

Reducción del impacto medioambiental asociado a la porcicultura mediante la alimentación líquida

David Torrallardona

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA),
Centre de Mas Bové, Apartat 415, 43280 Reus

INTRODUCCIÓN

La alimentación en forma líquida del ganado porcino en España era una práctica habitual en las explotaciones agrícola-ganaderas tradicionales no intensivas de mitades del siglo pasado. En el tercer cuarto de siglo, sin embargo, la intensificación de la producción porcina terminó con dicha práctica y la utilización de piensos secos se universalizó, situación que ha persistido hasta la actualidad. Por otro lado, la situación actual en la mayoría de los países del norte de Europa la situación difiere sustancialmente y el uso de alimentación líquida en el engorde del ganado porcino se está imponiendo. Las razones por las que dichos sistemas se están imponiendo serán objeto de debate en las presentes jornadas, pero sin duda en ello han sido fundamentales los recientes avances tecnológicos que han experimentado los sistemas computerizados de alimentación líquida existentes en el mercado.

Indirectamente, los sistemas de alimentación líquida comportan un beneficio medioambiental ya que permiten la utilización de subproductos líquidos de la industria agroalimentaria que de otra forma deberían ser depurados o secados para su utilización en piensos secos, con el consiguiente coste medioambiental. La presente comunicación, sin embargo, se centrará en los efectos directos de los sistemas de alimentación líquida para reducir la excreción de nutrientes.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN PORCINA

Entre los componentes del purín, causa de preocupación medioambiental destacan el nitrógeno (que puede volatilizarse en forma de amoníaco o contaminar las aguas en

forma de nitritos) y el fósforo (que puede causar problemas de eutrofización de las aguas), pero además otros minerales como el cobre, zinc, cadmio y plomo deben ser considerados. El presente artículo se centra en las medidas alimentarias que se pueden tomar para reducir la excreción de nitrógeno y fósforo en cerdos de engorde. Sin embargo, la mayoría de conceptos son igualmente aplicables a todas las fases productivas y al resto de minerales contaminantes.

En el caso del N se considera que en las condiciones actuales solamente un 30-35% de la proteína ingerida por un cerdo durante el engorde (20-95 Kg), es retenida en la carne del animal. Esto es lo mismo que decir que el 65-70% del nitrógeno del pienso es eliminado en el purín.

La cantidad de nitrógeno (u otros nutrientes) excretada por un cerdo depende de en parte de las características del animal y de las condiciones medioambientales en que se encuentre. Existen unas pérdidas obligatorias de nitrógeno que están directamente relacionadas con las necesidades proteicas de mantenimiento del animal y con los factores que las puedan alterar. Así, un mal estado sanitario aumentaría las necesidades de mantenimiento del animal y a consecuencia de ello la cantidad de N excretada.

Sin embargo el factor principal que influye sobre la cantidad de nitrógeno (fósforo y otros minerales) excretada es el alimento. En particular la excreción dependerá de los tres factores siguientes:

1. En primer lugar depende de la digestibilidad del nutriente en cuestión; alimentos con menor digestibilidad o disponibilidad contribuirán en mayor medida a la excreción.
2. En segundo lugar, depende del equilibrio entre los nutrientes. En el caso de los aminoácidos, de su equilibrio en referencia a la proteína ideal. Cuando la síntesis proteica (crecimiento magro) se vea frenada a causa del primer aminoácido limitante, el resto de aminoácidos no podrá ser utilizado y será excretado en forma de nitrógeno. En el caso del fósforo su retención también dependerá del nivel de calcio, puesto que si éste es deficitario la retención de P en los huesos se vería afectada.
3. Por último, depende de la precisión con la que el pienso aporte nutrientes para satisfacer los requerimientos nutritivos del animal. Un aporte excesivo de

proteína (aún con un equilibrio de aminoácidos perfecto) u otro nutriente no podrá ser utilizado ya que el animal crecerá al máximo de su potencial. Al no poder ser almacenado el exceso de nutrientes será, por tanto, excretado.

ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE LA ALIMENTACIÓN LÍQUIDA.

Desde un punto de vista alimentario se puede actuar sobre cualquiera de los tres factores mencionados anteriormente: (1) incrementar la digestibilidad de los nutrientes, (2) mejorar su equilibrio, y (3) ajustar el aporte a las necesidades del animal.

