

## NOVEDADES EN ALIMENTACIÓN DE LECHONES

S.J. Tibble<sup>1</sup>, D.R. Cook<sup>2</sup>, A. Balfagon<sup>1</sup> y T. van Kempen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SCA Ibérica, Provimi

<sup>2</sup>Akey, North American Nutrition Companies, Provimi

<sup>3</sup>Provimi Research y Innovation Center, Brussels

### 1.- INTRODUCCIÓN

Los pesos al destete y durante las semanas posteriores representan un factor determinante en la predicción de la eficiencia productiva posterior (Wolter y Ellis, 2001). Asimismo, la ganancia de peso (y, en consecuencia, el consumo) en la primera semana después del destete, y el propio peso al destete son dos factores de efectos aditivos que explican el 80% de la variabilidad del peso a los 20 días postdestete y el 34% de la misma a los 118 días de vida (Miller et al., 1999; Ilsley et al., 2003). Lawlor y colaboradores (2002) señalaron además que el tipo de dieta tras el destete puede afectar significativamente a la relación entre el peso al nacimiento y el peso a matadero, recomendando dietas de alta densidad energética en las semanas siguientes al destete para influir de forma positiva en esta correlación. Los piensos durante esta fase contienen pues ingredientes de gran calidad lo cual encarece el coste de éstos, si bien representan tan solo el 3% de los costes totales de explotación, mas su correcta elección puede reducir en gran medida la variabilidad de pesos durante la fase de cebo.

La disponibilidad de algunas materias primas tradicionales, que habían conseguido mejorar los índices productivos de los lechones anteriormente señalados, ha disminuido sensiblemente durante los últimos meses y existe una creencia generalizada de que esta situación no es algo pasajero. La creciente demanda de alimentos de los países asiáticos, la competencia del sector de alimentación humana y la pujante producción de biocarburantes están haciendo revisar nuestra filosofía tradicional de formulación para poder mantener los costes de los piensos, especialmente en las primeras edades donde son, de por si, más altos que en el resto del ciclo productivo. El mercado obliga pues a la industria de fabricación de piensos a buscar alternativas a los productos lácteos así como a hacer factible la utilización de productos secundarios a la producción de biocarburantes tales como los DDGS o el glicerol.

Pero no es sólo este factor el que debe hacernos reflexionar sobre cómo formulamos nuestros piensos; las dietas en porcino y avicultura están basadas en cereales (o sus subproductos) y oleaginosas, por lo que el componente principal es el almidón, que puede representar un 30-50% de la dieta final. La naturaleza del almidón, incluyendo el ratio amilosa/amilopectina, su cristalinidad, la matriz proteica que engloba los gránulos amiláceos, así como el enlace proteína – almidón, tienen efectos relevantes en la velocidad y el grado de digestión de éste (Stevnebo et al., 2006). La velocidad de digestión afecta también a los niveles sanguíneos de glucosa y a la consiguiente secreción de insulina (Björck et al., 2000) y, como es bien sabido, la insulina y la disponibilidad de glucosa constituyen señales metabólicas básicas para la salud y el crecimiento del animal. Sin embargo, a pesar de la importancia del almidón, se sabe muy poco acerca de las características intrínsecas de su digestión y de los efectos que ésta tiene en el animal.

## 2.- ALMIDÓN: UNA MIRADA MÁS ALLÁ DE SU PAPEL ENERGÉTICO

La molécula de almidón consta de dos tipos de polímeros de glucosa, amilosa y amilopectina (muy ramificada esta última). Estos polímeros se encuentran dentro de gránulos que pueden manifestar una forma cristalina o amorfa, los cuales, a su vez, se engloban dentro de una matriz proteica. Durante la digestión, el almidón se convierte en glucosa, que es rápidamente absorbida por el animal y utilizada como fuente de energía (consultar Buléon et al., 1998; Vandeputte y Delcour, 2004, para un mayor entendimiento de la estructura del almidón).

Tanto Berry (1986) como Englyst et al. (1992) han clasificado el almidón en tres fracciones de acuerdo a comportamiento durante la digestión enzimática *in vitro*. El procedimiento (de Englyst) seguido para esta determinación se resume de la siguiente manera: Un gramo de cereal es molido a 1 mm, incubado durante 45 minutos a pH 2 en una solución tampón que contiene pepsina, para después neutralizarla y añadir pancreatina, invertasa y amiloglucosidasa. Una alícuota de este medio es tomada a los 20, 60, 120 y 240 minutos para análisis de glucosa. Basado en este método, la clasificación sería: *Almidón rápidamente digestible* (RDS, siglas en inglés), convertido en glucosa en los 20 primeros minutos, que se compone fundamentalmente de la forma amorfa; *Almidón lentamente digestible* (SDS), hidrolizado a los 20- 120 minutos; y *almidón resistente* (RS), que no es hidrolizado tras 120 minutos de incubación, por lo que se entiende que no es digerido en el intestino delgado y puede ser utilizado por la microflora del intestino grueso. Los citados autores propusieron un modelo *exponencial* en el que la hidrólisis de glucosa depende de un valor plató o liberación máxima (expresado como porcentaje de la muestra) así como de un exponente “k” que describe el ratio de liberación de glucosa por unidad de tiempo.

Van Kempen et al. (2007) han revisado este modelo usando 350 muestras de cereales tanto crudos como procesados térmicamente procedentes de varios países. Su trabajo revela que la curva descrita por Englyst y colaboradores no siempre se corresponde con la verdadera cinética de degradación del almidón, especialmente si en el ensayo se incluyen más puntos de muestreo durante los primeros 20 minutos de incubación. Así, para

cereales como el trigo, la curva es claramente sigmoidea durante su primer tramo (figura 1). Esta variación puede ser incorporada al modelo citado añadiendo un segundo exponente, de acuerdo al modelo Chapman-Richards (Ej., Fekedulegn et al., 1999). La asignación de este comportamiento sigmoidal en los patrones de degradación del almidón tiene un gran impacto en la clasificación propuesta por Englyst y merece un estudio exhaustivo del tema.

