misma que la de las tablas INRA-AFZ, más algunos ingredientes nuevos valorados *in vivo* (por ejemplo, DDGs) de uso habitual en la actualidad. Los métodos de corrección y ajuste de los valores nutritivos se explican en el texto (Noblet et al., 2009; www.evapig.com). Los valores energéticos procedentes de las tablas INRA-AFZ o los presentados por defecto en EvaPig® se refieren a presentación en harina. Sin embargo, procesos tecnológicos tales como la molienda fina, granulación, extrusión, o la adición de enzimas incrementan los valores de digestibilidad de la energía (ver apartado anterior). El programa EvaPig® hace posible tener en cuenta los efectos del procesado mediante la aplicación de un "bonus energético" que puede aumentar hasta un 5% el valor energético del alimento; estos bonus deberían ser probablemente me-

Cuadro 6- Composición y valor nutritivo de los DDGs de maíz y trigo para ganado porcino.

	DDGS maíz ¹	DDGs trigo ²	
		Claro	Oscuro
Características químicas, % de materia seca			
Cenizas	4,4	4,9	5,7
Almidón	8,2	4,7	2,9
Extracto etéreo	5,4	4,3	5,1
Proteína bruta	28,2	36,2	35,8
Fibra bruta	8,3	7,8	9,5
Composición en aminoácidos (AA), % de proteína bruta			
AA esenciales	41,5	33,0	28,0
Lisina	2,8	2,3	1,0
Treonina	3,6	3,0	2,8
Metionina + cistina	4,0	3,3	2,9
Digestibilidad de la energía, %	76	70	60
Valor energético, MJ/kg MS (cerdos crecimiento)			
ED	16,9	14,5	12,6
EM	15,8	13,5	11,7
EN	9,3	8,3	7,0
Digestibilidad de aminoácidos, % ³			
AA esenciales	77	82	66
Lisina	62	69	24
Treonina	70	79	64
Metionina + cistina	77	81	59

¹ Adaptado de Stein et al., 2006 (n=10).

² Adaptado de Cozannet et al., 2010 (7 productos claros y 3 productos oscuros).

³ Digestibilidad ileal estandarizada.

nos importantes en el caso de las cerdas adultas (la bibliografía disponible es escasa). El "bonus" también puede modificarse por parte del nutricionista cuando el valor energético de los ingredientes EvaPig® se considera que está subestimado. De igual modo, puede usarse un valor negativo cuando se considere que los valores propuestos están sobreestimados. Esta corrección se aplica al valor ED y modifica automáticamente los valores EM y EN.

La segunda utilidad del programa EvaPig® es la estimación de los valores de energía, proteína y minerales de ingredientes que no se encuentran en las tablas, o de piensos compuestos cuya composición en ingredientes es desconocida; para ello se utilizan únicamente criterios químicos y ecuaciones (y coeficientes) genéricos. Para los valores energéticos, el proceso de cálculo predice la energía bruta, digestibilidad de la energía, EM/ED y EN/EM. El programa EvaPig® también proporciona por defecto coeficientes de digestibilidad para los aminoácidos que pueden ser modificados por el usuario. Sin embargo, aunque son de gran interés práctico, las ecuaciones genéricas son menos precisas y no pueden tener en cuenta efectos específicos de al-

gunos ingredientes, tales como la presencia de factores antinutritivos o el tipo de estructura de la pared celular.

La tercera función del programa es el cálculo de los valores nutritivos de los piensos a partir de su composición en alimentos. Para piensos elaborados a partir de la lista de ingredientes, los valores químicos y nutritivos se calculan como una media ponderada a partir de sus niveles de incorporación y su contenido en materia seca; se supone que no existen interacciones. Para el cálculo del fósforo digestible, se tiene en cuenta la presencia y la cantidad de fitasa endógena y/o exógena junto con la forma de presentación (harina o gránulo).

En conclusión, el programa EvaPig® constituye una herramienta para la estimación del valor nutritivo de los piensos de ganado porcino en función de las características químicas de los elementos. Es por tanto utilizable por la industria de piensos para generar valores nutritivos en partidas sucesivas de ingredientes. También puede utilizarse para la enseñanza de los conceptos nutritivos utilizados para valoración de alimentos. Finalmente, el programa hasta

ahora está disponible en 13 idiomas diferentes, incluido el chino, tiene una base de datos de alrededor de 120 alimentos; los valores para nuevos ingredientes y su traducción a otros idiomas se implementarán progresivamente.

