

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266487679>

# GESTION MEDIOAMBIENTAL EN PRODUCCION PORCINA

Article

---

CITATIONS

0

READS

165

1 author:



Daniel Babot

Universitat de Lleida

52 PUBLICATIONS 599 CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Daniel Babot on 08 April 2015.

The user has requested enhancement of the downloaded file. All in-text references [underlined in blue](#) are added to the original document and are linked to publications on ResearchGate, letting you access and read them immediately.

## GESTION MEDIOAMBIENTAL EN PRODUCCION PORCINA

D. Babot

Departamento de Producción Animal, Universidad de Lleida. Lleida (Catalnya), España  
email: dbabot@prodan.udl.es

### RESUMEN

*Tanto los aspectos éticos como los ambientales toman fuerza en el marco de un proceso de globalización de los recursos mediante intercambios directos y transacciones internacionales. Así, el comercio internacional de grandes volúmenes de recursos alimentarios básicos tales como los cereales y granos de leguminosas, está provocando que en algunas zonas del mundo existan pérdidas de elementos nutritivos en el suelo agrícola.*

*En cambio en otras zonas existe un exceso de algunos elementos nutritivos eliminados en las excretas de los animales consumidores de esos elementos. Cuando la producción animal no está ligada a la tierra y las excretas animales no pueden ser utilizadas en el entorno agrícola, se puede presentar un problema serio con incidencia en la contaminación medioambiental.*

*En todo caso, la eficiencia en el uso de recursos y el riesgo medioambiental dependerá de las particularidades del sistema productivo y de la gestión que se realice sobre la explotación y sobre los animales. Así, a nivel de granja, las posibilidades de evitar y reducir el problema del impacto medioambiental de la producción porcina serán mayores en la medida en que se actúe adecuadamente sobre la gestión de la alimentación, del agua en la explotación, así como de los alojamientos y de las instalaciones.*

**Palabras claves:** cerdo, medio ambiente, gestión, producción porcina

**Título corto:** Gestión medioambiental en producción porcina

## ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN PIG PRODUCTION

### SUMMARY

*Ethical and environmental aspects are reinforced in the frame of process of global status of resources by direct exchanges and international transactions. Therefore, international trade of great volumes of basic feed resources, such as cereals and legume grains is provoking that in some places of the World there exist loss of nutritive elements in the soil destined to agriculture activity.*

*In contrast, in other areas there exists an excess of some nutritive elements eliminated through excreta of animals consuming of these feedstuffs. When animal production is not linked to soil and animal excreta can not be utilized in the environment of agriculture, a serious problem can occur with incidence in the environmental pollution.*

*In any case, the efficiency in the use of resources and the environmental risk will depend on particularities of the production system and on the management to be done on the exploitation and animals. In this sense, at the farm level, the possibilities for avoiding and reduce the problem of the environmental impact of pig production shall be greater as long as an adequate management should be conducted in feeding, water handling as well as in housing and installations for animals.*

**Key words:** pig, environment, management, pig production

**Short title:** Environmental management in pig production

### Tabla de contenido

Introducción,	195
Gestión de la alimentación,	195
Gestión del agua,	196
Gestión de alojamientos e instalaciones,	197
Conclusiones,	198
Referencias,	198

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal que justifica la explotación del ganado porcino es la producción de carne para abastecer la demanda humana de alimentos y nutrientes. En este contexto la carne de cerdo supone el 40% del total de carnes producidas a nivel mundial. El crecimiento continuado de la población humana y de su poder adquisitivo puede justificar el rápido crecimiento de la producción animal intensiva, entre las que destaca la producción porcina (entre 1990 y 2000 han existido incrementos del 15 % en el censo y en la producción de carne en la EU-15 e incrementos en España del 40% del censo y del 60% de la producción de carne). El sistema más extendido de producción porcina requiere la transformación de piensos de alta calidad nutritiva para producir carne. Así, cada vez se requiere un uso mayor de recursos alimentarios que podrían ser utilizados directamente para el consumo humano. Esto ha generado un debate sobre aspectos éticos tales como la idónea utilización de los alimentos y la eficiencia de su transformación en productos animales.