Una posible explicación para la forma sigmoidea de la curva de degradación del almidón es que sus gránulos son digeridos de “dentro a afuera”. Por este motivo, las enzimas digestivas necesitan acceder en primer lugar al centro del gránulo (a través de los poros ya existentes o a los canales formados por la amilasa). Una vez en el interior, las enzimas pueden iniciar la digestión de la amilopectina. Debido a la estructura ramificada de ésta, el sustrato disponible aumenta conforme la digestión avanza (Gallant et al., 1997; Zhang et al., 2006). El procesamiento térmico de los cereales puede afectar este mecanismo ya que el almidón pasa a un estado semilíquido a altas temperaturas, lo que puede resultar en una reorganización del material, especialmente si se aplica presión al mismo tiempo. Sin embargo, algunas de estas formas de procesado permiten que la organización del gránulo vuelva a su estado original tras el procesado, por lo que el mencionado mecanismo “de dentro a afuera” puede mantenerse (van Kempen et al., 2007).

El trigo, que se ha citado como ejemplo de una curva de degradación del almidón más sigmoidea (figura 1), puede tener efectos diferentes a otros cereales sobre el nivel de glucosa en sangre, ya que si nos fijamos en la glucosa liberada por minuto (figura 2), responde a un patrón claramente distinto de la de maíz o arroz. Este ratio por minuto correspondería a lo que el animal experimenta de forma fisiológica en su intestino delgado. Una velocidad de liberación mayor se corresponde pues con un nivel de glucosa en sangre más alto. Estos niveles de glucosa sanguínea afectan a la secreción de insulina, que a su vez altera los patrones de ingestión de alimento y la eficiencia de utilización de los nutrientes. Así, altos niveles de insulina estimularían la conversión de glucosa en grasa, produciendo lechones más grasos y perjudicando su índice de conversión. Por lo tanto, basándonos en los resultados de la hidrólisis de almidón *in vitro*, podemos estimar los niveles de glucosa e insulina en sangre y la eficiencia de utilización de los nutrientes.

En el campo de la alimentación humana, los alimentos ricos en almidón son generalmente clasificados en base a su índice de glicemia. Éste expresa el perfil de glucosa en sangre durante las 2 horas que siguen a la ingestión de una cantidad establecida (generalmente 50 g) de una fuente de glucosa (Jenkins et al., 1981). Han sido numerosos los estudios desde entonces que han confirmado la relación existente entre índice de glicemia y liberación de insulina (Björck et al., 2000). Van Kempen y colaboradores utilizaron la liberación máxima de glucosa, según la curva antes propuesta, como una medida del índice de glicemia. La figura 3 muestra esos resultados relativos a los resultados obtenidos en maíz sin tratar. La avena obtuvo un mayor índice glicémico que el maíz, y los tratamientos térmicos provocaron que los índices de glicemia de los distintos cereales fueran muy similares, y aproximadamente el doble que el del maíz crudo.

Figura 1.- Patrones de hidrólisis *in vitro* de almidón típicos de maíz, arroz y trigo.

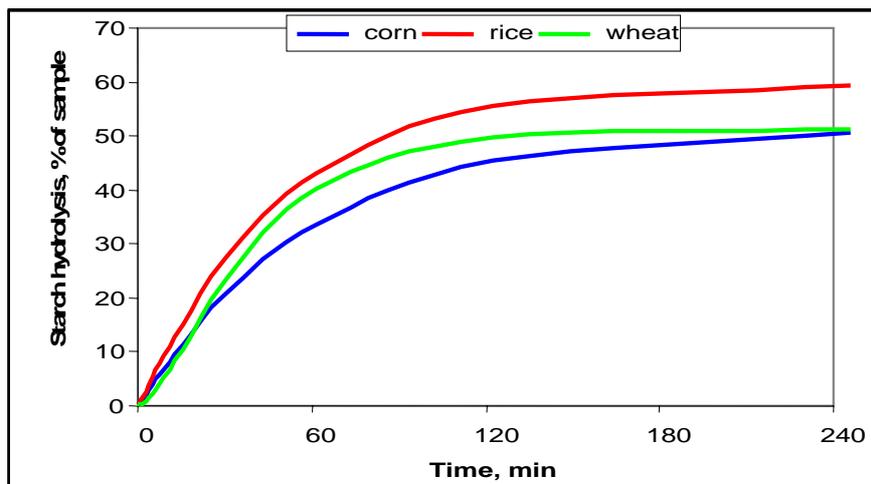


Figura 2.- Liberación de glucosa por minuto de maíz, arroz y trigo (digestión *in vitro*).

