

PRODUCCIÓN DE CERDOS EN EXTERIOR EN EL TRÓPICO

Ronald Herve Santos Ricalde y Luís Sarmiento Franco

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de Yucatán. Km 15.5 carretera Merida-Xmatkuil. Apartado postal 4-116 Itzimna. Teléfono: 9 42 32 00.

E-mail: rsantos@tunku.uady.mx

INTRODUCCIÓN

El desarrollo rural sustentable en áreas tropicales ha sido definido por la FAO como “el manejo y conservación de los recursos naturales y la orientación del desarrollo tecnológico y de las políticas institucionales hacia la satisfacción de las necesidades humanas en el presente y de las futuras generaciones”. La producción animal sustentable debe estar basada en la implementación de tecnologías que sean económicamente viables, socialmente aceptables, que sean inocuas para el suelo, el agua y los recursos genéticos de la zona (plantas y animales) y además consideren el bienestar de los animales (Sansoucy 1993).

La utilización de modelos que no corresponden a las características de suelo, ambiente y situación socioeconómica de la población impiden alcanzar la sustentabilidad del sistema. Por lo tanto, es importante proponer sistemas alternativos de producción que tomen en consideración los factores culturales, las condiciones medioambientales y los recursos de que disponen los productores.

Algunas de las características de los sistemas actuales de producción intensiva de cerdos en el trópico cuestionan su sustentabilidad en el largo plazo. Por ejemplo:

- La baja producción en las zonas tropicales de los cereales utilizados convencionalmente en la alimentación de los cerdos propicia una dependencia económica de otras regiones o países donde se producen estos insumos.
- La alta concentración de animales en algunas zonas favorece la acumulación de una gran cantidad de excretas que potencialmente puede contaminar el suelo, el aire y el agua

con sustancias minerales de las cuales el nitrógeno, el fósforo y el potasio causan la mayoría de los problemas.

- La lejanía entre los centros de producción porcina y las zonas de producción de cereales propicia que no se lleve a cabo la circulación de nutrimentos que debe haber entre el suelo, las plantas y los animales. Dicho de otra manera, el estiércol producido por los animales no retorna a las áreas de cultivo donde se producen los cereales que consumen los animales, lo que finalmente afecta negativamente la fertilidad de esos suelos.
- Adicionalmente, los sistemas actuales de producción intensiva no son sustentables desde el punto de vista del bienestar animal. La producción intensiva está asociada con altos niveles de producción, pero también con problemas de salud, infertilidad y bienestar animal. Generalmente, a los animales no se les permite expresar su comportamiento natural en estos sistemas y frecuentemente esto desencadena diversas formas de estrés.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EXTERIOR

La utilización de sistemas de producción de cerdos en exterior en zonas tropicales puede ser una opción para reducir los altos costos de infraestructura y la contaminación ambiental. En países como Dinamarca, Argentina y Francia, los requerimientos de capital para un sistema de producción de cerdos en exterior son aproximadamente entre 40 y 70 % menores que el capital requerido para operar un sistema en interior.

Estos sistemas de producción son populares, particularmente entre productores que se están iniciando en la actividad. Cuando la situación financiera mejora, realizan mayores inversiones e incrementan el tamaño de su hato (Le Denmat *et al.* 1995).

El sistema de producción en exterior es una opción para productores pequeños, para los productores que se están iniciando en la actividad porcina, para los que están planeando un crecimiento de sus granjas o para los que tienen problemas con el manejo de las aguas residuales.

Según Thornton (1988) y Santos (1999), las ventajas y desventajas del sistema de producción en exterior pueden resumirse como sigue:

Ventajas:

- La rentabilidad es muy similar a los sistemas de producción en interior.
- Los costos por mano de obra e infraestructura son menores.
- El desperdicio de agua es menor.
- No existen problemas por el manejo de aguas negras.
- Los animales están menos estresados. Se reducen las lesiones por peleas entre ellos
- Disminuyen los problemas de cojera.
- Los animales tienen acceso a una fuente regular de minerales y vitaminas.
- Cuando los animales tienen acceso a pasturas se reducen los problemas de úlceras estomacales e ileales en el pie de cría.
- La presencia de los cerdos incrementa la actividad biológica del suelo, favoreciendo el desarrollo de la fauna propia del suelo.

Desventajas:

- Es difícil manejar a los animales individualmente y controlarlos no es fácil.
- El lodo y la humedad pueden aumentar la mortalidad de lechones.
- Los depredadores pueden ser difíciles de controlar.
- Los problemas reproductivos pueden ser más difíciles de detectar.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE MARRANAS MANTENIDAS EN EXTERIOR

La mayor preocupación acerca de los sistemas de producción del pie de cría en sistemas en exterior esta relacionado con la productividad. Algunas veces la producción del pie de cría en sistemas en exterior ha estado asociada erróneamente con una mayor mortalidad de lechones.

La mortalidad de lechones observada durante la lactancia en los sistemas de producción en exterior puede estar asociada a falta de atención por el personal encargado (Berger *et al.* 1997). Basso *et al.* (1995) reportaron que se redujo la mortalidad de los lechones lactantes desde 27,8 % hasta 17,7 % cuando se implementaron mejoras en el manejo zootécnico.