Mejora de la digestibilidad de los nutrientes del pienso

Jensen y Mikkelsen (1998) revisaron nueve ensayos en los que se compararon cerdos de engorde alimentados en forma seca o líquida. Se observó que los animales alimentados en líquido de media crecían un 4.4% más y que su índice de conversión era un 6.9% mejor (**Tabla 1**). La mejora en el índice de conversión puede ser evidencia de una mejor digestibilidad de los nutrientes de la dieta. Barber y cols. (1991) observaron una mejor digestibilidad de la materia seca al aumentar la proporción de agua en dietas líquidas, lo cual apoyaría dicha hipótesis (**Tabla 2**).

Tabla 1. Efecto de la alimentación seca o líquida sobre la productividad de cerdos de engorde (revisado por Jensen & Mikkelsen, 1998).

Ensayo	Rango de Peso (kg)	Crecimiento (g/d)		Índice de conversión	
		Seco	Líquido	Seco	Líquido
1	25-sacrificio	629	635	3.14	3.08
2	20-sacrificio	552	574	3.50	3.32
3	25-sacrificio	665 a	765 b	3.38 a	2.95 b
4	38-sacrificio	700	705	3.14	2.91
5	35-sacrificio	764	777	3.34	3.07
6	33-sacrificio	659	673	3.46	3.05
7	34-sacrificio	758	738	2.92	2.85
8	31-sacrificio	655 a	735 b	2.96	2.74
9	21-sacrificio	604	604	3.01	2.86

ab Valores con letras diferentes son significativamente distintos $P < 0.05$

Tabla 2. Efecto de aumentar la relación agua:pienso sobre la digestibilidad de la dieta (Barber y cols. 1991).

	Relación Agua : alimento seco			
	2:1	2.67:1	3.33:1	4:1
Digestibilidad de la MS (%)	79.1 a	77.8 a	80.3 ab	82.9 b
ED estimada (MJ/kg MS)	15.1	15.0	15.4	15.8

ab Valores con letras diferentes son significativamente distintos $P < 0.05$

En cerdos, la proteína y aminoácidos que no han sido digeridos y absorbidos al final del intestino delgado (íleon), no pueden ser utilizados para la síntesis de proteína. Los aminoácidos no digeridos que pasan al intestino grueso serán en parte utilizados por la microflora y excretados en forma de proteína microbiana. Otra parte será utilizada por la microflora para obtener energía liberando el N en forma de amoníaco que se absorbe y se elimina en forma de urea en la orina. Por último, habrá una parte de estos aminoácidos que no sufrirán ninguna modificación en el intestino grueso y se excretarán intactos en las heces. Por ello una mejora en la digestibilidad ileal de la proteína y de los aminoácidos de la dieta puede ayudar a reducir el contenido nitrogenado de los purines.

Una manera de conseguir mejorar digestibilidad ileal de la proteína del pienso es preparar la mezcla líquida unas horas antes de su administración con la adición de proteasas. Dichas enzimas pueden mejorar la digestibilidad, tanto por una acción directa sobre la proteína como indirecta, por la inactivación de factores antitripsicos (Beal y cols. 1998; **Tabla 3**).

Tabla 3. Digestibilidad *in vitro* del N de diferentes harinas de soja remojadas con proteasas (Beal y cols. 1998).

Tipo de harina de soja	Control	Proteasa A	Proteasa B	Proteasa C
Cruda	75.8	85.8	88.9	85.8
Presión de vapor	80.3	84.0	84.9	87.8
Micronizada	74.7	79.1	82.7	77.8
Tostada y molida	67.8	73.5	74.4	74.8
Autoclave	70.1	81.1	78.1	82.3

Por otro lado, las materias primas de origen vegetal contienen una alta proporción del fósforo en forma de fitatos. El fósforo fítico se caracteriza por ser resistente a la digestión por las enzimas digestivas del cerdo. Su digestión se ve favorecida por la acción de las fitasas; éstas pueden ser exógenas (añadidas al pienso) o endógenas (propias de materias primas no procesadas, como trigo y cebada).