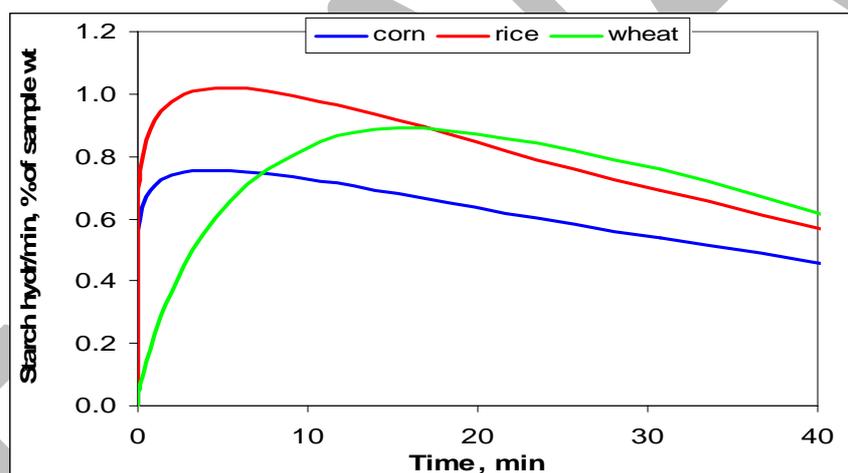
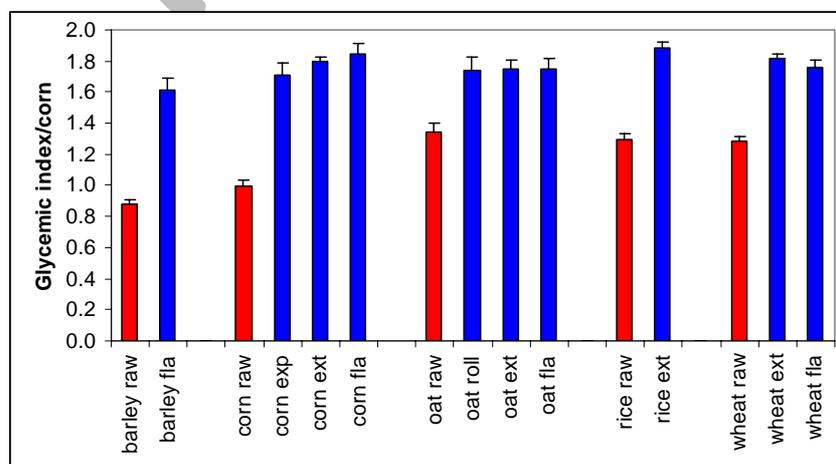
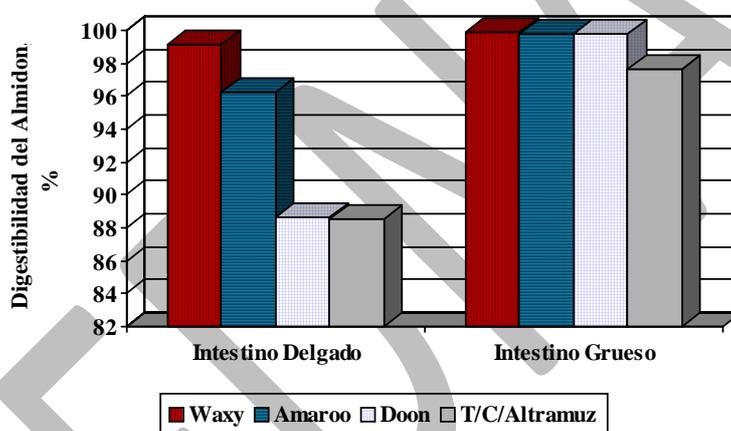


Figura 3.- Índice de glicemia de diversos cereales con respecto a maíz crudo (basado en la curva de degradación de glucosa propuesta por van Kempen et al., 2007).



Pero la cuestión más importante es si los datos *in vitro* se corresponden con la realidad de lo que ocurre en el animal. Ensayos llevados a cabo por Pluske et al. (2007) con tres variedades de arroz demuestran que la estructura y composición del almidón presente en la dieta son factores que determinan su digestibilidad en los distintos tramos del intestino (figura 4). Se aprecia que las variedades de arroz “long grain”, como la Doongara, no son digeridas completamente en el intestino delgado y alrededor de un 12% alcanza el intestino grueso (45 días de edad, 14 días postdestete) donde son, por lo tanto, utilizadas como sustrato fermentable por la flora bacteriana de ciego y colon. Consumo y ganancia media diaria fueron similares para los tres grupos de cerdos, lo que implica que si hubo un efecto positivo sobre el sistema inmunitario, éste no se manifestó debido probablemente a las buenas condiciones sanitarias presentes en la estación experimental.

**Figura 4.- Digestibilidad de diferentes variedades de arroz en función del tipo de almidón (adaptado de Pluske et al., 2007).**

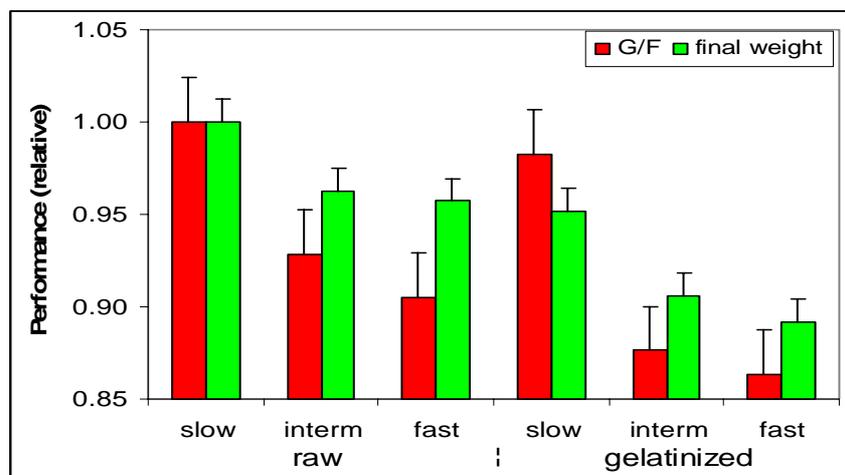


T/C/Altramuz: Mezcla de trigo, centeno y altramuz.

Una evaluación más práctica se desarrolló en la granja de experimentación de SCA Ibérica (figura 5), en el que se testaron seis tipos de almidón (tres de ellos crudos y el resto gelatinizados), y donde se aprecia un aumento en el peso final de los lechones así como en el índice de transformación (hasta un 14% de mejora) conforme la digestibilidad del almidón es más lenta. Las muestras de heces revelaron que el 100% del almidón había sido digerido y evidenciaron que el almidón de digestibilidad lenta no provocó heces húmedas sino un aumento de la fermentación en intestino grueso.

