



La adaptación digestiva del lechón recién destetado: un reto extraordinario para el nutrólogo

La producción porcina moderna se caracteriza por realizar el destete del lechón de manera muy temprana, habitualmente entre antes de la 3ª y la 4ª semana de vida. En esas condiciones, el destete representa para el lechón un desafío extraordinario.

Rafael Gustavo Hermes y José Francisco Pérez. Grup de Nutrició, Maneig i Benestar Animal. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona. Grupo de Investigación en Nutrición, Manejo y Bienestar Animal. Universitat Autònoma de Barcelona.

La separación brusca de la madre, el transporte y el cambio en las condiciones ambientales son factores que inciden sobre el stress de los animales. Por otra parte, el cambio a la ración sólida y la necesidad de aprender a beber agua en los bebederos contribuyen a que los animales reduzcan su consumo de alimento, y presenten un periodo variable de anorexia durante los primeros días tras el destete. Durante este periodo la estructura y función de la mucosa intestinal se encuentra comprometida y el riesgo de sufrir

patologías digestivas se incrementa.

Tradicionalmente, el nutrólogo ha enfrentado el problema del destete mediante la incorporación de antimicrobianos en el pienso, entre ellos los antibióticos, aditivos o el óxido de Zn. Sin embargo, la complejidad de factores que intervienen en el destete aconseja tomar en consideración numerosos aspectos, como son el manejo y la alimentación. El objetivo de este capítulo será informar sobre la fisiología y microbiología del lechón. En este sentido, intentaremos buscar evidencias

que relacionen la presencia de algunos ingredientes en el pienso y sus efectos sobre la estructura y función digestiva, sobre la salud del animal y sobre sus rendimientos productivos.

El destete y la función digestiva

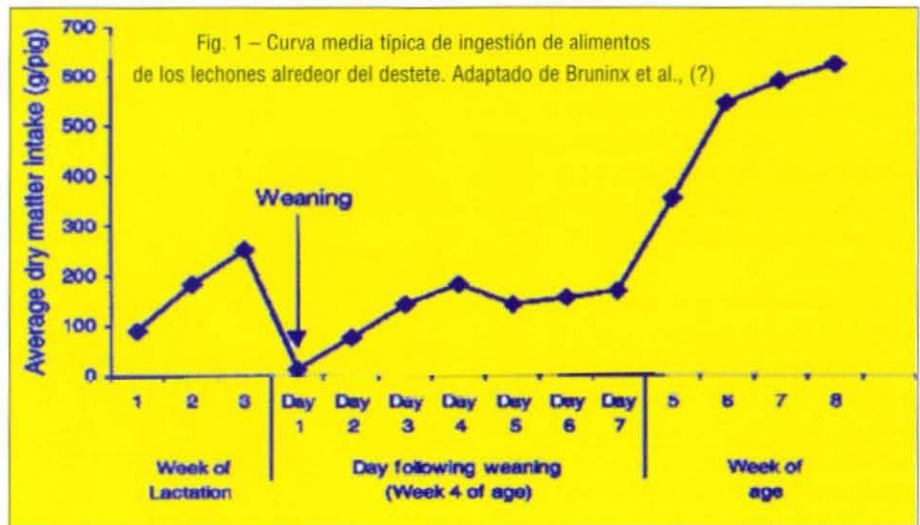
La primera consecuencia clara del destete es su efecto depresor sobre la ingestión de alimento (Figura 1). Hasta un 10% de los lechones no realiza su primera ingestión transcurridas 40h tras el destete. La consecuencia es el deterioro en la integridad y la función

digestiva, con malabsorción, y posible diarrea, deshidratación y disbiosis intestinal. Tres días tras el destete, el reducido consumo enlentece el vaciado gástrico y el tránsito digestivo en intestino delgado. El destete produce también un descenso en la altura de las vellosidades y actividad de los enzimas, que termina comprometiendo la digestión de la ración. En estas condiciones, se considera prioritario facilitar el inicio al consumo de alimento. En este periodo son importantes los aspectos de manejo, como el fácil acceso a tolvas y bebederos, y la adecuada temperatura ambiental o tamaño de grupo animal.