Además, la producción porcina intensiva se está convirtiendo en una actividad desligada de la tierra y dirigida por la tecnología, que prioritariamente se rige por aspectos técnicos y económicos. Todo ello ha favorecido la concentración de la producción en algunos países europeos, con alta densidad de animales en relación con la superficie agraria útil (SAU), tal como Holanda y Dinamarca con 5.8 y 4.8 cerdos por hectárea de SAU respectivamente. En España existe un nivel de concentración próximo a la media de la UE-15 (0.8 cerdos/ha). Pero hay que destacar que existen regiones con niveles de concentración elevados, como Catalunya (5.4 cerdos/ha), Murcia (3.9 cerdos/ha), Valencia (1.8 cerdos/ha) o Aragón (1.5 cerdos/ha). En general, y con mayor relevancia en estas regiones, surge la necesidad de considerar a las explotaciones como actividades empresariales cuya repercusión sobre los recursos naturales y el medio ambiente debe ser valorado.

En base a la problemática previamente planteada, la administración europea, española y catalana han iniciado un proceso de regulación e intervención, con el fin de reducir el riesgo y prevenir el impacto ambiental derivado de la ganadería. El proceso de regulación se ha concretado en un conjunto amplio de aspectos legislativos a tener en cuenta para el desarrollo de la actividad ganadera. En base a ello, el productor debe aceptar la responsabilidad medioambiental asociada a la actividad que desarrolla en su explotación, y entender que el producir carne de forma responsable (medioambientalmente hablando) no tiene que ser necesariamente más caro. Del mismo modo, es necesario también que el consumidor conozca bien la problemática ligada a la producción porcina intensiva y pueda distinguir entre los tipos de producto que compra para tener opción de decidirse por una carne con "garantía de calidad medioambiental". De esta forma, la "dimensión medioambiental" pasa a ser parte integrante de la gestión del proceso productivo y de la actividad empresarial que de forma cotidiana debe afrontar el ganadero.

En todo caso, el proceso de producción de carne porcina requiere el consumo de diferentes recursos primarios (alimento, agua, energía) y secundarios (instalaciones y equipos, mano de obra) y la producción de diferentes subproductos/residuos (deyecciones, cadáveres, envases). Así, a nivel de ejemplo puede indicarse que en una explotación de ciclo cerrado, por año y cerda productiva cabe esperar un

consumo de alrededor de 5.5 a 6 toneladas de pienso, 33 m<sup>3</sup> de agua, de entre 500 y 1000 kwh de energía, 500 mL de vacunas y 46 mL de otros productos zoonosarios.

En cuanto a los residuos/subproductos generados, por cerda productiva y año pueden esperarse entre 17 y 27 m<sup>3</sup> de purines, cerca de 80 kg de material biológico residual (cadáveres y envolturas fetales), 3 litros de envases y catéteres de inseminación, 90 g de cartón y diferentes cantidades de componentes emitidos en forma de gas. Todo ello se produce como consecuencia de la necesidad de obtener una producción de carne que se puede cuantificar entre 1 800 y 2 000 kg por cerda productiva y año. Se hace necesario el uso eficiente de los recursos de esta forma el riesgo medioambiental dependerá de las particularidades del sistema productivo y de la gestión que se realice sobre la explotación y sobre los animales.

La presente revisión ha sido presentada previamente en otro sitio (Babot 2006).

## GESTION DE LA ALIMENTACIÓN

La gestión de la alimentación, elección de estrategias de alimentación y de manejo nutricional, constituye la base del proceso de reducción de la contaminación ambiental que pueden originar los residuos ganaderos. Hay que tener presente que, como término medio, un cerdo hacia el final de la fase de engorde (90 kg) retiene únicamente el 39% del N administrado con la dieta (Cromwell y Coffey 1995). La ineficiencia en el uso del N, P, K y metales pesados (Cu, Zn, entre otros), es especialmente relevante por las implicaciones medioambientales que tiene.

A partir de la propuesta de Jongbloed y Lenis (1992), pueden se pueden plantear estrategias para reducir la excreción de nitrógeno y fósforo en la especie porcina. El Suministro de nutrientes al animal de acuerdo con sus necesidades, la modificación de la digestibilidad de la dieta, la reflexión acerca de los objetivos que se persiguen al formular las raciones y el adecuado manejo de la alimentación constituyen las estrategias a seguir.