Basado en estos datos podemos concluir que las dietas que contengan almidones de digestibilidad lenta son más adecuadas para lechones postdestete debido a que la hidrólisis de glucosa y su posterior absorción intestinal es más lenta y prolongada, por lo que la respuesta insulínica postprandial no es tan acusada. Esta afirmación concuerda además con los hallazgos de Weurding et al. (2003) y no debe entenderse como una crítica a la utilización de tratamientos térmicos para gelatinizar el almidón, puesto que éstos tratamientos afectan a muchas otras variables más allá de la cinética de degradación del almidón, tal y como aclaran Doucet et al. (2007).

**Figura 5.- Evaluación de distintos tipos de almidón en función de su velocidad de absorción intestinal.**



Por ultimo, Spreeuwenberg et al. (2003) señalan que la integridad de la pared del intestino delgado no queda comprometida cuando una dieta con base en lactosa es sustituida por otra basada en glucosa o almidón, siempre y cuando la ingesta sea constante, ya que el consumo voluntario es uno de los factores determinantes en la integridad de las vellosidades intestinales en los días siguientes al destete. Es conveniente destacar no obstante que las dietas se administraron en forma semilíquida, lo que evita el estrés producido por el cambio a una dieta sólida. Éste y otros estudios (datos no presentados) hacen pensar que el conocimiento del almidón, sus fracciones y características antes y después de los distintos procesados térmicos, puede ser de vital importancia en la elaboración de dietas de primeras edades, especialmente si el mercado obliga a pensar en posibles reemplazantes de lactosa.

### 3 - PRODUCTOS LÁCTEOS. REEMPLAZAMIENTO DE LACTOSA

La lactosa ha sido considerada tradicionalmente, si no como un nutriente esencial en las dietas de lechones postdestete, como un elemento prácticamente irremplazable. El uso de productos lácteos (cuadro 1) tales como suero, leche en polvo descremada o concentrados de proteína de suero en dichas dietas es una práctica extendida a nivel global para estimular el consumo y ayudar en la transición a una dieta sólida, aunque los mecanismos de acción de la lactosa no siempre han quedado demostrados. Este aumento de consumo generado mediante la utilización de lactosa puede suponer hasta un 50% en comparación con dietas carentes o con bajos niveles de ésta, según Mahan et al. (2004).

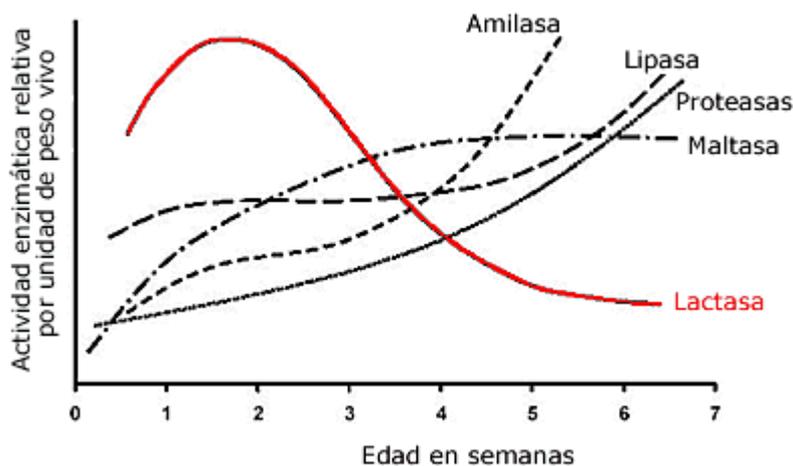
En el último tercio de 2003, los precios de los productos lácteos comenzaron a incrementarse debido en parte a una subida de la demanda por parte del sector de alimentación humana (ej. Barras proteicas). Los precios alcanzaron niveles sin precedentes en 2007 ya que el coste del suero dulce fue 2-2,5 veces mayor que en 2006. Con este fuerte incremento en los costes es lógico que la mayoría de los productores esté buscando alternativas a los productos lácteos.

**Cuadro 1.- Principales fuentes de lactosa (fuente: elaboración propia)**

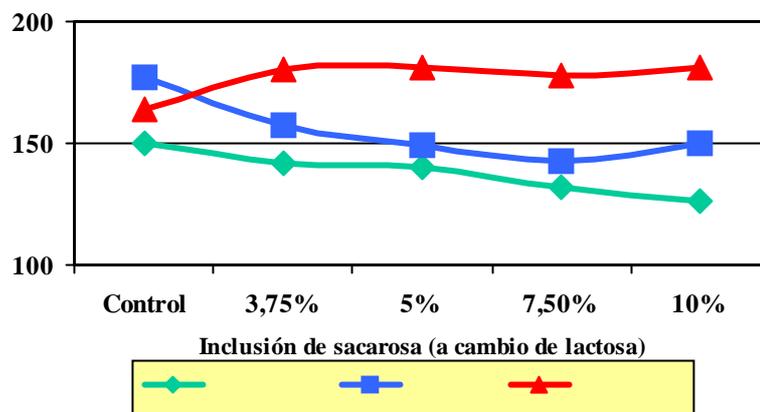
Materias Primas	Lactosa %	E. Digestible Kcal
Sueros ácidos o dulces	65 – 72	3.350-3.400
Permeato de lactosa	83 - 85	3.440
Sueros delactosados	35 – 45	3.650
Sueros reengrasados	35 - 45	5.975
Concentrados de proteína de suero	50	3.870
Leche desnatada	45 - 52	3.940

Históricamente, la lactosa ha sido vista como una fuente de energía altamente digestible y de gran palatabilidad en lechones. Algunas publicaciones de la última década sugieren que otros azúcares como la sacarosa podrían reemplazar a la lactosa en dietas post-destete (Mavromichalis et al., 2001), al menos en su fracción energética. Nuestros estudios han confirmado esta hipótesis, especialmente en las fases más tempranas, cuando la sacarosa puede sustituir hasta el 50% de las necesidades de lactosa. Sin embargo, en fases más tardías (a partir del día 15° post-destete) la lactosa parece conferir un mejor índice de conversión comparado con la sacarosa, lo que sugiere un potencial estímulo del sistema inmunitario gracias a un posible efecto prebiótico, y que puede explicarse debido al descenso en la actividad enzimática de la lactasa (figura 6), lo cual confirma la hipótesis de un mayor efecto fermentativo de la lactosa tras el destete. Estos mismos estudios señalan no obstante que la sustitución de lactosa (12,5% en el grupo control) por sacarosa únicamente produce una merma en los índices productivos de lechones destetados con menos de 5,5 kg (figura 7), sin que este efecto se manifieste en lechones mayores de 6,0 kg al destete (a las tres semanas de vida).

