

ALIMENTACIÓN DEL PORCINO CON SUBPRODUCTOS LÍQUIDOS PROCEDENTES DE LA INDUSTRIA DEL ETANOL

Dr. Jerry Shurson*. 2012. PV ALBEITAR 45/2012

*Catedrático. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Minnesota, EE.UU.

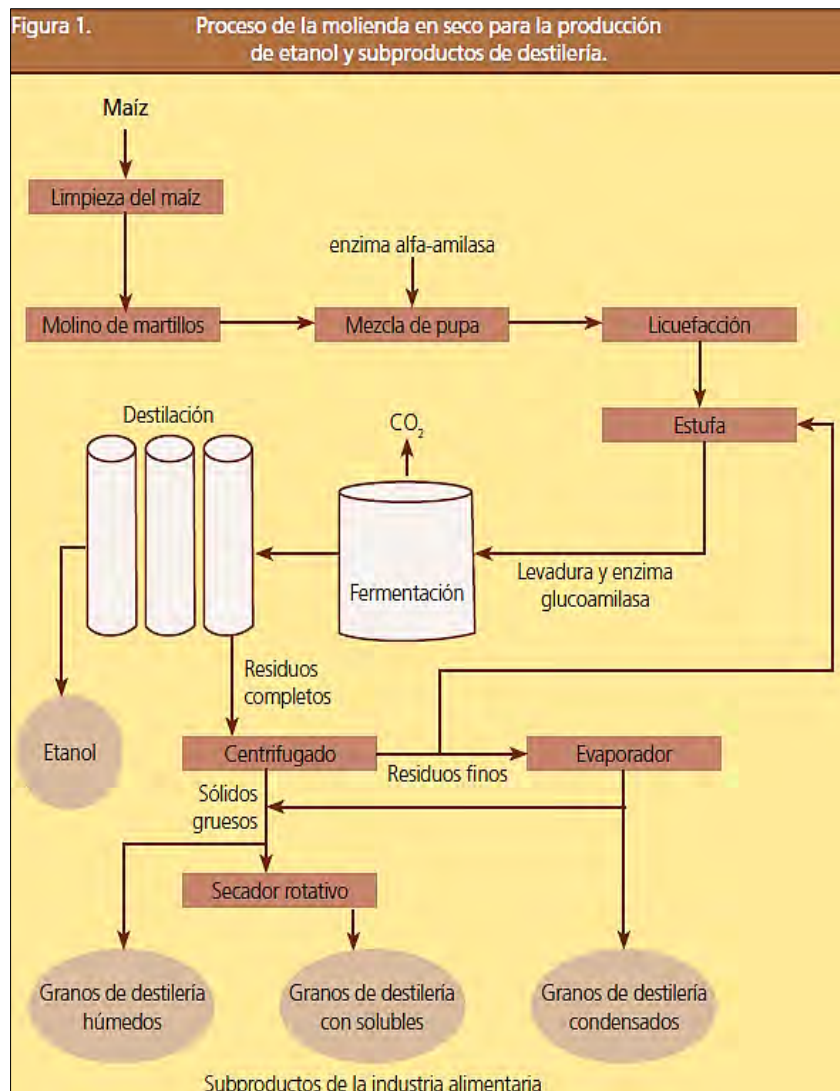
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Producción porcina en general](#)