El suministro de nutrientes al animal de acuerdo a las necesidades supone relacionar adecuadamente las necesidades del individuo (animal) con la composición en nutrientes del alimento que se le suministra (materias primas y alimentos compuestos). Desde la óptica medioambiental es especialmente relevante el ajuste de nutrientes como el nitrógeno, el fósforo o los metales pesados.

En relación al nitrógeno, existen varios trabajos recientes que ponen de manifiesto la posibilidad de reducir la excreción de nitrógeno reduciendo el nivel de proteína bruta de la dieta, tanto en transición (Castaing y Cambeilh 1998; Le Bellego y Noblet 2002) como en crecimiento (Lee y Kay 2003; Kerr et al 2003) o en finalización (Canh et al 1998; Noblet et al 2001). Todos los autores coinciden en que existe la posibilidad de reducir el nivel de PB de la dieta sin que esto tenga repercusión sobre los rendimientos zootécnicos, siempre y cuando se reequilibre el contenido en aminoácidos para cumplir con los requisitos de la proteína ideal. La reducción en la excreción de nitrógeno puede llegar a ser importante: entre

el 30 y 50% en la fase de transición, hasta un 40% en crecimiento y de un 30 a un 40% en la fase de finalización.

En relación al fósforo hay que indicar que la mayoría de materias primas vegetales utilizadas en alimentación porcina contienen cantidades variables (0.5 a 4%) de fitatos (fósforo en forma fítica) difícilmente utilizables por el animal. Por lo tanto, una forma de incrementar la utilización digestiva del fósforo y, en general, de los nutrientes de la dieta pasará por el uso de fitasas exógenas. Pueden alcanzarse mejoras de la digestibilidad ileal del fósforo del 14% (Kemme et al 1997) hasta el 45% (Mroz et al 1994). Esto se traduce en una menor excreción de N y P en heces.

Los macro y microminerales generalmente son suministrados al animal mediante un corrector vitamínico mineral que se aporta en exceso. Por tanto, la principal estrategia reside en un adecuado ajuste del aporte de cada uno de los minerales a las necesidades del animal. Otro aspecto importante a considerar en el momento escoger el alimento para la alimentación del ganado, es el objetivo principal bajo el cual se han elegido las materias primas que forman parte de la dieta. La realidad es que, al elaborar una dieta de acuerdo con los requerimientos del animal, el objetivo que se persigue es principalmente biológico (máximo rendimiento) y económico (mínimo coste). Una consideración más reciente en la formulación de la dieta consistiría en incorporar una nueva restricción con el fin de considerar también el impacto ecológico (mínimo impacto ambiental). Según Dit Bailleul et al (2001), con este nuevo enfoque pueden obtenerse reducciones en la excreción de nitrógeno de entre un 20-40%, con un incremento del coste del pienso de hasta un 15%.

**Tabla 1. Gestión de la alimentación: recomendaciones prácticas**

<b>Elección del pienso a administrar</b>	
01	Incluir materias primas altamente digestibles en lo que a nitrógeno y fósforo se refiere
02	Tener un nivel bajo de proteína y una composición en aminoácidos equilibrados en base a la proteína ideal
03	Tener un nivel bajo de fósforo y estar suplementado con la enzima fitasa
04	Usar como ingredientes fosfatos inorgánicos altamente digestibles
05	Utilizar aditivos para potenciar la eficiencia digestiva y metabólica (enzimas, sustancias promotoras del crecimiento y/o microorganismos) contribuyendo así, a una mayor retención de nutrientes
06	Administrar dietas ricas en fibra y en polisacáridos no amiláceos
07	Incorporar sales acidificantes a la dieta
<b>Adaptación de la dieta a las necesidades del animal</b>	
08	Alimentación por fases en crecimiento-ceba: se recomienda el uso de dos a cuatro dietas para cerdos con peso vivo comprendido entre los 25 y 100-110 kg. En el caso de utilizar sólo dos dietas, el cambio de dieta debe realizarse entorno a los 60 kg de peso vivo de los animales
09	Alimentación por fases en cerdas en reproducción: la alimentación por fases consiste en administrar como mínimo dos dietas, una para la fase de gestación y otra para la fase de lactación
10	Alimentación separada de los machos y las hembras