» Nuevos aspectos de valoración de alimentos

Los alimentos se caracterizan generalmente por su valor nutritivo expresado como la cantidad de energía, aminoácidos y, en menor extensión, de minerales disponibles para los animales. Los métodos, conceptos y su utilización práctica han sido ilustrados anteriormente. Sin embargo, deben desarrollarse nuevos métodos en orden a mejorar los sistemas tradicionales y para utilizar menos animales ajustándose a los nuevos límites éticos. Además, los alimentos deberán considerarse en el futuro como soluciones para controlar la salud de los cerdos, su bienestar o su impacto sobre el medio. Estas características de los alimentos "no nutritivos" son todavía bastante desconocidas y se requieren nuevos conocimientos para mantener/mejorar la sostenibilidad y la imagen de la producción porcina.



Fotos: AXON COMUNICACIÓN

Aspectos metodológicos

El valor nutritivo de los piensos compuestos puede deducirse por la suma de la contribución de los diferentes nutrientes de los alimentos y asumiendo que no existen interacciones, ni influencia del nivel de inclusión de los ingredientes. En la mayor parte de los casos estos supuestos son correctos. Sin embargo, en algunas situaciones específicas existen interacciones a nivel digestivo y metabólico que pueden tener un efecto tanto positivo como negativo. Tales efectos son usualmente ignorados y se precisa un mayor grado de conocimiento de los mismos.

Los métodos de valoración de alimentos son bastante variables y más o menos complejos. Por un lado, es más sencillo, barato y rápido, pero menos preciso, usar valores medios de Tablas, al menos cuando la composición de los piensos en ingredientes es conocida. Sin embargo, esta composición puede ser desconocida o algún ingrediente utilizado puede no estar valorado o los ingredientes utilizados pueden tener una composición muy diferente a la reportada en las Tablas. Deben desarrollarse por tanto alternativas al uso de Tablas generales o de las determinaciones *in vivo*. Una primera opción es el uso de ecuaciones de predicción del valor energético o proteico; algunas ecuaciones para piensos compuestos basadas en composición química están disponibles en la literatura (Le Goff y Noblet, 2001) y el programa EvaPig presentado anteriormente contiene ecuaciones que pueden usarse para ingredientes. Una segunda opción es el uso de métodos *in vitro* que simulan la digestión en pasos sucesivos; un método de este tipo para estimar el valor energético de piensos de porcino ha sido propuesto recientemente por Noblet y Jaguelin-Peyraud (2007). Desafortunadamente, la predicción del valor nutritivo (ED, AA digestibles, etc.) por este método es complicada y su valor depende de la calidad o del tamaño de la base de datos usada en la calibración.

En conclusión, los métodos para predecir el valor nutritivo de los piensos de porcino, y más generalmente de los alimentos animales, necesitan ser mejorados al objeto de predecir con rapidez, bajo coste y precisión todas las características de un alimento incluyendo los criterios de valoración nutritiva. En este contexto, el impacto de las tecnologías (tamaño de partícula, tratamiento térmico, enzimas, etc.) sobre estos valores, representa una dificultad adicional. Al mismo tiempo, estos cambios en los métodos de valoración



Fotos AXON COMUNICACIÓN

contribuirán a resolver problemas de tipo ético asociados al empleo de animales para la valoración de alimentos.

Alimentación y salud

La salud de los animales es un gran desafío en la mayoría de los países en los que existe preocupación por el excesivo uso de antibióticos en la producción porcina. Alternativas tales como mejoras en el manejo o en el ambiente, la selección genética para resistencia a enfermedades o la utilización de aditivos no antibióticos (ácidos, enzimas, etc. Gallois et al., 2009) han sido estudiadas y pueden contribuir a mejorar la salud y la eficacia productiva en la producción porcina. Las características del alimento y, eventualmente, los efectos específicos de algunos ingredientes o de los constituyentes químicos pueden

también jugar un papel importante en el estatus sanitario de los animales (Bikker y Verstegen, 2010).

En primer lugar, se recomienda proporcionar una dieta que cubra las necesidades del animal y que contribuya a su salud y a su bienestar. Esto es crítico para el caso de los minerales, vitaminas y aminoácidos en ciertas situaciones que pueden darse en función de las limitaciones de uso de estos nutrientes por razones regulatorias, técnicas o económicas. Esto puede generar un riesgo de deficiencias o desequilibrios entre nutrientes.