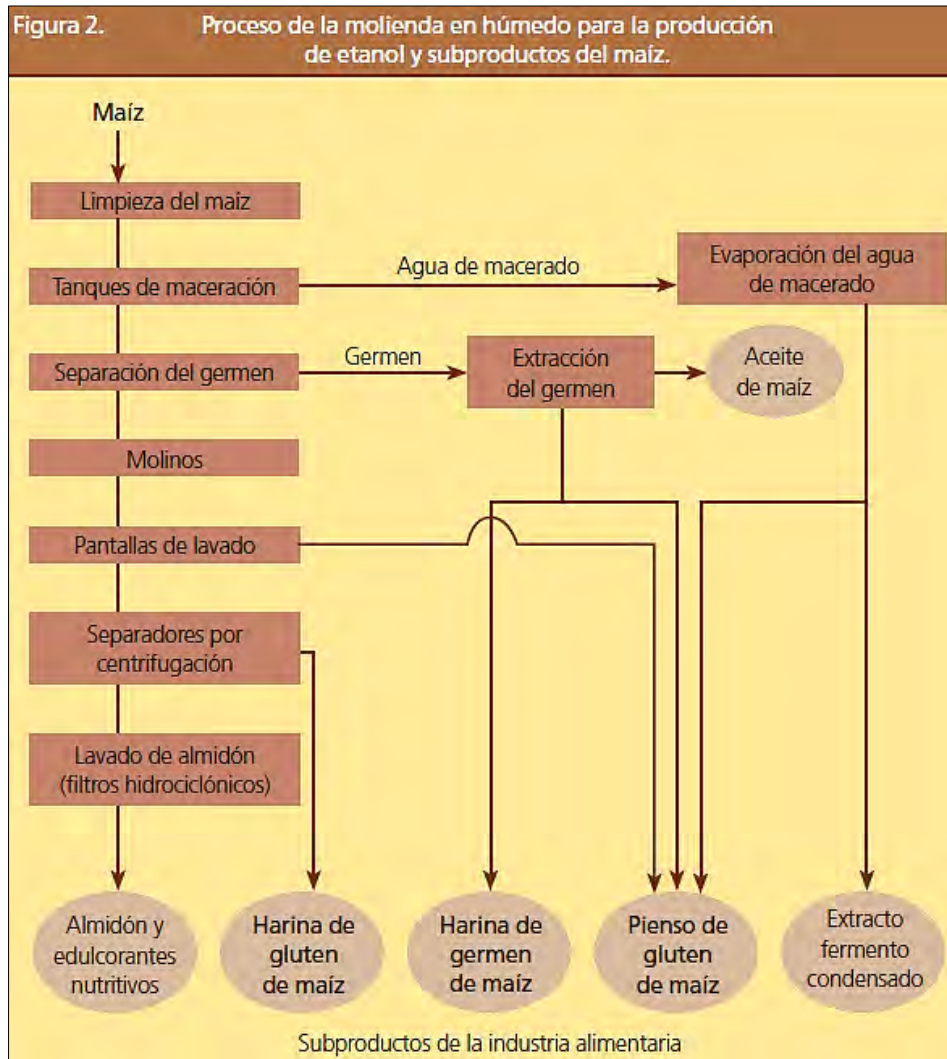
INTRODUCCIÓN

La producción de biocombustibles, en concreto el etanol, está aumentando rápidamente en todo el mundo en respuesta a la necesidad de dejar de ser tan dependientes del petróleo y mejorar el medio ambiente, lo que genera grandes cantidades de subproductos que pueden destinarse a la alimentación animal.

La producción de etanol como biocombustible a partir del maíz se lleva a cabo tanto por molienda en seco como en húmedo. En los Estados Unidos, la mayor parte de este compuesto se produce por molienda en seco en plantas productoras de etanol mediante el proceso que se muestra en la figura 1. Los subproductos derivados de este proceso incluyen granos de destilería húmedos y secos, granos de destilería húmedos y secos con solubles, "torta húmeda" ("wet cake") modificada (una mezcla al 50% de granos de destilería y solubles) y solubles condensados. Alrededor del 30% de los granos de destilería con solubles se comercializa como un subproducto húmedo para granjas lecheras y cebaderos de ganado vacuno situados cerca de las plantas de etanol. El restante 70% de los granos de destilería con solubles se seca (DDGS, del inglés dried distiller's grains with solubles) y se comercializa nacional e internacionalmente para su uso en vacuno lechero y de carne, porcino y aves.



Como alternativa, la molienda en húmedo también se utiliza para obtener etanol y este proceso implica separar los componentes del grano de maíz antes de la fermentación, como muestra la figura 2. Los subproductos resultantes de la molienda en húmedo son gluten de maíz, harina de gluten de maíz, harina de germen de maíz y extracto fermentado condensado. El agua de macerado de maíz es un subproducto líquido que también resulta interesante como ingrediente en los sistemas de alimentación líquida para ganado porcino.