La incorporación de nuevos ingredientes en el pienso, en su mayor parte vegetales, conlleva el aporte de cantidades crecientes de almidón, polisacáridos no amiláceos y proteínas vegetales de menor digestibilidad. La presencia en el contenido digestivo de estos sustratos facilita la colonización en el intestino de nuevas especies microbianas, la generación de nuevos ambientes digestivos, y lo que es más importante, un reto añadido para el sistema inmunitario del animal. El diseño de una ración adecuada para el lechón trata de estimular en los animales su consumo y proporcionar las condiciones ambientales del tracto digestivo que mantienen el equilibrio entre el hospedador y sus microorganismos, previniendo el deterioro de la función digestiva (Fig. 2).

La colonización microbiana

La colonización microbiana describe el proceso por el que la población bacteriana del tracto digestivo se establece en tamaño a lo largo del tiempo sin necesidad de una reintroducción periódica (Gaskins, 2001). Para ello, las bacterias necesitan alcanzar una capacidad de replicación igual o superior a su ritmo de evacuación o lavado por tránsito digestivo; o en su defecto adherirse de alguna manera a la mucosa intestinal. Otros factores que condicionan la colonización son: la reacción inmunitaria local, la presencia de receptores de adhesión, la disponibilidad de sustrato, el flujo digestivo o el pH (Stewart y col., 1993; Kelly and King, 2001).



La colonización microbiana comienza en el mismo momento del parto. Durante ese episodio el lechón se expone a un elevado número de bacterias, entre las que destacan E. coli y Streptococcus spp. Durante la lactación, lactobacilli y Streptococci se convierten en la población mayoritaria, junto con algunas poblaciones de Clostridium, Bacteroides y Bifidobacteria. En concreto, durante este periodo inicial el consumo de las heces de la cerda es la principal vía de entrada de microorganismos en el lechón; por lo que resulta prometedor mejorar el equilibrio microbiano de la cerda como medida para reducir la llegada de patógenos a los lechones. Tras el des-

tete se observa un brusco descenso en la población microbiana, una reducción en la biodiversidad de los Lactobacillus, y su sustitución progresiva por poblaciones más características de los animales adultos, como Bacteroides y Enterobacterias.

La actividad microbiana: un equilibrio difícil de mantener

La población microbiana influye de manera extraordinaria sobre la estructura y la función digestiva. En experimentos en los que se ha preservado a los animales sin microorganismos en su tracto digestivo, la longitud y el grosor de la pared digestiva se estrechan, la inmunidad local se deprime, y el trán-

La colonización microbiana describe el proceso por el que la población bacteriana del tracto digestivo se establece en tamaño a lo largo del tiempo sin necesidad de una reintroducción periódica (Gaskins, 2001)

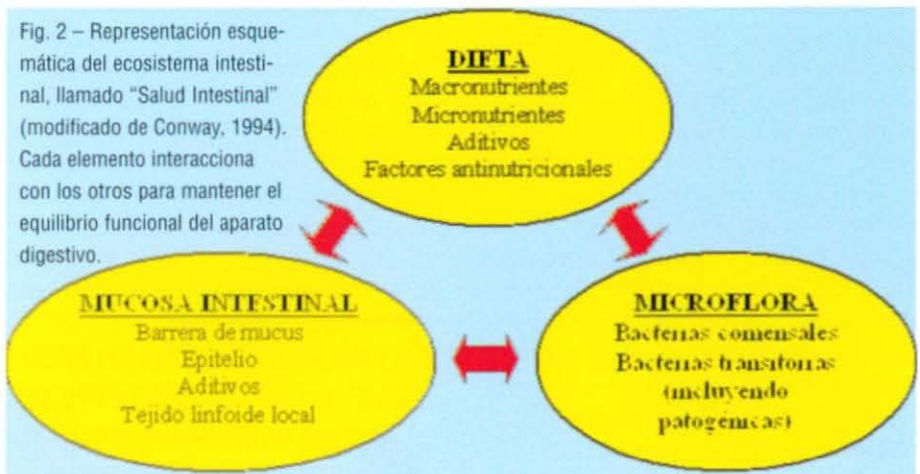


Fig. 2 - Representación esquemática del ecosistema intestinal, llamado "Salud Intestinal" (modificado de Conway, 1994). Cada elemento interacciona con los otros para mantener el equilibrio funcional del aparato digestivo.