En segundo lugar, una proporción importante de los problemas sanitarios en la producción porcina están relacionados con patologías digestivas, especialmente en el momento del destete (Lallés et al., 2009). La mayor parte de los problemas ocurren en el



Fotos AXON COMUNICACIÓN



Fotos AXON COMUNICACIÓN

intestino grueso en correspondencia con la cantidad y calidad de la fibra de la dieta. Sin embargo, los resultados sobre el interés de la fibra son bastante controvertidos, aunque existe un progresivo consenso sobre el interés de utilizar niveles altos de fibra fermentable. Estas discrepancias están relacionadas con la insuficiente caracterización de la fibra, probables interacciones positivas o negativas con el resto de la dieta y a la escasez de conocimientos sobre la biología de la flora digestiva (Bikker y Verstegen, 2010). En conclusión, esta área de investigación merece más estudios básicos para proponer soluciones seguras y prácticas para mejorar la salud intestinal en cerdos, especialmente durante la fase post-destete.

Alimentación y bienestar

El bienestar de los animales criados en sistemas intensivos se ha convertido en un tema cada vez más importante y diferentes propuestas de manejo o alojamiento que contribuyen a mejorarlo se han ido implementando progresivamente. También se han propuesto cambios en las características del alimento con el mismo objetivo. El estado de producción más crítico corresponde a la gestación de las cerdas que son alimentadas de forma restringida; su saciedad y desórdenes de

comportamiento pueden regularse modificando las características de la dieta. De nuevo, la mayor parte de los efectos significativos observados se asocian a la adición de fibra, siendo especialmente importantes cuando se utiliza pulpa de remolacha (Brouns et al., 1995). Otras fuentes de fibra o combinaciones de fuentes de fibra pueden también ser útiles para modificar el comportamiento de las cerdas gestantes (Ramonet et al., 2000; De Leeuw et al., 2005). En conjunto, hay un consenso generalizado sobre el uso de dietas ricas en fibra en cerdas gestantes, interés que se enfatiza por la alta capacidad de estos animales para digerir la fibra (ver apartado anterior). Sin embargo, la cuantificación de este efecto de la fibra sobre el bienestar y el comportamiento está todavía insuficientemente documentada, especialmente para el efecto de diferentes fuentes de fibra sobre las propiedades de la fibra presente en el contenido digestivo.

Alimentación y ambiente

La producción porcina, y más en general toda la producción ganadera, por un lado consume materias primas (cereales, harinas, forrajes, fósforo, etc.) para la producción de carne, leche, huevos, etc. Y por otra, genera efluentes, gases, etc. Que pueden contribuir a deteriorar el me-

dio ambiente. La ganadería, las industrias (incluyendo los biocombustibles) y los humanos son, por tanto, competidores por la utilización de las materias primas disponibles anualmente. La disponibilidad y la accesibilidad de algunos ingredientes para la producción animal puede por ello disminuir. En tales circunstancias, el valor nutritivo tiene una importancia limitada en la formulación de las dietas, mientras que criterios de tipo socio-económico se convierten en más relevantes. La posibilidad de alimentar los cerdos (y los animales monogástricos, en general) con una mayor capacidad para digerir subproductos con un alto contenido en fibra.

Las especificaciones de la dieta pueden contribuir de forma importante a una reducción del impacto ambiental de la producción animal. Se ha realizado mucha investigación en orden a reducir los niveles de nitrógeno (con el uso de AA sintéticos), fósforo (con el uso de fitasas) o de macrominerales específicos (Cu, Zn) en piensos. Sin embargo, las posibilidades prácticas pueden estar limitadas por razones técnicas, regulatorias o económicas. Las características del pienso pueden también alterar los niveles de otras sustancias relacionadas con la contaminación del aire, el agua o el suelo. Un ejemplo lo constituyen las emisiones de amoníaco, que son altamente dependientes de la ruta (heces u

orina) de la excreción de nitrógeno en los animales. De nuevo, un incremento en el suministro de fibra en el pienso de ganado porcino, reduce la producción de urea y aumenta el crecimiento bacteriano con la subsiguiente disminución de la producción de amoníaco (Canh et al., 1998). De forma más general, es el momento de evaluar el impacto global de cada ingrediente y de cada pienso sobre el ambiente. La metodología "Life Cycle Assessment" ha sido desarrollada con este propósito (Basset-Mens y van der Werf, 2005; de Vries y de Boer, 2010). Desafortunadamente, la cuantificación de este impacto global es bastante compleja, está basada en hipótesis controvertidas y todavía no es lo suficientemente precisa para diferenciar entre distintas estrategias de alimentación.