La preparación de la mezcla líquida de pienso unas horas antes de su administración se ha demostrado que favorece la acción de las fitasas (tanto endógenas como añadidas) y la digestibilidad del fósforo aumenta significativamente (Carlson y Poulsen, 2003; **Tabla 4**). Como efecto adicional la digestibilidad de otros minerales también puede verse mejorada (Brooks y cols. 2001; **Tabla 5**).

Tabla 4. Efecto de remojar dietas de cebada y trigo sobre la digestibilidad del P fítico (Carlson & Poulsen, 2003).

	Tratamiento por calor	Adición de fitasa	Digestibilidad fitatos (%)	
			En agua 8h a 20°C	En agua 2h a 38°C
Cebada	No	No	55	58
	No	Sí	60	66
	Sí	No	28	30
	Sí	Sí	67	66
Trigo	No	No	62	72
	No	Sí	62	73
	Sí	No	53	35
	Sí	Sí	79	68

Tabla 5. Efecto de remojar dietas de trigo sobre la digestibilidad de los minerales (Brooks y cols. 2001).

Mineral	Control	Pienso en agua por 12 h	Pienso + fitasa en agua por 12 h
P total	52 a	56 ab	63 b
P vegetal	37 a	41 ab	50 b
Ca	66	69	76
Mg	13 a	24 a	45 b
Cu	15 a	25 b	39 c

abc Valores con letras diferentes son significativamente distintos $P < 0.05$

Mejora del equilibrio de nutrientes en el pienso

Una proporción de aminoácidos de acuerdo al patrón de proteína es esencial para maximizar la utilización de la proteína. Una vez absorbidos, los aminoácidos son transportados vía sanguínea a los tejidos donde se realiza la síntesis de proteínas (hígado y músculo, principalmente). Las diferentes proteínas que se sintetizan en los tejidos tienen una composición en aminoácidos constante. En el caso hipotético de que durante la síntesis de una proteína un único aminoácido se agote, ésta se detendrá y el resto

aminoácidos presentes serán catabolizados, eliminándose el correspondiente N en la orina. Por ello es muy importante que todos los aminoácidos se encuentren en las proporciones necesarias en el lugar de síntesis de proteínas. Se define como proteína ideal a aquella cuya proporción de aminoácidos es equivalente a la resultante de la suma de los aminoácidos del conjunto de proteínas sintetizadas por el animal. Para mejorar el equilibrio entre los aminoácidos se utilizan aminoácidos libres de origen comercial. De hecho, los aminoácidos que se encuentran en las proporciones más bajas respecto a la proteína ideal (aminoácidos limitantes) se encuentran disponibles en el mercado a precios competitivos (lisina, treonina, metionina y triptófano). Su uso mejora considerablemente el perfil de los aminoácidos del pienso y ello permite reducir el contenido proteico del pienso sin afectar el crecimiento de los animales y por tanto reducir la excreción de nitrógeno en los purines. Torrallardona et al. (2003) con éste procedimiento consiguieron reducir el nivel de proteína del pienso de 18.6 a 13.9 sin que se afectara al crecimiento. Los mismos autores observaron que por cada unidad porcentual de reducción de proteína la excreción de nitrógeno se reducía en un 8%.

Los sistemas de alimentación líquida no aportan ninguna mejora respecto al equilibrio de nutrientes. Sin embargo éste debe de tenerse en cuenta, especialmente en aquellos casos en que se realice una fermentación del alimento líquido, ya que los aminoácidos libres son especialmente sensibles a la degradación por parte de los microorganismos. Para evitar esta situación los aminoácidos libres no deben incorporarse a la mezcla antes de su fermentación, sino en un momento posterior justo antes de su administración a los animales.