Finalmente, en la práctica de la alimentación del ganado hay que ajustar el tipo y cantidad de alimento a las necesidades del animal, siempre de acuerdo a la dinámica de crecimiento o a los cambios fisiológicos reproductivos. Esta práctica, denominada alimentación en fases, permite reducciones importantes en la excreción de nitrógeno. Así, el paso de una o dos fases a tres o cuatro fases, puede conducir a una reducción en la excreción de N del orden de un 20-25% (Bradford y Gous 1991; Chauvel y Granier 1994; Bourdon et al 1995; Paboeuf et al 2001).

Bourdon et al (1995), además, indican que la reducción puede llegar a ser de hasta un 40% si se mejora el equilibrio de los aminoácidos de la dieta hasta una situación próxima a las condiciones de proteína ideal. La tabla 1 resume un grupo de recomendaciones prácticas relacionadas con la gestión de alimentación.

## GESTIÓN DEL AGUA

La gestión del agua es otro de los aspectos fundamentales para conseguir una producción porcina eficiente y sostenible medioambientalmente. Hay que tener en cuenta que el agua es un recurso escaso y que en la explotación porcina una parte de ella pasa finalmente a formar parte de los purines, incrementando el volumen de los mismos. La cantidad de agua utilizada en una granja no es nada despreciable, con valores promedio próximos a los 90-100 litros por cerda y día en una explotación de ciclo cerrado. El agua es utilizada en la granja para tres grandes grupos de actividad: utilizada de forma directa por los animales (70-80%), utilizada en la refrigeración (20-25%) y utilizada en la limpieza de instalaciones y equipos (3-5%). En cada una de estas actividades existe una cantidad de agua que es imprescindible para poder llevarlas a término. Pero en algunos casos la cantidad de agua utilizada es desmesurada y por tanto estamos frente a un caso de un inadecuado uso de la misma.

Entre los factores que condicionan el uso del agua por parte de los animales están la cantidad y forma de presentación (harina, gránulo,...) y el nivel de dilución (seco, líquido) del alimento. También es importante la forma de distribución del alimento y del agua de bebida, tomando especial relevancia el tipo y diseño de los bebederos o de los bebederos-comedero.

El agua de limpieza es otro de los aspectos a considerar, dado que contribuye al consumo del recurso y finalmente a la producción de purines. No existen resultados concluyentes pero todo parece indicar que la temperatura y presión del agua pueden ser determinantes. No hay que olvidar tampoco la importancia de tipo de equipo de difusión utilizado así como la experiencia y pericia del operario que limpia, conjuntamente con la organización del proceso de limpieza. Recomendaciones prácticas en relación con la gestión del agua aparecen en la tabla 2.

Finalmente, indicar que el agua de refrigeración también debe controlarse, cuantificarse y considerarse como factor de consumo. Por supuesto que en este caso las condiciones climatológicas de la zona donde se ubique la granja serán determinantes.

En todo caso hay que adquirir la conciencia de que esta fuente de consumo puede representar hasta el 25% del consumo total de agua en la granja, y que por tanto requiere una

adecuada gestión con fines técnicos, económicos y medioambientales.

**Tabla 2. Gestión del agua: Recomendaciones prácticas**

<b>Aspectos generales</b>	
01	Calibrar con regularidad las instalaciones de suministro de agua par evitar fugas
02	Detectar y reparar posibles fugas
03	Recoger el agua de la lluvia de forma separada y utilizarla para la limpieza
04	Tener un plan de control y seguimiento del uso del agua mediante la medición de su utilización
<b>Interacción entre el animal y el agua</b>	
01	Mantener un número suficiente de puntos de agua con respecto al número y tipo de animales presentes
02	Utilizar equipos de suministro de agua que minimicen las pérdidas por utilización inadecuada por parte de los animales (bebederos cazoleta, bebedero integrado en comederos, bebedero con diseño específico)
03	En el caso de utilizar bebederos independientes, éstos deben instalarse a una altura adecuada y en la zona de defecación (zona sucia)
04	Utilizar piensos con un contenido bajo en proteína y sales para minimizar la utilización de agua por parte de los animales
<b>Protocolo de limpieza</b>	
01	Retirar los restos de comida antes de empezar a limpiar
02	Utilizar equipos de alta presión para la limpieza de los alojamientos y equipos
03	Limpiar siempre los alojamientos al final de cada período de producción
04	Remojar todos los elementos (paredes, suelos, comederos,...) de forma previa a la limpieza
05	Establecer un orden de limpieza para evitar tener que limpiar dos veces la misma superficie
06	Planificar la limpieza procurando que el agua sucia fluya hacia las zonas de almacenamiento con un mínimo esfuerzo