Las plantas de etanol prefieren comercializar subproductos húmedos debido al incremento en el coste del combustible y las dificultades asociadas con el secado de los solubles condensados. Por otra parte, los productores de porcino de Estados Unidos están buscando formas de reducir los costes del pienso debido a los elevados precios de los ingredientes. Por lo tanto, los productores de porcino de Estados Unidos están empezando a utilizar sistemas líquidos de alimentación para aprovechar los subproductos líquidos de la industria del etanol de coste relativamente bajo.

EVALUACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS HÚMEDOS DEL MAÍZ PARA LA ALIMENTACIÓN PORCINA

Los dos subproductos húmedos del maíz procedentes de la industria del etanol que han sido evaluados para su uso en sistemas de alimentación líquida en ganado porcino son (De Lange *et al.*, 2006):

- ◆ Solubles de destilería condensados (CDS, del inglés condensed distillers solubles).
- ◆ Agua de macerado (SW, del inglés steep water).

Braun y De Lange (2004) analizaron la composición de nutrientes de los CDS en muestras recogidas de granjas comerciales de porcino con sistemas de alimentación líquida en 2003; los resultados se muestran en la tabla 1. Almacenar CDS durante al menos un día en la granja y permitir una fermentación no controlada tuvo como resultado un aumento de los ácidos acético, propiónico y láctico, que probablemente contribuyó a que el pH fuera ligeramente más bajo.

| Tabla 1. Composición nutricional (media general, desviación estándar e Intervalo) de muestras de solubles de destilería condensados (CDS), de maíz fresco y almacenado, recogidas en granjas de porcino comerciales en Ontario, Canadá (sobre 100% de materia seca). | | |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Nutriente | CDS frescos | CDS almacenados |
| Nº muestras | 5 | 5 |
| Materia seca (%) | 30,5 + 0,58 (29,7-31,1) | 27,2 + 3,58 (22,5-31,2) |
| Proteína bruta (%) | 22,3 + 1,28 (20,8-24,1) | 25,2 + 1,63 (23,5-27,8) |
| Grasa bruta (%) | 18,9 + 1,36 (17,4-20,9) | 22,4 + 1,23 (20,7-23,7) |
| Cenizas (%) | 8,4 + 0,59 (7,8-9,1) | 10,0 + 1,09 (9,0-11,8) |
| Ca (%) | 0,04 + 0,01 (0,02-0,06) | 0,06 + 0,01 (0,04-0,07) |
| P (%) | 1,43 + 0,12 (1,25-1,58) | 1,64 + 0,15 (1,47-1,85) |
| Na (%) | 0,21 + 0,04 (0,15-0,27) | 0,21 + 0,03 (0,18-0,25) |
| pH | 3,7 + 0,2 (3,5-3,9) | 3,5 + 0,1 (3,4-3,6) |
| Ácido acético (%) | 0,11 + 0,02 (0,08-0,13) | 1,66 + 1,67 (0,32-4,53) |
| Ácido propiónico (%) | 0,63 + 0,10 (0,50-0,76) | 0,88 + 0,27 (0,69-1,33) |
| Ácido butírico (%) | 0,01 + 0 (0,01-0,01) | 0,01 + 0,01 (0,01-0,01) |
| Ácido láctico (%) ¹ | 9,8 | 15,4 |
| Polisacáridos no amiláceos totales (%) | 6,1 ± 0,2 (5,9-6,3) | 5,5 ± 1,2 (3,5-6,7) |
| Almidón (%) | 9,9 ± 2,0 (7,7-12,2) | 6,8 ± 1,1 (5,1-7,9) |
| Azúcares totales (%) | 3,5 ± 0,3 (3,2-4,0) | 1,2 ± 1,2 (0-2,7) |

¹ El ácido láctico se determinó en muestras conjuntas. Fuente: Braun y de Lange (2004).

| Tabla 2. Composición nutricional del agua de macerado de maíz (sobre 100% de materia seca). | |
|---|---------------------------------|
| Nutriente | Agua de macerado de maíz |
| Nº muestras | 3 |
| Materia seca (%) | 45 |
| Proteína bruta (%) | 50 |
| Grasa bruta (%) | 0,5 |
| Cenizas (%) | 18,0 |
| K (%) | 5,0 |
| P (%) | 3,3 (~ 80% ligado a fitatos) |
| Mg (%) | 1,5 |
| pH | 4,3 |
| Lisina (%) | 2,0 |
| Ácido láctico (%) ¹ | 20,0 |

¹ El ácido láctico se determinó en muestras conjuntas. Fuente: Niven et al. (2006).