Adecuación del aporte de nutrientes a las necesidades

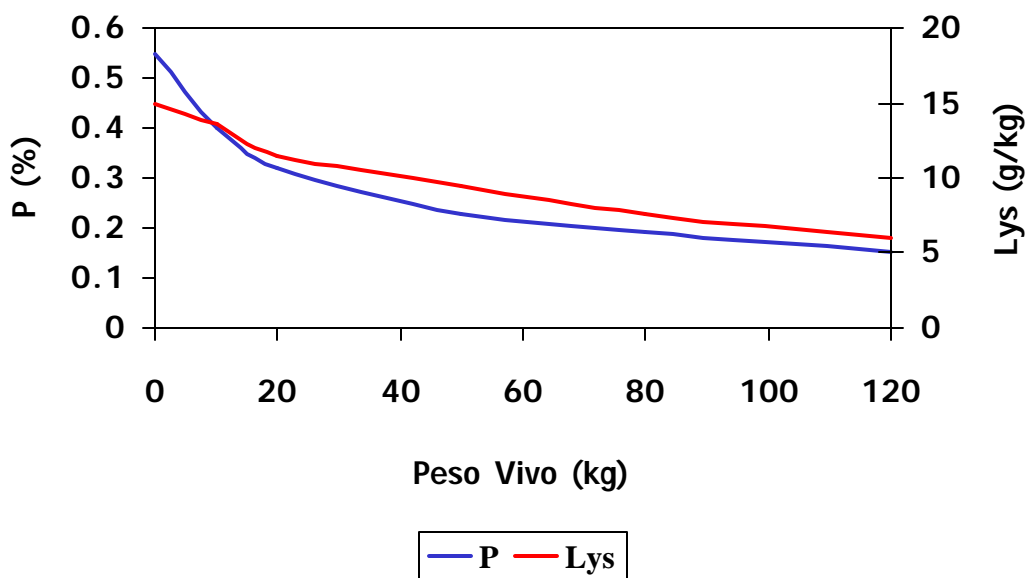
Por último, conviene que la cantidad de nutrientes suministrados por el pienso se corresponda a las necesidades reales de los animales. En el caso de un aporte excesivo, en el cual haya más nutrientes disponibles de los que el animal pueda utilizar debido a que éste haya ya alcanzado su máximo crecimiento; el exceso de nutrientes no podrá ser utilizado ni almacenado, y por tanto será catabolizado y excretado. En el caso contrario, de un aporte insuficiente, el animal no puede expresar su máximo potencial y crecerá más lentamente, se alargará el período de engorde y aumentarán las pérdidas obligatorias de nitrógeno.

Se puede definir el requerimiento de cada uno de los aminoácidos para un animal o grupo de animales como la cantidad mínima de cada uno de ellos que permita una respuesta óptima siempre y cuando el aporte del resto de nutrientes no sea limitante.

Los requerimientos dependen de las características de los animales a quienes vaya destinado el pienso (genética, sexo, peso vivo o edad, estado fisiológico), y de las características ambientales donde se encuentren (temperatura, densidad de alojamiento y estado sanitario).

Los requerimientos de aminoácidos, fósforo y otros nutrientes (expresados como concentración en la dieta) disminuyen de forma progresiva con la edad del cerdo (**Figura 1**). Debido a dicha evolución se debería de adecuar constantemente el contenido de nutrientes del pienso para optimizar el aporte de nutrientes a las necesidades.

Figura 1. Evolución de los requerimientos de lisina y fósforo disponible para cerdos de engorde (NRC, 1998).



En el ámbito comercial es frecuente utilizar solamente dos composiciones de pienso durante la fase de engorde-acabado de los cerdos, práctica que conlleva un aporte excesivo de nutrientes (**Figura 2**) con el consiguiente derroche económico. Para evitar dicha situación es aconsejable utilizar el máximo número de piensos que permitan las

circunstancias de cada explotación. Por ejemplo un rellenado frecuente de silos permitiría ajustar la composición del pienso. Este tipo de alimentación se conoce como alimentación por fases. La alimentación por fases consiste en cambiar la concentración de aminoácidos con la máxima frecuencia posible, con el fin de minimizar el aporte excesivo de nutrientes reducir así el impacto medioambiental (**Figura 3**).

Figura 2. Aporte de lisina en un sistema de alimentación con dos piensos en relación con la evolución de los requerimientos de lisina en cerdos de engorde.