◇ sito digestivo se enlentece (Wostmann, 1996; Falk y col., 1998; Van Kessel y col., 2004). La presencia de una población microbiana estable genera también condiciones inhibitorias para el establecimiento de nuevas especies, entre las que pueden encontrarse posibles patógenos (Rolfe, 1996; Hooper y col., 2001).

En su conjunto, la actividad microbiana facilita la fermentación de sustratos, libera ácidos grasos volátiles, y posibilita con ellos una pequeña absorción de energía. Sin embargo, algunas bacterias producen enzimas mucolíticas que alteran la composición de las mucinas de la pared intestinal, comprometen su función como barrera digestiva, y pueden facilitar la translocación (invasión) bacteriana hacia la lámina propia de la mucosa intestinal (Deplancke and Gaskins, 2001; Kelly and King, 2001). El crecimiento de alguno de estos patógenos, como puede ser el caso de *Escherichia coli* enterotoxigénico, puede desencadenar la aparición de procesos diarreicos que comprometen la función digestiva y la salud general del animal.

Estrategias de alimentación del lechón tras el destete

Las raciones administradas al lechón son generalmente complejas y con una elevada presencia de ingredientes de origen animal (lácteos, pescado, o plasmáticos), concentrados proteicos, o aditivos. La literatura científica y de divulgación ha presentado en los últimos años una atención mayoritaria al uso de aditivos en la alimentación del lechón. Destacan los aditivos con características antimicrobianas, potenciadoras de la función digestiva, del consumo de pienso o de la actividad inmunitaria. Entre estos aditivos encontramos los propios antibióticos, ácidos orgánicos, extractos de plantas, enzimas, prebióticos, probióticos o minerales a elevadas dosis. En el presente capítulo centraremos nuestra atención en la elección de los ingredientes que suministran la mayor parte de la energía y proteína al animal; fundamentalmente cereales, concentrados proteicos e ingredientes fibrosos.

a) Los sueros y los cereales

Los lechones recién destetados pre-



sentan una limitada actividad amilasa y disacaridasa, lo que representa un límite en su capacidad digestiva con respecto a los cereales como principal fuente de energía (Maxwell and Carter, 2001). La incorporación de lactosa en el pienso prestarter facilita el proceso de adaptación de la leche a la alimentación sólida. Entre los ingredientes que contienen lactosa, destacan el suero ácido, dulce o reengrasado, la lactosa cristalina y el permeato de lactosa. La incorporación de lactosa hasta niveles del 30-40% permite alcanzar elevados rendimientos. Sin embargo la mayor dimensión de la respuesta se observa en el tramo de contenido en lactosa del 0 al 30%. Generalmente se recomienda que las raciones de primera edad contengan entre un 10 y un 15% de lactosa. Más allá de la 5ª semana

de vida los niveles de lactosa recomendados se reducen al 0-5% (Baucels, F, Comunicación personal).

Los principales cereales utilizados en las raciones prestarter son el maíz, trigo, cebada, arroz y avena. En general, los cereales se caracterizan por contener diferentes proporciones de almidón y polisacáridos no amiláceos. Las diferencias provienen de la presencia o no de cascarilla entre cereales vestidos y desnudos, de la proporción de almidón en la semilla, y de la configuración de este almidón (vitróo o harinoso). El arroz, ya sea cocido o crudo, ha cobrado un elevado interés en los últimos años como cereal mayoritario en las primeras edades. A su elevada apetecibilidad y digestibilidad se añade el menor riesgo de promover en los animales cuadros diarreicos (Plus-

Las raciones administradas al lechón son generalmente complejas y con una elevada presencia de ingredientes de origen animal (lácteos, pescado, o plasmáticos), concentrados proteicos, o aditivos

Algunos autores sugieren que el arroz cocido contiene factores que pueden inhibir las secreciones de electrolitos en el intestino delgado, y en consecuencia reducir la magnitud del proceso diarreico

ke y col., 2002, Mateos y col., 2006). Algunos autores sugieren que el arroz cocido contiene factores que pueden inhibir las secreciones de electrolitos en el intestino delgado, y en consecuencia reducir la magnitud del proceso diarreico (Mathews y col., 1999). Entre los diferentes cereales, destaca también la rápida digestión del almidón de la avena, que hace de éste un cereal de elección en la alimentación del lechón.