Como se muestra en la tabla 2, el agua de macerado de maíz es considerablemente más rica en proteína bruta, cenizas, fósforo y ácido láctico que los CDS. Sin embargo, aproximadamente el 80% del fósforo en el agua de macerado de maíz está ligado a fitatos y no puede ser utilizado por el cerdo, a menos que se añada la enzima fitasa para mejorar la digestibilidad. Además, el agua de macerado de maíz es considerablemente menos energética que los CDS, debido a su bajo contenido en grasa.

Uno de los retos de la adición de solubles de destilería condensados a piensos líquidos es superar su claro efecto negativo en la palatabilidad (De Lange *et al.*, 2006). Sin embargo, cuando el pH inicial se estandarizó a 6 y se utilizaron como inóculos *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis*, el pH disminuyó y se produjeron ácido láctico y otros ácidos grasos volátiles, obteniendo como resultado un pienso más apetecible (De Lange *et al.*, 2006).

Squire y sus colaboradores (2005) alimentaron a cerdos en crecimiento con dietas que contenían 0, 7,5, 15 y 22,5% de CDS y demostraron que la palatabilidad del pienso se reducía cuando se incluía más del 15% de CDS. La alimentación con la dieta de CDS no fermentados tuvo como resultado una reducción en la tasa de crecimiento, en la ingestión de pienso y en la tasa de conversión comparada con la alimentación con dietas control de harina de maíz y soja, mientras que no se observaron diferencias entre estas dietas respecto al rendimiento del crecimiento

de los cerdos (tabla 3). La energía y la digestibilidad de la proteína se vieron reducidas al alimentar con la dieta de CDS fermentados, en comparación con la dieta de CDS no fermentados y la dieta control. No obstante, la digestibilidad de la grasa en las dietas de CDS fermentados y no fermentados fue mayor que en la dieta control. En este estudio, únicamente los cerdos de la dieta control y de la dieta de CDS no fermentados fueron alimentados hasta el peso de sacrificio. La dieta de CDS no fermentados ofreció valores de porcentaje de canal eviscerada, profundidad de la grasa dorsal, profundidad de lomo y rendimiento magro de la canal similares a los obtenidos en cerdos alimentados con la dieta control, indicando que puede conseguirse una calidad aceptable de canal alimentando a los cerdos en finalización con dietas líquidas de CDS no fermentados. Es importante destacar que el pH del lomo fue más alto en los cerdos alimentados con la dieta de CDS, que en los cerdos de la dieta control, lo cual probablemente redujo la tendencia de las pérdidas por goteo en el lomo. Esta reducción de las pérdidas por goteo supone un importante beneficio para los procesadores de carne.

Tabla 3. Rendimiento del crecimiento, digestibilidad de nutrientes y calidad de la canal en cerdos alimentados con dietas líquidas de harina de maíz y de soja y de solubles de destilería condensados del maíz, fermentados y no fermentados (15% de materia seca).

| | Control | CDS no fermentados | CDS fermentados |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Nº de corrales | 6 | 6 | 6 |
| Peso vivo inicial (kg) | 23,5 | 23,3 | 23,4 |
| Peso vivo final (kg) | 50,1 ^a | 47,5 ^b | 48,6 ^{ab} |
| Ganancia media diaria (g/d) | 952 ^a | 858 ^b | 898 ^{ab} |
| Consumo medio diario (kg/d) ¹ | 1,62 ^a | 1,49 ^b | 1,61 ^a |
| Pienso:ganancia ¹ | 1,70 | 1,73 | 1,80 |
| Digestibilidad de la energía (%) | 81,6 ^{ab} | 82,5 ^a | 79,9 ^b |
| Digestibilidad de la proteína (%) | 72,5 ^a | 73,2 ^a | 69,3 ^b |
| Digestibilidad de la grasa (%) | 80,9 ^b | 85,4 ^a | 85,4 ^a |
| Peso vivo final (kg) | 106,5 | 107,0 | |
| Canal eviscerada (%) | 82,1 | 82,6 | |
| Profundidad de la grasa dorsal (mm) | 16,6 | 17,1 | |
| Profundidad del lomo (mm) | 54,3 | 53,7 | |
| Rendimiento magro de la canal (kg) | 61,1 | 60,9 | |
| pH del lomo | 5,74 ^b | 5,80 ^a | |
| Pérdidas por goteo del lomo (%) | 9,63 | 8,83 | |