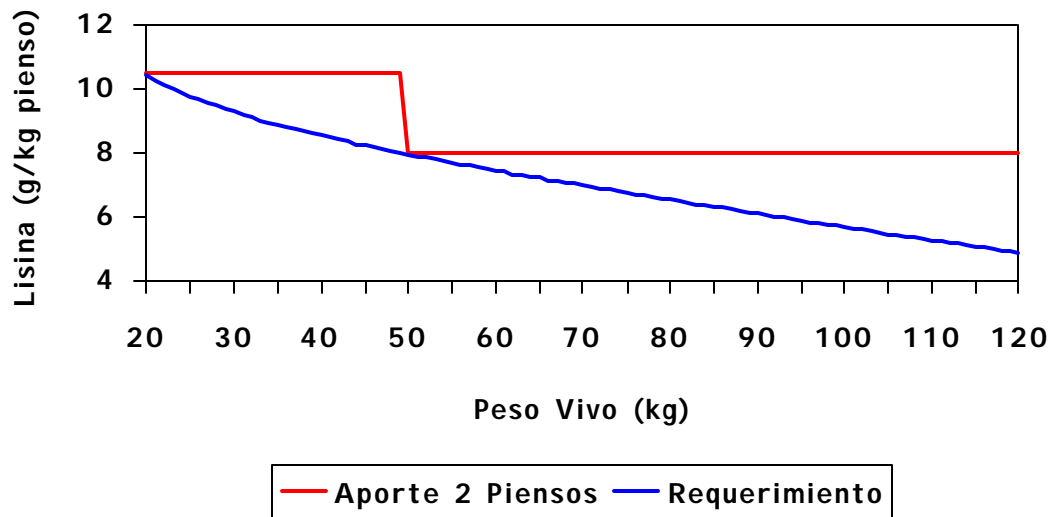
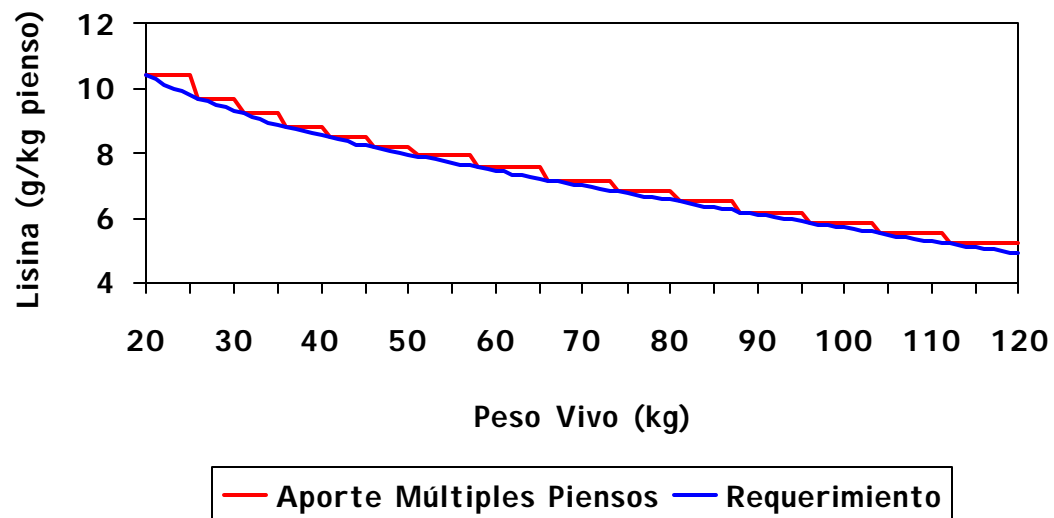


Figura 3. Aporte de lisina en un sistema de alimentación múltiples piensos en relación con la evolución de los requerimientos de lisina en cerdos de engorde.