## GESTIÓN DE ALOJAMIENTOS E INSTALACIONES

La adecuada gestión de alojamientos e instalaciones debe contemplar tanto el diseño como el manejo de los mismos. En esta línea, debe considerarse también que las particularidades en el diseño y construcción de alojamientos e instalaciones contribuirán a facilitar una adecuada gestión de los alimentos y del agua (sistemas de limpieza, sistemas de suministro, sistemas de distribución, comederos, bebederos y otros). Además, el manejo de alojamientos e instalaciones está relacionado también con la contaminación atmosférica por emisión de gases: CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, SH<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y los compuestos orgánicos volátiles, que se forman por acción de bacterias sobre distintos componentes de las deyecciones de los animales y tienen un marcado efecto sobre la salud animal y humana y sobre el medio ambiente (Monteny 2001; Quiles y Hevia 2003).

Así, puede estimarse que anualmente se emiten a la atmósfera de 0.4 a 4.2 kg de amoníaco por plaza de cerda gestante, de 0.8 a 9.0 kg por plaza de cerda lactante, de 0.06 a 0.8 kg por plaza de transición y de 0.9 a 4kg por plaza de engorde. ECETOC (1994) distribuyó la emisión de amoníaco entre la parte asociada a la producción animal en el establo

(34%), al almacenamiento de los purines (32%) y su manipulación (8%), y la parte asociada al uso de las deyecciones como abonos agrícolas (producción, 0.5% y aplicación en campo, 12%). Los principios básicos para la reducción de la emisión de gases a la atmósfera pueden apreciarse en la tabla 3.

**Tabla 3. Principios básicos para la reducción de la emisión de gases a la atmósfera**

01	Disminuir la cantidad de precursores (urea y proteína de las heces, en el caso del amoníaco) a partir de los que se originan los gases
02	Entorpecer las reacciones que dan lugar a la formación de gases manipulando los factores que intervienen en la misma (pH y temperatura)
03	Reducir el volumen de gases liberados de las deyecciones, actuando sobre los factores que influyen en el equilibrio que mantiene una proporción de los compuestos en la fase acuosa de las deyecciones y el resto en forma gaseosa (temperatura y velocidad del aire).

En la práctica, es necesario plantear diferentes estrategias para la alimentación, los alojamientos, el manejo de las deyecciones, que contribuyan a reducir la emisión de gases contaminantes.

Las recomendaciones prácticas relacionadas con la gestión de alojamientos e instalaciones pueden verse en la tabla 4.

**Tabla 4. Gestión de alojamientos e instalaciones: recomendaciones prácticas**

<b>Diseño de alojamientos e instalaciones</b>	
01	Previsión de almacenamiento separado del agua procedente de la lluvia y de las deyecciones
02	Uso de instalaciones con una superficie mínima de suelo emparrillado
03	Utilización de materiales y superficies lisas y de fácil limpieza
04	Reducción de la superficie y volumen de emisión de las fosas de la granja
<b>Manejo de las condiciones ambientales</b>	
01	Mantener una temperatura confortable en los diferentes alojamientos y zonas internas de los mismos
02	Mantener una densidad de animales adecuada
03	Manejo de la ventilación y refrigeración de forma adecuada
04	Reducir el movimiento de aire a nivel de los purines
<b>Manejo de las deyecciones y del aire contaminado</b>	
01	Reducir el tiempo de almacenamiento de las deyecciones en granja, principalmente de la fracción líquida
02	Limpeza frecuente de los alojamientos y fosas utilizando agua reciclada
03	Uso de aditivos (ácidos, inhibidores enzimáticos, aceites, gránulos et cetera)
04	Tener un plan de control y seguimiento de la cantidad y calidad de deyecciones sólidas y líquidas producidas

## CONCLUSIONES

Se pudiera concluir que en todo caso, la eficiencia en el uso de recursos y el riesgo medioambiental dependerá de las particularidades del sistema productivo y de la gestión que se realice sobre la explotación y sobre los animales. Así, a nivel de granja, las posibilidades de evitar y reducir el problema del impacto medioambiental de la producción porcina serán mayores en la medida en que se actúe adecuadamente sobre la gestión de la alimentación, del agua en la explotación, así como de los alojamientos y de las instalaciones.