Durante los últimos años se ha estudiado con interés la posible influencia del cereal utilizado sobre el riesgo de los animales a sufrir colibacilosis. McDonald y col. (2001) observó mediante infecciones experimentales con *E. coli* O8; K87; K88, como la incorporación de cebada desnuda sobre una ración base de arroz cocido incrementaba la proliferación de *E. coli* enterotoxigénico y comprometía los resulta-

dos productivos (Tabla 1). Los lechones alimentados con arroz crecieron más y mostraron un menor peso digestivo. Los resultados sugieren que la presencia de PNA solubles (β glucanos) en la cebada puede estimular la proliferación de *E. coli* en el intestino delgado. La presencia de estos polisacáridos solubles se ha relacionado con un incremento de la viscosidad digestiva, que puede comprometer la digestión, enlentecer el tránsito digestivo, y con ello facilitar la proliferación de las enterobacterias (Hopwood and Hampson, 2003). Ver Tabla 1.

En contraste con los resultados anteriores, otros autores sugieren incorporar PNA en las dietas prestarter como estrategia para mejorar la salud intestinal y reducir las patologías digestivas tras el destete (Bertschinger y col., 1978). Aumaitre y col. (1995) sugirió que la incorporación de ingredientes

fibrosos puede promover la fermentación de carbohidratos, reducir la fermentación de proteína y la incidencia y gravedad de la colibacilosis (Pluske y col, 2002). En este sentido, la pulpa de remolacha se ha propuesto como un ingrediente atractivo por su fermentabilidad. Otros ingredientes como la cascarilla de avena o cebada, y el salvado de trigo han presentado resultados interesantes sobre la colibacilosis; posiblemente asociados a sus efectos sobre el tránsito digestivo. Carneiro y col. (2007) presenta resultados en los que la incorporación de salvado de trigo incrementa la producción de butirato en el contenido digestivo. Su presencia en la digesta resulta interesante como principal nutriente de la mucosa intestinal del colon. La incorporación de salvado en un 4% en ensayos similares realizados en nuestro laboratorio, nos permitió observar similares incrementos en la concentración de butirato, asociados con un marcado descenso en las poblaciones de enterobacterias durante los primeros 10 días tras el destete (Tabla 2). Recientemente, Bikker y col. (2006) evaluaron el efecto del nivel de proteína y de los carbohidra-

Tabla 1. Crecimiento, peso de intestino grueso, concentración de AGV, y viscosidad digestiva en lechones no infectados e infectados alimentados con una dieta base de arroz o de cebada desnuda (McDonald y col. 2001)

	No infectados		Infectados		SEM	P-valor	
	Arroz1	Cebada2	Arroz1	Cebada2		Dieta	Enfermedad
Ganancia Canal (g/d)	74	26	-28	-56	36,3	*	***
Intestino Grueso (% peso vivo)	2,7	3,8	2,6	3,2	0,62	**	NS
AGV en el Colon Distal (mM)	84	114	60	78	20,4	**	**
pH en el Colon Distal	6,8	6,1	6,8	6,5	0,37	**	NS
Escherichia coli en el Yeyuno3	0	0	0,9	4,2	2,44	*	
Escherichia coli en el Colon3	0	0	3,2	6,2	1,89	**	
Viscosidad en el Íleon (cP)	2,1	2,8	1,6	2,3	1,13	*	*

*P<0,05. **P<0,01. ***P<0,001. 1Dieta basada en Arroz (g/kg de dieta): arroz blanco cocido, 702; PSA soluble, 4; proteínas de origen animal, 197.

2Dieta basada en Cebada (g/kg de dieta): Cebada perlada, 500; PSA soluble, 25; arroz, 275; proteínas de origen animal, 200.

3Expresado como log10 de unidades formadoras de colonia de *E. coli* hemolítica/g de raspado de mucosa.