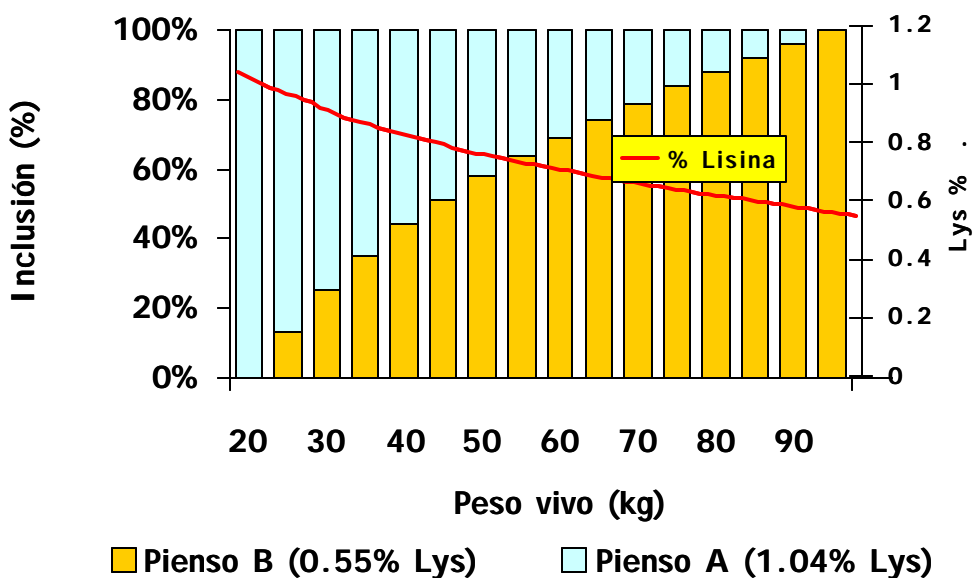


A mayor número de fases menor será la excreción de nutrientes en las deyecciones (Tabla 6; Pomar, 1999). Existe una variante de la alimentación por fases que se conoce como alimentación multifase y que consiste en alimentar a los animales con una mezcla con proporciones variables de 2 ó 3 piensos de composición diferenciada (nivel alto y bajo de nutrientes). La composición nutritiva de la mezcla se modifica tantas veces como se estime necesario a lo largo del engorde mediante variaciones en la proporción de cada uno de los piensos (Figura 4).

Tabla 6. Efecto de la alimentación por fases sobre la excreción de N en cerdos entre 20 y 100 kg (Pomar, 1999).

	Número de fases					Semanal	Diario
	1	2	3	4			
Consumo N (kg/cerdo)	9.21	5.75	5.03	4.82	4.37	4.22	
Retención N (kg/cerdo)	2.31	2.23	2.21	2.21	2.18	2.18	
Excreción N (kg/cerdo)	6.91	3.51	2.82	2.61	2.19	2.06	
Excreción N (% 2 fases)	+ 97	-	- 20	- 26	- 38	- 42	

Figura 4. Aporte de lisina en un sistema de alimentación multifase con mezclas a diferentes proporciones de dos piensos de distinta concentración nutritiva.



Los sistemas de alimentación líquida son un complemento óptimo a esta última modalidad, ya que permite un control automático por ordenador de la proporción de cada pienso que se debe utilizar cada vez que se realiza una mezcla de alimento. Dichos sistemas permiten además establecer un programa de alimentación particular para cada uno de los corrales de la granja de forma que cada grupo de animales recibe la cantidad adecuada de un pienso de composición óptima para sus características.

REFERENCIAS

- Barber, J., Brooks, P.H. and Carpenter, J.L. (1991). The effects of water to food ratio on the digestibility, digestible energy and nitrogen retention of a grower ration. *Animal production*, 52: 601 (abstr).
- Beal, J.D., Brooks, P.H. and Schultze, H. (1998). The effect of pre-treatment of raw or micronized soyabean meal on the growth performance and carcass composition in liquid fed grower and finisher pigs. *Proceedings of the 49th meeting of the European Association of Animal Production, Warsaw*. Abstract nº 264.
- Brooks, P.H., Beal, J.D. and Niven, S. (2001). Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 13: 49-63.
- Carlson, D. and Poulsen, H.D. (2003). Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed-effect of diet, time of soaking, heat treatment, pitase activity, pH and temperature. *Animal Feed Science and Technology*, 103: 141-154.
- Jensen, B.B. and Mikkelsen, L.L. (1998). Feeding liquid diets to pigs. In: *Recent advances in animal nutrition*. Garnsworthy, P.C. and Wiseman, J. (eds). Nottingham University Press. 107-126.
- Pomar, C. (1999). Alimentar mejor a los cerdos para reducir el impacto medio ambiental. *Jornadas técnicas: Factores que afectan la eficiencia productiva y la calidad en porcino*. Vic, 1 de Junio de 1999.
- Torrallardona, D., Esteve-García, E. and Brufau, J. (2003). Environmental impact of replacing soybean meal with barley and amino acids in diets for growing pigs under practical conditions. *9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, Banff, AB, Canada*. Vol II: 326-328.