Conclusiones

Este trabajo de revisión indica que se han desarrollado nuevas herramientas para la estimación del valor nutritivo de los piensos (energía neta, aminoácidos digestibles) en los últimos años y que ya han sido implementadas para poder ser utilizadas en la práctica; se han propuesto tablas de alimentos y sistemas de cálculo. Todavía existe cierta incertidumbre acerca



Fotos AXON COMUNICACIÓN

del efecto de los tratamientos tecnológicos sobre el valor nutritivo de los alimentos. Otro desafío importante consiste en proponer nuevos métodos que permitan una evaluación más rápida, barata, precisa y ética (p. ej. menos y menos animales) de los alimentos para el ganado porcino: deberían ser evaluados los métodos *in vitro* y NIRS. Finalmente, las funciones "no nutricionales" de los piensos, tales como la mejora del bienestar o la salud de los

animales, o la reducción del impacto de la producción porcina sobre el medio ambiente han de ser progresivamente cuantificadas; desde ese punto de vista, la fibra de la dieta, que es bastante "inerte" en términos de proporcionar nutrientes al animal debería ser más estudiada en el futuro, unido a la creciente disponibilidad de coproductos y la mayor competencia con otros usos de las materias primas convencionales utilizadas en piensos.

Levadura viva para cerdas y lechones

El secreto de mi bienestar interior es gracias a mi madre.



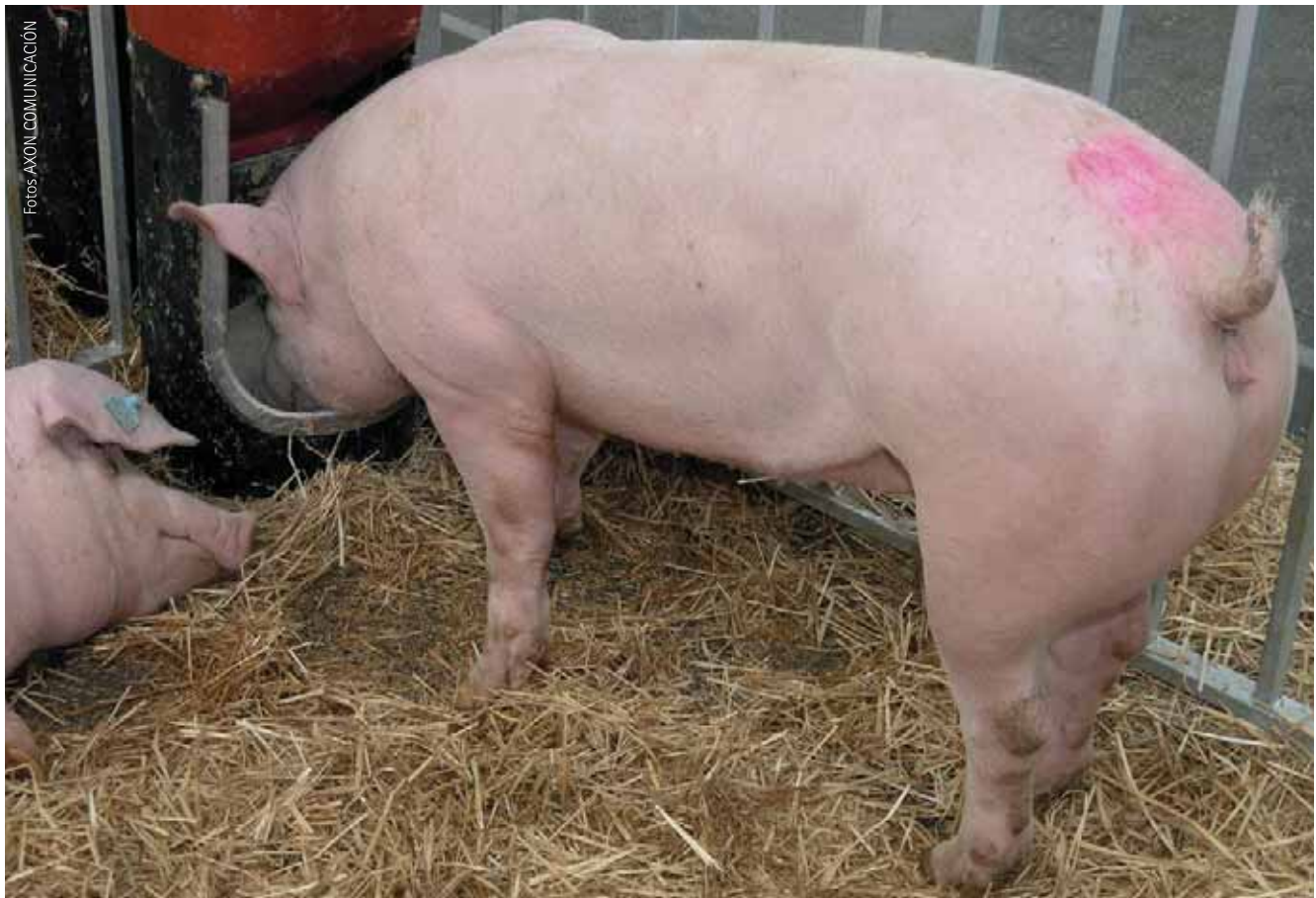
Levucell® SB - *Saccharomyces cerevisiae boulardii* I-1079* :