También se menciona que los cambios climáticos pueden afectar negativamente la supervivencia de los lechones. Por ejemplo en Argentina, cambios estacionales incrementan la mortalidad desde 12,6 % en primavera hasta 19,9 % en el verano (Vieites *et al.* 1994).

Sin embargo, en el Reino Unido se ha observado que la productividad de las marranas mantenidas en exterior es similar al de las marranas mantenidas en interior (Cuadro 1). Mas aun, se observa mayor fertilidad y menor mortalidad de lechones y de marranas en los sistemas de producción en exterior (Meat and Livestock Comisión 1998).

Cuadro 1. Comportamiento productivo de parras criadas en exterior e interior en el Reino Unido

	Exterior	Interior
Mortalidad de marranas (%)	2,70	5,1
Servicios exitosos (%)	92,4	84,4
Camadas/marrana/año	2,24	2,26
Cerdos criados/marrana/año	21,70	22,0
Numero promedio de cerdos nacidos vivos/camada	10,83	10,95
Promedio de cerdos nacidos muertos/camada	0,80	0,88
Mortalidad de lechones	10,80	11,30

(Meat and Livestock Commission 1998)

Cuadro 2. Cambios de peso vivo de la marrana y comportamiento de la camada en marranas mantenidas en dos sistemas de producción en el trópico Mexicano

	Exterior	Interior	ESM
Peso a la monta (kg)	149	169	3,42 *
Peso después del parto (kg) ^a	155	157	2,23
Pesos después del destete (kg) ^a	150	145	3,20
Lechones Nacidos totales	9,9	9,3	0,49
Lechones Nacidos vivos	9,6	9,0	0,47
Peso de la camada al nacimiento (kg)	13,3	11,9	0,61
Lechones destetados	7,6	7,5	0,33
Peso de la camada al destete (kg)	38,2	43,1	1,72

* <0,05; ESM Error Estandar del promedio

^a Medias ajustadas, utilizando como covariable el peso a la monta.

Rodríguez Vivas *et al.* (2001)

Más recientemente en un trabajo realizado en Mérida, Yucatán, Rodríguez Vivas *et al.* (2001) obtuvieron resultados similares en cuanto a cerdos nacidos vivos por camada y lechones destetados en marranas primerizas que gestaron y lactaron en un sistema de producción en exterior en comparación a un sistema de producción en interior (Cuadro 2).

CONDUCTA ETOLÓGICA DE MARRANAS MANTENIDAS EN EXTERIOR

Los sistemas de producción intensivos con un alto nivel de tecnificación frecuentemente imponen severas limitaciones al repertorio de conductas que normalmente muestran los cerdos. Los sistemas de producción en exterior, por otro lado, permiten condiciones ambientales para que los cerdos demuestren conductas más naturales. Según Stolba y Wood-Gush (1989), los cerdos mantenidos en exterior muestran un amplio repertorio de conductas relacionadas con el pastoreo.

La conducta asociada al pastoreo que se observa en los cerdos mantenidos en exterior varía de acuerdo con la etapa productiva de los animales. Se ha observado que las marranas gestantes dedican más tiempo a pastorear que marranas en otras etapas del ciclo reproductivo. Esto probablemente se debe a que las marranas preñadas son alimentadas generalmente con cantidades restringidas de alimento, las cuales aunque llenen los requerimientos

nutricionales de los animales, no satisfacen su apetito (Buckner *et al.* 1998).

Los sistemas de producción de cerdos en exterior permiten el acceso a forrajes que pueden contribuir a disminuir la sensación de hambre en animales sub-alimentados. Ramonet *et al.* (1999) mencionan que la alimentación de cerdos con dietas fibrosas reduce la incidencia de conductas orales (mordisqueo) repetitivas. Los resultados de estos autores muestran que la utilización de dietas altas en fibra reduce la motivación de alimentación en marranas preñadas. En consecuencia, el consumo de forraje durante el pastoreo en los sistemas de producción en exterior pueden contribuir a reducir las actividades estereotípicas relacionadas con el hambre y observadas con frecuencia en los sistemas de producción en interior. Cabe mencionar, que el consumo de forraje puede reducir la conducta estereotípica solamente si los requerimientos nutricionales de los animales han sido satisfechos (Robert *et al.* 1997).

También, el proporcionar acceso a las marranas a un a fuente regular de forraje puede reducir problemas asociados a inflamaciones y úlceras estomacales e intestinales.

MANEJO ALIMENTICIO DE CERDOS MANTENIDOS EN EXTERIOR

El plano nutricional tiene una gran influencia sobre la composición corporal de los cerdos. Un correcto programa de alimentación mejorara el desarrollo corporal

VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos

de los cerdos sin causar excesos que se traduzcan después en pérdidas de nutrimentos.

El balance de energía en cerdos mantenidos en exterior en condiciones de clima templado se puede considerar como sigue:

$$RE = M + A + P + C + T$$

Donde:

RE = Requerimiento de energía.