**Figura 6.- Evolución de la actividad de las enzimas gástricas post-destete (Kidder y Manners, 1980).**



**Figura 7.- Efecto de la sacarosa por grupos de peso (1 –11 días postdestete), (I+D SCA Ibérica).**



La fracción proteica del suero dulce, que es considerado como la fuente de lactosa por excelencia y que supone un 13% del mismo, aproximadamente, representa un elemento más a tener en cuenta cuando se estudia la sustitución de este ingrediente. En un estudio de SCA Ibérica (cuadro 2) con 900 lechones, la proteína presente en el suero dulce fue sustituida por soja extrusionada de alta calidad obteniendo unos datos productivos semejantes al grupo control (que contenía un 12,5% de suero dulce). Estos resultados indican que el componente proteico del suero de leche no es una fracción vital *per se* y que puede ser sustituida por otra fuente proteica, siempre y cuando ésta sea altamente digestible. Se aprecia también la diferencia entre los cerdos alimentados con suero dulce y aquellos que reciben el mismo aporte proteico en forma de caseína de suero durante las dos semanas posteriores al destete. Esta diferencia se diluye, no obstante, durante las cinco semanas siguientes.

**Cuadro 2.- Efectos productivos de la sustitución de la fracción proteica del suero dulce.**

	Suero Dulce	Caseína Suero	Permeato + Soja	Lactosa + Soja
<b>4-15 d postdestete</b>				
G.M.D.,g/d	225 ab(100)	201 b(89)	256 a(114)	249 a(111)
C.M.D., g/d	252 ab(100)	227 b(90)	272 a(108)	256 ab(102)
I. de T.	1,12 a(100)	1,13 a(101)	1,07 ab(95)	1,03 b(92)
<b>15-40 d postdestete</b>				
G.M.D., g/d	505 (100)	508 (101)	540 (107)	532 (105)
C.M.D., g/d	790 (100)	789 (100)	828 (105)	821 (104)
I. de T.	1,57 (100)	1,55 (99)	1,53 (98)	1,55 (99)

Entre paréntesis el porcentaje comparado con los cerdos alimentados con suero dulce.

Pierce et al. (2004) indicaron también que ciertas fuentes de fibra podrían ejercer satisfactoriamente algunos de los efectos beneficiosos de la lactosa. Sugieren pues que una parte del efecto de la lactosa se debe a su carácter prebiótico. El citado estudio comparó no obstante, 35 versus 17% de lactosa (sustituyendo el resto por fibra fermentable), siendo estos niveles de lactosa sustancialmente más elevados que los utilizados en la mayoría de

las dietas actuales. Si las fuentes de fibra fermentables pueden o no reemplazar los efectos beneficiosos de la lactosa está todavía por demostrar, pero no hay que olvidar que la inclusión de este tipo de ingredientes resta aporte energético a la dieta, y éste es un factor determinante en los piensos de primeras edades.

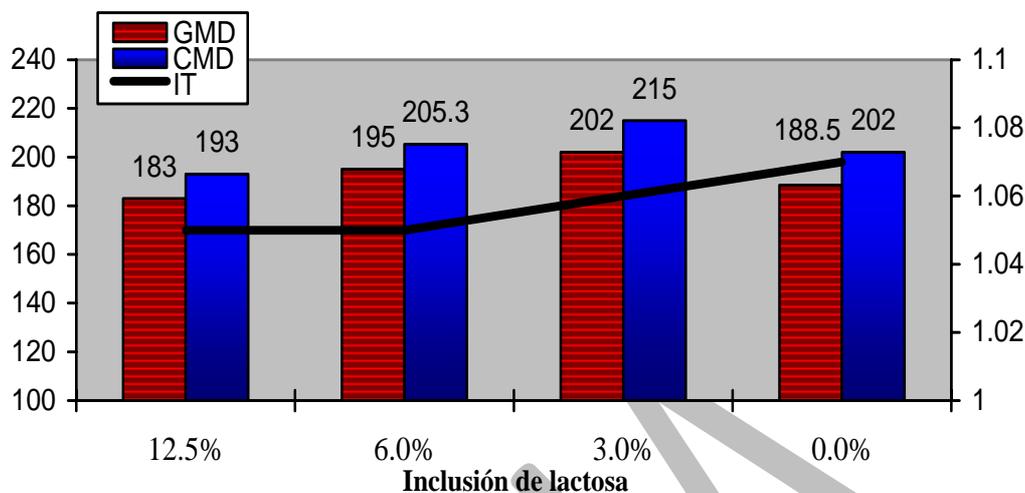
Datos generados en las instalaciones experimentales de Akey (Ohio), sugieren que la magnitud de la respuesta a la lactosa depende en gran medida del estado sanitario de los animales. En los estudios realizados con lechones sanos, con buen consumo y alimentados con dietas que contenían antibióticos, proteína de plasma y altos niveles de zinc y cobre, los requerimientos de lactosa parecen ser menores que en cerdos que soportaban condiciones sanitarias más estresantes y sin suplementar con niveles farmacológicos de zinc y cobre. Debe existir por lo tanto un beneficio para la flora intestinal más allá del papel de la lactosa como fuente energética altamente digestible.