- protege la fase de parto (menos pérdida de peso, mejora la ingestión),
- proporciona mejor confort para la cerda en la fase del parto (reduce el estrés),
- asegura lechones vigorosos y sanos,
- mejora la homogeneidad de la camada al destete.

*Autorizado UE para cerdas y lechones (E1703).

Referencias

- AFZ, AJINOMOTO EUROLYSINE, AVENTIS ANIMAL NUTRITION, INRA, ITCF (2000). AMIPIG. STANDARDISED ILEAL DIGESTIBILITY OF AMINO ACIDS IN FEEDSTUFFS FOR PIGS. AFZ, PARIS (WWW.FEEDBASE.COM/AMIPIGS).
- BASSET-MENS, C Y VAN DER WERF, H.M.G (2005). AGRIC, ECOSYST. ENVIRONM. 105: 127-144.
- BIKKER, P. Y VERSTEGEN, M. (2010). EN: ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION. EAAP N° 127, ED. M. CROVETTO, WAGENINGEN ACADEMIC PUBLISHERS, WAGENINGEN, PP. 573-582.
- BROUNS, F, EDWARDS, S.A Y ENGLISH, P.R. (1995). ANIM. FEED SCI. TECHNOL 54: 301-313.
- CANH, T.T, SUTTON, A.J, AARNINK, A.J, VERSTEGEN, M.W., SCHRAMA, J.W. Y BAKKER, G.C. (1998). J. ANIM. SCI. 76: 187-1895.
- COZANNET, P., PRIMOT, Y., GADY, C., MÉTAYER, J.P., CALLU, P., LESSIRE, M., SKIBA, F. Y NOBLET, J. (2010). ANIM. FEED SCI. TECHNOL 158: 177-186.
- COZANNET, P., PRIMOT, Y., GADY, C., MÉTAYER, J.P., LESSIRE, M., SKIBA, F. Y NOBLET, J. (2010). J. ANIM. SCI. 88: 2382-2392.
- DE LEEUW, J.A., ZONDERLAND, J.J., ALTEA, H., SPOOLDER, H.A.M., JONGBLOED, A.W. Y VERSTEGEN, M.W.A. (2005). APPL. ANIM. BEHAV. SCI. 94: 15-29.
- DE VRIES, M. Y DE BOER, I.J.M. (2010). LIVEST. SCI. 128: 1-11.
- EVAFIG. (2008). A CALCULADOR OF ENERGY, AMINO ACID AND PHOSPHORUS VALUES OF INGREDIENTS AND DIETS FOR GROWING AND ADULT PIGS. WWW.EVAFIG.COM
- GALLOIS, M., ROTHKOTTER, H.J., BAILEY, M., STOKES, C.R. Y OSWALD, I. (2009). ANIMAL 3: 1644-1661.
- GUILLOU, D. Y LANDEAU, E. (2000). PROD. ANIM. 13: 137-145.
- LAHAYE, L., GANIER, P., THIBAUT, J.N., RIOU, Y. Y SÈVE, B. (2008). ANIM. FEED SCI. TECHNOL 141: 287-305.
- LALLÈS, J.P., BOSIS, P., JANCZYK, P., KOPMANS, S.J. Y TORRALARDONA, D. (2003). ANIMAL 3: 1625-1643.
- LE GALL, M., WARPECHOWSKI, M., JAGUELIN-PEYRAUD, Y. Y NOBLET, J. (2009). ANIMAL 3: 352-359.
- LE GOFF, G. Y NOBLET, J. (2001). J. ANIM. SCI. 79: 2418-2427.
- LE GOFF, G., VAN MILGEN, J. Y NOBLET, J. (2002A). ANIM. SCI. 74: 503-515.
- LE GOFF, G., DUBOIS, S., VAN MILGEN, J. Y NOBLET, J. (2002B). ANIM. RES. 51: 245-259.
- NOBLET, J., SHI, X.S. Y DUBOIS, S. (1993A). BR. J. NUTR. 70: 407-419.