¹ Sobre materia seca. ^{a,b} Las medias dentro de filas con diferentes superíndices difieren ($p < 0,05$). Fuente: De Lange et al. (2006)

Niven y colaboradores (2006) presentaron resultados de un estudio preliminar en los que mostraban que la tasa de crecimiento y de conversión mejoraban numéricamente cuando los cerdos eran alimentados a base de dietas líquidas con un 5% de agua de macerado de maíz (SW), pero la adición del 10% reducía las cifras del rendimiento de los cerdos. En un mayor estudio posterior, De Lange y colaboradores (2006) mostraron que la ganancia media diaria, el consumo medio diario y la proporción pienso:ganancia no se veían significativamente afectadas cuando los cerdos recibían dietas líquidas con un 0, 7,5 o 15% de agua de macerado de maíz tratada con fitasas, pero la adición de un 22,5% produjo una reducción del rendimiento (tabla 4). No se observaron efectos importantes del nivel de agua de macerado de maíz incluido en la dieta respecto al peso de la canal, profundidad del lomo, profundidad de la grasa dorsal y el rendimiento magro.

Tabla 4. Rendimiento del crecimiento y características de la canal de cerdos alimentados a base de dietas líquidas con niveles crecientes de agua de macerado de maíz (SW) tratada con fitasas.

| | 0% SW | 7,5% SW | 15% SW | 22,5% SW |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Nº de corrales | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Peso vivo inicial (kg) | 69,1 | 68,8 | 68,8 | 69,3 |
| Peso vivo final (kg) | 108,3 | 104,6 | 107,7 | 103,1 |
| Ganancia media diaria (g/d) | 1.191 ^a | 1.080 ^a | 1.063 ^a | 899 ^b |
| Consumo medio diario (kg/d) | 2,76 ^a | 2,49 ^{ab} | 2,58 ^{ab} | 2,29 ^b |
| Pienso:ganancia | 2,33 ^a | 2,30 ^a | 2,42 ^{ab} | 2,55 ^b |
| Peso de la canal (kg) | 86,3 | 82,7 | 83,4 | 80,5 |
| Profundidad del lomo (mm) | 58,2 | 58,9 | 56,4 | 58,3 |
| Profundidad de la grasa dorsal (mm) | 18,1 | 18,7 | 18,0 | 17,1 |
| Rendimiento magro (%) | 60,3 | 60,3 | 60,5 | 60,1 |

^{a,b} Las medias dentro de filas con diferentes superíndices difieren ($p < 0,05$). Fuente: de Lange et al. (2006).

CONCLUSIONES

En resumen, la alimentación de cerdos a base de dietas que contienen un 15% de solubles de destilería condensados de maíz fermentados produce un rendimiento del crecimiento comparable a la administración de dietas líquidas típicas de harina de maíz y soja, pero la alimentación con dietas que contienen un 15% de solubles de destilería de maíz no fermentados provoca un menor rendimiento por su menor palatabilidad. Sin embargo, la composición de canal es similar a la de los cerdos alimentados con dietas líquidas de harina de maíz y soja. De forma similar, la alimentación líquida con harina de maíz y soja que contiene hasta un 15% de agua de macerado de maíz tratada con fitasas tiene como resultado un rendimiento y una composición de canal comparables a los obtenidos con dietas líquidas típicas de harina de maíz y soja.