Existen por otro lado evidencias de que los carbohidratos que contienen galactosa son absorbidos de forma preferente en el colon de los lechones durante la primera semana de vida (Murray et al., 1996). La absorción de lactosa a nivel de colon en el citado estudio no requirió de una fermentación previa y una posterior disociación de este disacárido, siendo absorbido intacto, sin la participación de cotransportadores de sodio y glucosagalactosa ni de canales de difusión pasiva. Si esta forma de absorción sigue presente en el lechón durante los días subsiguientes al destete, podría explicar por qué otros galactooligosacáridos ejercen efectos positivos sobre el crecimiento más allá de su función prebiótica, ya que supondrían una fuente alternativa de energía que no es disponible inmediatamente después de la ingesta y, por lo tanto, no tiene un efecto insulínico tan marcado como cuando la absorción se produce en intestino delgado.

Con los citados antecedentes, SCA Ibérica planteó un ensayo con 950 lechones destetados ( $21 \pm 1d$ ) en condiciones comerciales, en el que se comparó una dieta control que incluía un 12,5% de suero dulce con tres dietas en las que éste se sustituyó progresivamente por una combinación de sacarosa, almidones de degradación lenta, y prebióticos (figura 8). No existieron diferencias en consumo o ganancia de peso, incluso cuando la sustitución de lactosa fue del 100%.

Los resultados de este ensayo y otros posteriores demuestran que existe una alternativa factible técnica y económicamente a las dietas de primeras edades basadas en lactosa si en su reemplazamiento se tiene en cuenta el rol multifactorial de este disacárido.

**Figura 8.- Efecto sobre los índices productivos de la sustitución de lactosa por una mezcla de almidones de digestibilidad lenta, sacarosa, y prebióticos durante los 11 días siguientes al destete.**



#### 4.- ¿DDGS EN DIETAS DE PRIMERAS EDADES?

La demanda de biocombustibles continúa creciendo alimentada por las subvenciones gubernamentales y las iniciativas legislativas para proveer fuentes de energía renovables. En los Estados Unidos, la producción de etanol ha recibido importantes subsidios en forma de créditos blandos convirtiéndola en una producción atractiva. Los sustratos principales para la producción de etanol son la caña de azúcar y cereales como maíz, trigo o cebada. En EEUU, la gran mayoría de etanol se produce a partir de maíz debido a su bajo coste y abundancia en comparación con otros sustratos fermentables, mientras que en Europa, trigo y cebada constituyen las fuentes más abundantes.

Una tonelada de maíz puede derivar en 360 litros de etanol, 320 kg de dióxido de carbono y 320 kg de DDGS (Dried distiller's grains with solubles), aproximadamente. EEUU produce actualmente 23 billones de litros de etanol y 18,4 millones de toneladas de DDGS. Un 80% de estos es destinado a la alimentación de vacuno, en su mayor parte en forma líquida para evitar los costes de secado, de forma que sólo 3,7 millones de toneladas pueden utilizarse en porcino y avicultura. La cantidad de materia seca está probablemente sobreestimada debido a que algunas plantas de etanol todavía desechan destilados húmedos en tierras de cultivo. Aun así, la cantidad de material disponible es relevante y crece cada día, también dentro de la UE.

Según la Asociación de combustibles Renovables, hay 115 plantas de etanol en producción en EEUU y 79 más están en construcción. Así pues la cantidad de etanol disponible en el mercado continuará creciendo a medida que más plantas comiencen su producción. Se estima que la cantidad de etanol producido en este país se doblará en los próximos 2 años, consumiendo un 35% del maíz cultivado en la campaña de 2008, por lo que cada día son más los estudios enfocados a la utilización de DDGSs y glicerol en alimentación porcina.

Durante el proceso de fermentación, el almidón de maíz es fermentado a etanol mediante levaduras; el resto del grano es, en su mayoría, fibra, proteína, grasa y cenizas. El contenido en almidón del maíz es 66-70% así que la concentración de las fracciones restantes está triplicada en el producto final. El cuadro 3 muestra la composición nutritiva de DDGS según el NRC (1998). Además de los residuos del grano, la levadura usada (solubles) se añade usualmente al grano antes del secado, de manera que el producto final contiene tanto los residuos del grano como los solubles procedentes de la levadura.

**Cuadro 3.- Composición nutricional DDGS (NRC, 1998).**

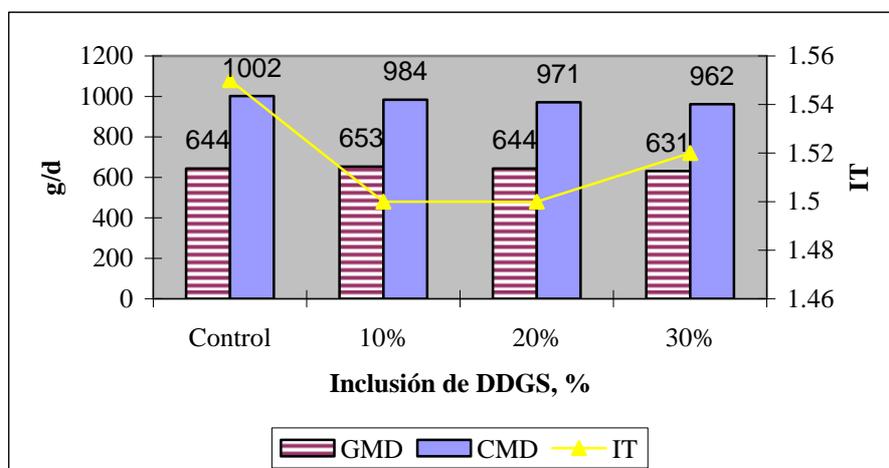
<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>
Humedad	7,0
PB, %	27,7
GB. %	8,4
FAD	16,3
FND	34,6
EM, Kcal/kg	2820

Los DDGS pueden servir como una fuente de nutrientes para cerdos muy efectiva pero, debido a varios factores, su inclusión potencial en la dieta es limitada. Entre estos factores destacan: 1) variación en el contenido de nutrientes y su digestibilidad; 2) variabilidad en el nivel de micotoxinas; 3) altos niveles de grasa insaturada; 4) alto nivel de fibra.