Table 2. Bacterial populations (lactobacilli and enterobacteria) measured by Real-Time PCR (log 16S rDNA gene copies/g FM) in caecum and rectum digesta in early-weaned pigs 15 days after weaning. (Molist F, comunicación personal)

Bacterial population	Intestinal Site	Diets ^a				SEM	P-diet
		CT	WB	SBP	WB-SBP		
Enterobacteria	Caecum	11.13 [*]	9.99 ^{xy}	10.81 ^{xy}	8.25 ^y	1.144	0.050
	Rectum	10.32	9.18	10.90	8.68	1.033	0.097
Lactobacilli	Caecum	11.67	11.99	11.90	11.50	0.530	0.569
	Rectum	10.95	11.78	11.59	11.62	0.699	0.387
L:E ^b	Caecum	0.41	1.81	1.09	3.06	1.433	0.208
	Rectum	0.65	2.69	0.68	3.29	1.632	0.179

^aDiets: CT, control diet; WB, wheat bran diet; SBP, sugar beet pulp diet; and WB-SBP, wheat bran and sugar beet pulp diet. ^bL:E, ratio lactobacilli:enterobacteria.

^{xy} Different superscripts in the same row for diet means denotes significant difference (P < 0.05).

▷ tos fermentables sobre el rendimiento de los lechones y los perfiles de fermentación en el tracto digestivo. El incremento en el aporte de fibra promovió un incremento en el número de *Lactobacillus* y un descenso en los contajes de coliformes, así como variaciones en los perfiles de fermentación asociados a una menor fermentación de proteína en el tracto digestivo.

Podemos concluir que la incorporación de ingredientes con un destacado contenido en PNA ejerce efectos variables en función de las características de composición y físico-químicas de los componentes de la fibra. En términos generales, la fibra soluble retarda el tránsito digestivo y el vaciado gástrico, reduce los ritmos de absorción de nutrientes e incrementa la secreción pancreática. Los PNA solubles pueden ser factores predisponentes de la colibacilosis, fundamentalmente si su presencia conlleva el incremento de la viscosidad. Por su parte, la fibra insoluble reduce los tiempos de tránsito, e incrementa la capacidad de retención de agua de la digesta; lo que puede ayudar a limitar la gravedad de la colibacilosis en condiciones experimentales (Montagne y col., 2003).

b) Los concentrados proteicos

Los lechones recién destetados son especialmente sensibles a la proteína de la ración. Algunas de estas proteínas pueden provocar una reacción inflamatoria en el tracto digestivo, reducir el crecimiento e incrementar la mortalidad de los animales (Li y col., 1990). Entre los ingredientes disponibles destaca el interés de la leche. No en vano, la leche es el ingrediente de consumo casi exclusivo durante la lactación por parte de los lechones. La proteína de la leche se considera una excelente fuente proteica; su digestibilidad es muy alta y el balance de aminoácidos esenciales excelente. Sin embargo, su precio es elevado. Como alternativa a la leche podemos disponer de diferentes concentrados proteicos obtenidos del suero, con rendimientos que son semejantes a los obtenidos con la leche (Tokach y col., 2003).

En los últimos años se han incorporado nuevos ingredientes de origen animal en la alimentación del lechón, como es el caso de las proteínas plas-

máticas. De una forma consistente, se acepta que la incorporación de plasma estimula el consumo de los animales y sus rendimientos (Maxwell and Carter, 2001). La mayor dimensión de los efectos generalmente se observa con el primer 5% de inclusión de plasma en la ración (Hansen y col., 1993). Sin embargo, como ocurría en el caso de la leche, el elevado precio limita su incorporación en el pienso a los 7-10 primeros días tras el destete. Entre las virtudes que se han señalado sobre el plasma, destaca la mejora de la palatabilidad del pienso (Ermer y col., 1994), la protección inmunitaria (Coffey and Cromwell, 1995) o el bloqueo a la adhesión microbiana a la mucosa intestinal (Nollet y col., 1999). La respuesta al plasma con frecuencia depende del estado sanitario del grupo, siendo mayores los efectos en las condiciones menos saludables (Coffey and Cromwell, 1995, Tokach y col., 2003).

Otros ingredientes de origen animal utilizados en la alimentación del lechón son la harina de pescado o los hidrolizados de mucosa intestinal. La incorporación de harina de pescado de buena calidad es habitual en la alimentación de las primeras edades. Los niveles de inclusión recomendados oscilan entre el 4 y el 8% (Maxwell and Carter, 2001). Por su parte, el hidrolizado de mucosa intestinal es un ingrediente apetecible, rico en aminoácidos, y con características competitivas con otros ingredientes de elevado coste y valor como es el plasma porcino (Martínez-Puig y col. 2007).