- NOBLET, J., FORTUNE, H., SHI, X.S. Y DUBOIS, S. (1994A). J. ANIM. SCI. 72: 344-354.
- NOBLET, J., SHI, X.S. Y DUBOIS, S. (1994B). J. ANIM. SCI. 72: 648-657.
- NOBLET, J., BONTEMPS, V. Y TRAN, G. (2003). PROD. ANIM. 16: 197-210.
- NOBLET, J. Y CHAMPION, M. (2003). J. ANIM. SCI. 81 (SUPPL.1): 140.
- NOBLET, J. Y VAN MILGEN, J. (2004). J. ANIM. SCI. 82: 229-238.
- NOBLET, J., SÈVE, B. Y JONDREVILLE, C. (2004A). EN: TABLES OF COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF FEED MATERIALS: PIGS, POULTRY, CATTLE, SHEEP, GOATS, RABBITS, HORSES, FISH (ED. D. SAUVANT, J.M. PEREZ AND G. TRAN). WAGENINGEN ACADEMIC PUBLISHERS, WAGENINGEN AND INRA EDITIONS, VERSAILLES. PP. 25-35.
- NOBLET, J., SÈVE, B. Y JONDREVILLE, C. (2004A). EN: TABLAS DE COMPOSICIÓN Y DE VALOR NUTRITIVO DE LAS MATERIAS PRIMAS DESTINADAS A LOS ANIMALES DE INTERÉS GANADERO: CERDOS, AVES, BOVINOS, OVINOS, CAPRINOS, CONEJOS, CABALLOS, PECES. (ED. D. SAUVANT, J.M. PEREZ AND G. TRAN). EDICIONES MUNDI PRENSA, MADRID. PP. 25-35.
- NOBLET, J. (2006). EN: RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION 2005. EDS. P.C. GARNSWORTHY AND J. WISEMAN, NOTTINGHAM UNIVERSITY PRESS, NOTTINGHAM. PP. 1-26.
- NOBLET, J. Y JAGUELIN-PEYRAUD, Y. (2007). ANIM. FEED SCI. TECHNOL 134: 211-222.
- NOBLET, J. Y JAGUELIN-PEYRAUD, Y. (2008). J. ANIM. SCI. 86 (SUPPL.2): 574.
- NOBLET, J., JAGUELIN-PEYRAUD, Y., QUEMENEUR, B. Y CHESNEAU, G. (2008). JOURNÉES RECH. PORCINE EN FRANCE. 40: 203-208.
- NOBLET, J., VALANCOGNE, A., TRAN, G. Y PRIMOT, Y. (2009). FEED MIX. 17 (3): 10-12.
- RAMONET, Y., ROBERT, S., AUMAITRE, A., DOURMAD, J.Y. Y MEUNIER-SALAUN, M.C. (2000). ANIM. SCI. 70: 275-286.
- SAUVANT, D., PEREZ, J.M. Y TRAN, G. (2004). EN: TABLES OF COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF FEED MATERIALS: PIGS, POULTRY, CATTLE, SHEEP, GOATS, RABBITS, HORSES, FISH (ED. D. SAUVANT, J.M. PEREZ AND G. TRAN). WAGENINGEN ACADEMIC PUBLISHERS, WAGENINGEN AND INRA EDITIONS, VERSAILLES.
- SKIBA, F., NOBLET, J., CALLU, P., EVRARD, J. Y MELCION, J.P. (2002). JOURNÉES RECH. PORCINE EN FRANCE. 34: 67-74.
- STEIN, H.H., GIBSON, M.L., PEDERSEN, C. Y BOERSMA, M.G. (2006). J. ANIM. SCI. 84: 853-860.
- STEIN, H.H., SÈVE, B., FULLER, M.C., MOUGHAN, P.J. Y DE LANGE, C.F.M. (2007). J. ANIM. SCI. 85: 172-180.
- VAN MILGEN, J., NOBLET, J. Y DUBOIS, S. (2001). J. NUTR. 131: 1309-1318.



Fotos: AXON COMUNICACIÓN