Muchos son los ensayos llevados a cabo en cerdos en crecimiento o cebo, mas existen escasos datos sobre los efectos de DDGS en dietas de primeras edades. La figura 9 ilustra los resultados de un estudio con 880 lechones en Akey, comparando una dieta starter estándar (maíz/soja) con dietas que incluían niveles crecientes de DDGS. Inclusiones de hasta un 30% de DDGS provocaron un descenso lineal ( $P < 0,01$ ) en consumo diario de pienso sin que esto afectara a la ganancia de peso (al menos hasta inclusiones del 20%), lo que se manifiesta en una evolución cuadrática ( $P < 0,05$ ) del índice de conversión. Un estudio posterior en las mismas instalaciones con 350 lechones destetados ( $18 \pm 1$  día) mostró resultados similares; durante la fase de transición los animales recibieron 4 dietas durante 44 días con niveles crecientes de DDGS de 5 a 15% que se compararon con un tratamiento control negativo. El crecimiento fue similar durante las cuatro fases, siendo el consumo diario menor ( $P < 0,05$ ) para los lechones alimentados con DDGS (605 vs 626 g/d).

Continuamos trabajando en la generación de datos acerca de DDGS en piensos para lechones puesto que la literatura es escasa y los resultados obtenidos hasta el momento son prometedores. Si tenemos en cuenta además la gran disponibilidad de este material en los años venideros, resultaría incomprensible tratar de formular este tipo de dietas sin, al menos, un 5% de este material.

**Figura 9.- Efecto sobre GMD, CMD e IT de la inclusión de DDGS en piensos de lechones (21-44 d postdestete).**



## 5.- GLICEROL. BUENAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES. DIFICULTADES TECNOLÓGICAS

El glicerol, autorizado como aditivo (E-422) en la UE según la disposición EC 1831/2003, constituye un ingrediente atractivo en la fabricación de piensos para lechones debido a su palatabilidad, su efecto antiséptico (Schröder y Südekun, 2003) y porque reduce la formación de polvo; su composición química es, sin embargo, muy variable, posee un exceso de cenizas (con altos niveles de Na, K, y Cl) y su aplicación en granuladora exige un buen sistema de inyección / pulverización.

Su alto valor energético contrasta con el escaso aporte de otros nutrientes, lo que hace un complemento ideal de otros subproductos de biocombustibles como los DDGS o los turtós. Es además precursor de glucosa, pero sin interferir con el flujo ileal de ésta. También hay que destacar que puede ser metabolizado en el organismo a través de diferentes rutas metabólicas, dependiendo del estado fisiológico del animal, y su eficiencia es mucho mayor cuando el animal afronta un balance de glucosa y energía negativos, lo que ocurre durante la semana que sigue al destete del lechón. Esta situación hace difícil evaluar con exactitud su contenido energético, que puede estimarse en alrededor de las 3386 kcal/kg ED para cerdos en transición, bastante inferior a los resultados para cerdos en crecimiento y cebo, que alcanzan las 3772 kcal/kg (con niveles de inclusión hasta el 10%), de acuerdo con un estudio de Lammers y colaboradores (2007) presentado en el pasado Midwest American Society of Animal Science meeting.

El creciente interés en este material ha suscitado numerosos estudios en los últimos años, pero muy poco se sabe de sus efectos en piensos de primeras edades, puesto que la mayoría se han llevado a cabo en los periodos de crecimiento y engorde, con gran interés sobre los efectos en la calidad de la canal. El crecimiento de 96 lechones alimentados con diferentes niveles de glicerol fue evaluado por Lammers y colaboradores (2007) en un

ensayo de 33 días de duración. Las dietas contenían 0, 5 y 10% de glicerol (ajustadas para ser isocalóricas e isolisínicas), respectivamente, y fueron suministradas a lechones destetados a 21 d y  $7,9 \pm 1,2$  kg. Las dietas no produjeron ninguna diferencia significativa en ganancia diaria o consumo por lo que los autores afirman que el glicerol puede ser utilizado en piensos de primeras edades sin perjuicio alguno de los índices productivos.

Del mismo modo, SCA Ibérica testó 930 lechones (cuadro 4), que fueron divididos en 6 grupos en los que se evaluaron niveles crecientes de inclusión de glicerol, comparados con unas dietas control típicas durante los 26 días siguientes al destete, incluyendo también un control positivo (basal + 1% inulina). No hubo diferencias significativas en consumo, ganancia diaria o índice de transformación en ninguna de las dietas, con la salvedad del control positivo y la dieta que incluía 1% de glicerol, que incluso mostraron una mayor ganancia de peso (278 y 284 versus 262 g/d, respectivamente).

**Cuadro 4.- Efecto de la inclusión de incrementos graduales de glicerol en dietas postdestete (1-26 d) sobre los índices productivos (n = 155/tratamiento)**

	CN	CN + INUL	1%	2%	3%	4%	P =
Peso inicial, kg	6,02	6,06	6,07	6,03	6,04	6,02	0,99
Peso final, kg	12,83	13,29	13,45	13,19	13,08	13,08	0,45
GMD, g/d	262 <sup>B</sup>	278 <sup>A</sup>	284 <sup>A</sup>	276 <sup>AB</sup>	271 <sup>AB</sup>	271 <sup>AB</sup>	0,05
CMD, g/d	358	374	373	367	369	365	0,84
IT	1,36	1,34	1,31	1,33	1,36	1,36	0,21

Cn: Dieta control; Inul: Inulina 1%.

Ambos estudios dan pie a la incorporación de glicerol en dietas de primeras edades, si bien esto requiere la instalación de sistemas de almacenamiento y dosificación especiales, de los que no todas las fábricas disponen en estos momentos.