Satisfacer las necesidades proteicas en las raciones prestarter generalmente implica también el incorporar diferentes concentrados proteicos de origen vegetal. A su mejor precio se une la necesidad de adaptar progresivamente al lechón al consumo de ingredientes vegetales. Tras el periodo inicial de prestarter, los concentrados proteicos vegetales proporcionan la mayoría de los aminoácidos en las raciones prácticas (Tokach y col., 2003).

Los lechones recién destetados son especialmente sensibles a la proteína de la ración. Algunas de estas proteínas pueden provocar una reacción inflamatoria en el tracto digestivo, reducir el crecimiento e incrementar la mortalidad



Entre estos ingredientes destaca, la harina de soja, los concentrados proteicos de la soja (más común y disponible), el gluten de trigo (por su nivel de glutámico), la proteína de patata (por su nivel de triptófano), últimamente la proteína de arroz o en menor medida las semillas de leguminosas. La proteína de soja es un ingrediente excelente. Sin embargo, presenta diversos inconvenientes, como es la presencia de factores antitripsicos de la soja no procesada, la presencia de oligosacáridos, y la alergenicidad de la proteína. El tratamiento térmico de la torta de soja elimina los factores antitripsicos, mientras que los diferentes procesos de extracción y concentración de la proteína pueden reducir los niveles de oligosacáridos. Las características alergénicas de la soja determinan un mayor grado de incertidumbre sobre el ingrediente, especialmente durante la



primera semana tras el destete. Algunos autores sugieren que la soja no debería incorporarse en la primera dieta tras el destete, y su incorporación debería ser progresiva para facilitar la adaptación del animal al ingrediente. Otros autores sugieren que el mejor momento de contacto con la soja es durante la lactación (creep feeding). Sin embargo, el consumo de pienso en lactación es generalmente muy bajo como para permitir una inmunotolerancia oral (Tokach y col., 2003). La hidrólisis parcial de la proteína de soja es otra estrategia que ha sido probada en condiciones experimentales con resultados muy prometedores (Ferrini y col., 2004)

c) Ingredientes grasos

Entre las limitaciones digestivas del lechón los siguientes días al destete destaca su limitada capacidad para digerir la grasa. Cera y col. (1990) observaron un descenso de hasta un 60% en la lipasa pancreática tras el destete. Por este motivo, la respuesta productiva de los animales al consumo de mayores porcentajes de grasa en la ración tras el destete es muy baja o incluso negativa.

Pettigrew y Moser (1991) resumen los resultados de 92 comparaciones de grasa añadida en el pienso consumido por lechones de 5 a 20 kg de peso. La incorporación de grasa redujo el consumo y los rendimientos, aunque incrementó la eficiencia de utilización del pienso. El número de respuestas positivas (37) y negativas (38) fue similar. En condiciones prácticas, el contenido de grasa en niveles de hasta un 10% pretende favorecer el granulado de raciones con elevados porcentajes de ingredientes lácteos (Tokach y col., 2003). Los ingredientes grasos a utilizar son generalmente aceites vegetales insaturados, los aceites de pescado, así como la manteca de cerdo (de alta calidad y baja acidez). Dentro de las grasas vegetales son preferibles la poliinsaturadas (soja, girasol, linaza) o de cadena corta (coco). También puede ser de interés el uso de sueros reengrasados en la que la grasa se encuentra emulsionada con una matriz de lactosa y proteína, esta opción facilita el manejo y uso de combinaciones de grasas especiales

En conclusión, la bibliografía presenta una amplia información sobre

interacciones entre los ingredientes del pienso y la adaptación de los lechones al destete, su estado de salud y rendimientos productivos. Sin embargo, con frecuencia la respuesta depende del estado sanitario de los animales; por lo que no es lo mismo alimentar lechones en granjas bien manejadas y con un status sanitario elevado que en granjas con sanidad limitada o manejo deficiente. En términos generales, es posible utilizar los piensos más digeribles y concentrados en energía y proteína en aquellas granjas de elevada sanidad; mientras que, cuando la seguridad prima sobre la productividad conviene utilizar niveles altos de fibra y menores concentraciones de energía y proteína en el pienso (Fedna, 2006)