Los solubles de destilería condensados de maíz y el agua de macerado pueden utilizarse con éxito en sistemas de alimentación líquida en cerdos en crecimiento-finalización para conseguir rendimientos del crecimiento y calidades de canal satisfactorios, con un ahorro considerable en los costes de alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

- Braun, K. and K. de Lange. 2004. Liquid swine feed ingredients: Nutritional quality and contaminants. Proc. ANAC Eastern Nutrition Conference, May 11-12, 2004, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 17.
- Brooks, P.H., J.D. Beal, and S. Niven. 2001. Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. *Recent Adv. Anim. Nutr.* 13:49-63.
- Canibe, J. and B.B. Jensen. 2003. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effects on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *J. Anim. Sci.* 81:2019-2031.
- De Lange, C.F.M., C.H. Zhu, S. Niven, D. Columbus, and D. Woods. 2006. Swine liquid feeding: Nutritional considerations. Proc. Western Nutrition Conference, Winnipeg, MB, Canada. P. 1-13.
- Demeckova, V., D. Kelly, A.G. P. Coutts, P.H. Brooks, and A. Campbell. 2001. The effect of fermented liquid feeding on the fecal microbiology and colostrum quality of farrowing sows. *Int. J. Feed Micro.* 79:85-97.
- Geary, T.M., P.H. Brooks, J.D. Beal, and A. Campbell. 1999. Effect on weaner pig performance and diet microbiology of feeding a liquid diet acidified to pH 4 with either lactic acid or through fermentation with *Pedococcus acidilactici*. *J. Sci. Food Agric.* 72:17-24.
- Geary, T.M., P.H. Brooks, D.T. Morgan, A. Campbell, and P.J. Russell. 1996. Performance of weaner pigs fed ad libitum with liquid feed at different dry matter concentrations. *J. Sci. Food Agric.* 72:17-24.
- Jensen, B.B. and L.L. Mikkelsen. 1998. Liquid feeding diets to pigs. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. P.C. Garnsworth and J. Wiseman, eds. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 107-126.
- Lawlor, P.G., P.B. Lynch, G.E. Gardiner, P.J. Caffrey, and J.V. O'Doherty. 2002. Effect of liquid feeding weaned pigs on growth performance to harvest. *J. Anim. Sci.* 80:1725-1735.
- Mroz, Z. 2003. Organic acids of various origin and physio-chemical forms as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. In: *VX International Symposium on Digestive Physiology in Pigs*. R.O. Ball, ed. May 14-17, Banff, Alberta, Canada. Vol. 1 pp. 267-293.
- Niven, S.J., C. Zhu, D. Columbus, and C.F.M. de Lange. 2006. Chemical composition and phosphorus release of corn steep water during phytase steeping. *J. Anim. Sci.* 84(Suppl. 1).
- Pedersen, A.O., N. Canibe, I.D. Hansen, and M.D. Aaslyng. 2002. Fermented Liquid feed for Finishers – Pelleted Feed. The National Committee for Pig Production, Copenhagen, Denmark. Vol. 1.
- Russell, P.J., T.M. Geary, P.H. Brooks, and A. Campbell. 1996. Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed ad libitum with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed. *J. Sci. Food Agric.* 72:8-16.
- Scholten, R.H., C.M. van der Peet-Schwering, M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, J.W. Schrama, and P.C. Vesser. 1999. Fermented co-products and fermented compound diets for pigs: A review. *Anim. Feed sci. Technol.* 82:1-19.
- Simon, O., W. Vahjen, and L. Scharck. 2003. Micro-organisms as feed additives – Probiotics. In: *VX International Symposium on Digestive Physiology in Pigs*. R.O. Ball ed., May 14-17, Banff, Alberta, Canada. Vol. 1 pp. 295-318.
- SLFA (Swine Liquid Feeding Association, 2007). www.slfa.ca
- Squire, J.M., C.L. Zhu, E.A. Jeaurond, and C.F.M. de Lange. 2005. Condensed corn distiller's solubles in swine liquid feeding: growth performance and carcass quality. *J. Anim. Sci.* 83(Suppl. 1):165.
- Van Winsen, R.L., B.A.P. Urlings, L.J.A. Lipman, J.M.A. Snijders, D. Keuzenkamp, J.H.M. Verheijden, F. Van Knapen. 2001. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:3071-3076.

Volver a: [Producción porcina en general](#)