## REFERENCIAS

Babot, D. 2006. La gestión medioambiental y la producción porcina. In: Porcicultura Tropical. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto, ISBN 959-0282-25-3

Bourdon, D., Dourmad, J.Y. y Henry, Y. 1995. Réduction des rejets azotés chez le porc en croissance par la mise en oeuvre de l'alimentation multiphase, associée à l'abaissement du taux azoté. Journées de la Recherche Porcine en France, 27:269-278

Bradford, M.M.V. y Gous, R.M. 1991. A comparison of phase feeding and choice feeding as methods of meeting the amino acid requirements of growing pigs. Animal Production, 52:323-330

Canh, T.T., Aarnink, A.J.A., Schutte, J.B., Sutton, A., Langhout, D.J. y Verstegen, M.W.A. 1998. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livestock Production Science, 56:181-191

Castaing, J. y Cambeilh, D. 1998. Incidence d'une réduction du taux azoté dans des aliments à base de céréales et équilibrés en acides aminés, pour porcelets sevrés. Journées de la Recherche Porcine en France, 30:217-222

Cromwell, G.L. y Coffey, R.D. 1995. Nutrient management from feed to field. In: The Word Pork Expo.Des Moines, pp

Chauvel, J. y Granier, R. 1994. Incidence de l'utilisation d'aliments à taux azotés décroissants sur les performances zootechniques et les rejets du porc charcutier. Journées de la Recherche Porcine en France, 26:97-106

Dit Bailleul, P.J., Rivest, J., Dubeau, F. y Pomar, C. 2001. Reducing nitrogen excretion in pigs by modifying the traditional leaf-cost formulation algorithm. Livestock Production Science, 72:199-211

ECETOC. 1994.

Jongbloed, A.W. y Lenis, N.P. 1992. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. Livestock Production Science, 31:75-94

Kemme, P.A., Jongbloed, A.W., Mroz, Z. y Beynen, A.C. 1997. The efficacy of Aspergillus niger phytase in rendering phytate phosphorus available for absorption in pigs is influenced by pig physiological status. Journal of Animal Science, 75:2129-2138

Kerr, B.J., Yen, J.T., Nienaber, J.A. y Easter, R.A. 2003. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. Journal of Animal Science, 81:1998-2007

Le Bellego, L. y Noblet, J. 2002. Performance and utilisation of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. Livestock Production Science, 76:45-58

Lee, P.A. y Kay, R.M. 2003. The effect of commercially formulated, reduced crude protein diets, formulated to 11 apparent ileal digestible essential amino acids, on nitrogen retention by growing and finishing boars. Livestock Production Science, 81:89-98

Monteny, G.J. 2001. Quantify ammonia emissions from buildings, stores and land application. Versión electrónica disponible in: <http://agriculture.de/acms1/conf6/ws4ammon.htm>

Mroz, Z., Jongbloed, A.W. y Kemme, P.A. 1994. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. Journal of Animal Science, 72:126-132

Noblet, J., Le Bellego, L., Van Milgen, J. y Dubois, S. 2001. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs. Animal Research, 50 :227-238

Paboeuf, F., Calvar, C., Landrain, B. y Roy, H. 2001. Impact de la réduction des niveaux alimentaires en matière azotée totale, en phosphore, en cuivre et en zinc sur les performances et les rejets des porcs charcutiers. Journées de la Recherche Porcine en France, 33:49-56

Quiles, A. y Hevia, M., 2003. Control de gases y olores en las explotaciones porcinas. Versión electrónica disponible in: <http://www.porcicultura.com/articulos/otros/controldegas.htm>