## 6.- CONCLUSIONES

Está claro que el sector de fabricación de piensos, en general, y el de piensos para primeras edades en particular, atraviesa un momento de cambios en cuanto a la disponibilidad de materias primas y tiene, por lo tanto, la necesidad (o la oportunidad, visto desde otra óptica) de cambiar la filosofía tradicional en cuanto a formulación de dietas para lechones. Parámetros tales como almidón resistente, cinética de degradación del mismo, o índice de glicemia deberían ser introducidos en la matriz de formulación, igual que lo fueron en su día los aminoácidos más limitantes y su ratio respecto a la lisina y la proteína total. Conseguríamos con ello un mayor conocimiento del aporte energético de los cereales y de su eficiencia energética en las distintas fases.

Todo hace indicar además que los ingredientes de origen lácteo van a instalarse en unos precios prácticamente inaccesibles para la alimentación animal, pero hay pruebas

concluyentes de que existen alternativas viables técnica y económicamente si se tienen en cuenta los diferentes mecanismos de acción que hay detrás del efecto positivo del suero de leche.

Del mismo modo, la producción de biocombustibles, que tantos quebraderos de cabeza están generando en el sector, debe verse también como una fuente de nuevos materiales que, como hemos visto, son más que válidos desde el punto de vista nutricional, y pueden constituir una alternativa parcial a los cereales usados hasta el momento.

## 7.- REFERENCIAS

- BERRY, C.S. (1986) *J. Cereal Sci.* 4: 301-14.
- BJÖRCK, I., LILJEBERT, H. y OSTMAN, E. (2000) *Brit. J. Nutr.* 83 (suppl. 1): S149-S155.
- BULÉON, A., COLONNA, P., PLANCHOT, V. y BALL, S. (1998) *Int. J. Biol. Macromol.* 23: 85-112.
- DOUCET, F.J., WHITE., G., WISEMAN, J. y HILL, S.E. (2007) En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. P.C. Garnsworthy y J. Wiseman (eds). Nottingham University Press, Nottingham, Proceedings of the 40th University of Nottingham Feed Conference. pp. 313-330.
- ENGLYST, H.N., KINGMAN, S.M. y CUMMINGS, J.H. (1992) *European J. Clinical Nutr.* 46 (Suppl 2): S33-S50.
- FEKEDULEGN, D., MAC SIURTAÍN, M.P. y COLBERT, J.J. (1999) *Silva Fennica* 33: 327-336.
- GALLANT, D.J., BOUCHET, B. y BALDWIN, P.M. (1997) *Carb. polymers* 32: 177-191.
- ILSLEY, S.E., BROOM, L.J., MILLER, H.M. y TOPLIS, P. (2003) En: *Manipulating Pig Production IX*. J.E. Paterson (ed.). Australasian Pig Science Association, Werribee, Australia. p. 31
- JENKINS, D.J., WOLEVER, T.M., TAYLOR, R.H., BARKER, H., FIELDEN, H., BALDWIN, J.M., BOWLING, A.C., NEWMAN, H.C., JENKINS, A.L. y GOFF, D.V. (1981) *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 362-366.
- LAMMERS, P., HONEYMAN, M., KERR, B. y WEBER, T. (2007) *Growth y Performance of Nursery Pigs Fed Crude Glycerol*. Iowa State University Animal Industry Report.
- LAWLOR, P.G., LYNCH, P.B., CAFFREY, P.J. y O'DOHERTY, J.V.O. (2002) *Anim. Sci.* 75: 245-256.
- MAHAN, D.C., FASTINGER, N.D. y PETERS, J.C. (2004) *J. Anim. Sci.* 82: 2790-2797.
- MAVROMICHALIS, I., HANCOCK, J.D., HINES, R.H., SENNE, B.W. y CAO, H. (2001) *Anim. Feed Sci. Tech.* 93: 127-135.
- MILLER, H.M., TOPLIS, P. y SLADE, R.D. (1999) En: *Manipulating Pig Production VII*. P.D. Cranwell (ed.). Australasian Pig Science Association, Werribee, Australia. p. 130.
- MURRAY, R.D., AILABOUNI, A., HEITLINGER, L.A., LI, B.U., MCCLUNG, H.J., POWERS, P., GUTT, J. y KIEN, C.L. (1996) *Pediatr Res.* 39 (4 pt 1): 656-660.

- NRC (1998) *Nutrient requirements of swine*. (10th Ed.) National Academy Press, Washington DC.
- PIERCE, K.M., CALLAN, J.J., MCCARTHY, P. y O'DOHERTY, J.V. (2004) *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl.1): 25 (Abstr.).
- PLUSKE, J.R., MONTAGNE, L., CAVANEY, F.S., MULLAN, B.P., PETHICK, D.W. y HAMPSON, D.J. (2007) *Br. J. Nutr.* 97 (2): 298-306.
- SCHRODER, A. y SUDEKUM, K.H. (2003) En: *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress*. Canberra, Australia.
- STEVNEBO, A., SAHLSTROM, S. y SVIHUS, B. (2006) *Anim. Feed Sci. Techn.* 130: 23-28.
- VAN KEMPEN, T., PUJOL, S., TIBBLE S. y BALFAGON, A. (2007) En: *Paradigms in pig science*. J. Wiseman, M.A. Varley, S. McOrist y B. Kemp (Ed). p. 515-525.
- VANDEPUTTE, G.E., y DELCOUR, J.A. (2004) *Carb. Polymers* 58: 245-266.
- VENTE-SPREEUWENBERG, M.A.M., VERDONK, J.M.A.J., VERSTEGEN, M.W.A. y BEYNEN, A.C. (2003) *Br. J. Nutr.* 90: 5 907-913.
- WEURDING, R.E., ENTING, H. y VESTERGENT, M.W.A. (2003) *Poultry Sci.* 82: 279-284.
- WOLTER, B.F. y ELLIS, M. (2001) *Can. J. Anim. Sci.* 81: 363-369.
- ZHANG, G., VENKATACHALAM, M. y HAMAKER, B.R. (2006) *Biomacromolecules* 7: 3259-3266.

FEDONA