Bibliografía

- Aumaitre, A., J. Peiniau, & F. Madec. 1995. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. *Pig News and Inform.* 16(3): 73N-79N.
- Bertschinger, H. U., E. Eggenberger, H. Jucker, & H. P. Pfirter. 1978. Evaluation of low nutrient, high fibre diets for the prevention of porcine *Escherichia coli* enterotoxaemia. *Veterinary Microbiology.* 3: 281-290.
- Bikker, P., A. Dirkzwager, J. Fledderus, P. Trevisi, I. le Huerou-Luron, J. P. Lalles y col. 2006. The effect of dietary protein and fermentable carbohydrates levels on growth performance and intestinal characteristics in newly weaned piglets. *J. Anim Sci.* 84(12): 3337-3345.
- Brooks, P. H. & Tsourgiannis, C.A. 2003. Factors affecting the voluntary feed intake of the weaned pig. En: *Weaning the Pig. Concepts and consequences.* Ed: J.R. Pluske, J. Le Dividich, M.W.A. Verstegen, Wageningen Academic Publishers, pp 81-109.
- Carneiro, M., M. Lordelo, L. F. Cunha, & J. Freire. 2007. Microbial activity in the gut of piglets: II. Effect of fibre source and enzyme supplementation. *Livestock Science.* 108(1-3): 262-265.
- Cera, K. R., D. C. Mahan, & G. A. Reinhart. 1990. Effect of weaning, week postweaning and diet composition on pancreatic and small intestinal luminal lipase response in young swine. *J. Anim Sci.* 68(2): 384-391.

- ◇ ■ Coffey, R. D. & G. L. Cromwell. 1995. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early-weaned pigs to spray-dried porcine plasma. *J. Anim Sci.* 73(9): 2532-2539.
- Conway, P. L. 1994. Function and Regulation of the Gastrointestinal Microbiota of the Pig. Pages 231-240 in *Proceedings of the VI International Symposium on Digestive Physiology in Pigs*. Souffrant, W. B., & H. Hagemeister, eds. EAAP Publication, Dummerstorf, Germany.
- Deplancke, B., & H. R. Gaskins. 2001. Microbial modulation of innate defense: Goblet cells and the intestinal mucus layer. *Am J Clin Nutr.* 73(6): 1131S-1141S.
- Ermer, P. M., P. S. Miller & A. J. Lewis. 1994. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *J. Anim Sci.* 72(6): 1548-1554.
- Falk, P. G., L. V. Hooper, T. Midtvedt, & J. I. Gordon. 1998. Creating and maintaining the gastrointestinal ecosystem: What we know and need to know from gnotobiology. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 62(4): 1157-1170.
- Fedna 2006, Normas Fedna: Necesidades Nutricionales para Ganado Porcino. Fedna, Madrid.
- Ferrini, G, Borda, E, Martinez-Puig, D, E:G. Manzanilla, S.M. Martin-Orue, J.F.Perez 2004. Influence of a soy protein hydrolysate on the productive performance of early weaned pigs under an enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) colibacillosis or under a healthy status. *Journal of Animal Science* 82, Suppl 1.
- Gaskins, H. R. 2001. Intestinal Bacteria and their Influence on Swine Nutrition. Pages 585-608 in *Swine Nutrition*. Lewis, A. J., & L. L. Southern, eds. 2nd ed. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Hansen, J. A., J. L. Nelssen, R. D. Goodband, & T. L. Weeden. 1993. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. *J. Anim Sci.* 71(7): 1853-1862.
- Hooper L.V., Wong, M.H., Thelin A., Hansson L. 2001. Molecular analysis of commensal host-microbial relationships in the intestine. *Science*; 291(5505):881-884.
- Hopwood, D. E., & D. J. Hampson. 2003. Interactions between the Intestinal Microflora, Diet and Diarrhoea, and their Influences on Piglet Health in the Immediate Post-Weaning Period. Pages 199-218. In: *Weaning the Pig. Concepts and Consequences*. Pluske, J. R., J. LeDividich & M. W. A. Verstegen, eds. 1st ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Kelly, D. and King, T. P. 2001. Luminal Bacteria: Regulation of the Gut Function and Immunity. Pages 113-131 in *Gut Environment of Pigs*. Piva, A., K. E. Bach Knudsen & J. E. Lindberg, eds. 1st ed. Nottingham University Press, Nottingham, 2001.
- Li, D. F., J. L. Nelssen, P. G. Reddy, F. Blecha, J. D. Hancock, G. L. Allee y col. 1990. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. *J. Anim Sci.* 68(6): 1790-1799.
- Martinez-Puig, D., E. G. Manzanilla, J. Morales, E. Borda, J. F. Pérez, C. Piñeiro y col. 2007. Dietary nucleotide supplementation reduces occurrence of diarrhoea in early weaned pigs. *Livestock Science.* 108(1-3): 276-279.
- Mateos, G. G., E. López, M. A. Latorre, B. Vicente, & R. P. Lázaro. 2007. The effect of inclusion of oat hulls in piglet diets based on raw or cooked rice and maize. *Animal Feed Science and Technology.* 135(1-2): 100-112.
- Mathews, C. J., R. J. MacLeod, S. X. Zheng, J. W. Hanrahan, H. P. Bennett, & J. R. Hamilton. 1999. Characterization of the inhibitory effect of boiled rice on intestinal chloride secretion in guinea pig crypt cells. *Gastroenterology.* 116(6): 1342-1347.
- Maxwell, C. V., & S. D. Carter. 2001. Feeding the Weaned Pig. In: *Swine Nutrition*. Lewis, Austin J. and Lee Southern, L., ed. 2nd ed. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA. 691-715.
- McDonald, D. E., D. W. Pethick, B. P. Mullan, J. R. Pluske, & D. J. Hampson. 2001. Soluble Non-Starch Polysaccharides from Pearl Barley Exacerbate Experimental Post-Weaning Colibacillosis. In: *Proceedings of the 8th Symposium on Digestive Physiology in Pigs*. Lindberg, J. E., & B. Ogle, eds. CABI Publishing, Wallingford, UK. 280-292.
- Montagne, L., J. R. Pluske, & D. J. Hampson. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology.* 108(1-4): 95-117.
- Nollet, H., P. Deprez, E. Van Driessche, & E. Muylle. 1999. Protection of just weaned pigs against infection with F18+ *Escherichia coli* by non-immune plasma powder. *Veterinary Microbiology.* 65(1): 37-45.
- Pettigrew, J. E., & R. L. Moser. 1991. Fat in Swine Nutrition. In: *Swine Nutrition*. Miler, E. R., & Ullery A.J., eds. Butterworth-Heinemann, Stoneham, MA, USA. 133 - 147.
- Pluske, J. R., D. W. Pethick, D. E. Hopwood, & D. J. Hampson. 2002. Nutritional influences on some major enteric bacterial diseases of pigs. *Nutr. Res. Rev.* 15: 333-371.
- Rolfe, R. D. 1996. Colonization Resistance. *Gastrointestinal Microbes and Host Interactions*. in *Gastrointestinal Microbiology*. Mackie, R. I., B. A. White & R. E. Isaacson, eds. 1st ed. Chapman and Hall, London, UK.
- Stewart, C. S. 1999. Microorganisms in hindgut fermentors. 2nd edition. In: *Gastrointestinal Microbiol.*, R.I. Mackie and B.A. White, eds. Chapman and Hall Microbiol. Series. New York, USA.
- Tokach, M. D., S. S. Dritz, R. A. Goodlad, & J. L. Nelssen. 2003. Nutritional Requirements of the Weaned Pig. In: *Weaning the Pig: Concepts and Consequences*. Pluske, J. R., J. Le Dividich & M. W. A. Verstegen, eds. 1st ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. 259-299.
- Van Kessel, A., T. W. Shirkey, R. H. Siggers, M. D. Drew, & B. Laarveld. 2004. Commensal Bacteria and Intestinal Development. *Studies using Gnotobiotic Pigs*. in *Interfacing Immunity, Gut Health and Performance*. Tucker, L. A., & J. A. Taylor-Pickard, eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Wostmann, B. S. 1996. Germfree and gnotobiotic animal models: Background and applications. . Boca Raton, Florida, USA, CRC Press.