M = Energía para mantenimiento.

A = Energía para las actividades físicas de los cerdos mantenidos en exterior.

P = Energía para el desarrollo de los tejidos corporales de importancia económica y de productos de la concepción en marranas gestantes.

C = Energía para crecimiento.

T = Energía para mantenimiento de la temperatura corporal.

Sin embargo, el balance de energía en cerdos mantenidos en un sistema en exterior en climas tropicales puede ser diferente.

Primero, en climas tropicales cuando la temperatura ambiente disminuye por debajo de la zona de termoneutralidad los cerdos deben incrementar su producción de calor para mantener su temperatura corporal. El incremento en la producción de calor significa un incremento en el consumo de energía. Sin embargo, en climas tropicales no se necesita una cantidad extra de energía para mantener la temperatura corporal. Mas aun, un consumo excesivo de energía

incrementaría el estrés calórico.

Por lo tanto, el balance de energía en cerdos mantenidas en exterior en condiciones de clima tropical se puede considerar como sigue:

$$RE = M + A + P + C$$

Donde:

RE = Requerimiento de energía.

M = Energía para mantenimiento.

A = Energía para las actividades físicas de cerdos mantenidas en exterior.

P = Energía para el desarrollo de los tejidos corporales de importancia económica y de productos de la concepción en marranas gestantes.

C = Energía para crecimiento.

Segundo, los cerdos expuestos a altas temperaturas reducen su actividad física para reducir la producción de calor (Knap 1999). Adicionalmente, la energía gastada en actividades pastoriles no representan más del 6 % de la energía para mantenimiento en condiciones tropicales y puede ser proporcionada por el forraje consumido durante el pastoreo (Santos 1999).

En el Cuadro 3 se presenta un balance entre la energía gastada y la energía que se obtiene del pasto consumido durante el pastoreo de marranas preñadas mantenidas en exterior.

Por lo tanto, si se asume una menor actividad física en condiciones tropicales y que el pasto puede cubrir esta demanda

Cuadro 3. Estimación de la contribución del pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) a los requerimientos de energía para actividad física de marranas gestantes mantenidas en exterior

Concepto	
Peso vivo de la marrana (kg)	130
Tiempo pastoreando por día (min/día) 1	100
Consumo de pasto estrella (kg/día) 2	0,35
ED consumida del pasto estrella (MJ/día) 3	1,1
Energía gastada en actividades físicas (MJ/día) 4	1,0
Balance 5	+ 0,1

¹ Tiempo promedio pastoreando por día en condiciones de trópico según Santos (1999).

² Consumo promedio de pasto bajo condiciones tropicales según Santos (1999).

³ ED del pasto estrella (5.5 MJ/kg de MS) x consumo de pasto estrella (kg/día) (Santos, 1999).

⁴ 0.00027 MJ de ED/minuto pastoreando/kg^{0.75} de la marrana (Noblet *et al.* 1993).

⁵ Diferencia entre la energía consumida del pasto estrella y la energía gastada durante el pastoreo.

energética, el balance de energía de cerdos mantenidos en un sistema de producción en exterior (pastoreo) bajo condiciones tropicales puede ser expresado de la siguiente manera.

$$RE = M + P + C$$

Donde:

RE = Requerimiento de energía.

M = Energía para mantenimiento.

P = Energía para el desarrollo de los tejidos corporales de importancia económica y de productos de la concepción en marranas gestantes.

C = Energía para crecimiento.

Este balance esta de acuerdo con los resultados de Santos (1999), quien observó que los cambios de peso vivo, grasa dorsal y comportamiento productivo fueron similares entre marranas mantenidas en interior y exterior a un nivel similar de consumo de energía durante la gestación.

CICLO DEL NITRÓGENO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CERDOS EN EXTERIOR

En este sistema de producción de cerdos, se favorece el flujo del nitrógeno del animal al suelo, del suelo a los cultivos y de

los cultivos al animal a través del pastoreo.

La proteína del alimento es la principal entrada de N al sistema de producción de cerdos, y la segunda entrada es la deposición atmosférica, la cual puede ser de 35 kg N/ha/año (Goulding 1990). En las excretas de cerdos, la mayor parte del N está presente en forma de urea por la orina excretada. El N de las heces comprende N indigestible de la dieta, N endógeno y N microbial (Jongbloed *et al.* 1999). El nitrógeno excretado por los animales se puede integrar a los cultivos y regresar a los animales como alimento. Pero parte del nitrógeno se puede perder en el medioambiente por volatilización y lixiviación principalmente (Figura 1).

Van Der Holm (1975) reportó que la volatilización de amoníaco es el principal proceso responsable de pérdidas de N y puede alcanzar 65% en las excretas. Las excretas de cerdo son sumamente susceptibles a la volatilización de NH₃ y consecuentemente pérdidas de N. Los efluentes de cerdo tienen un contenido de MS de aproximadamente 10,5% y una concentración total de N de 4000 a 9000 mg/L (Overcash y Humenik 1983, Westerman *et al.* 1987). De este contenido total de N, el 50% se encuentra en forma de

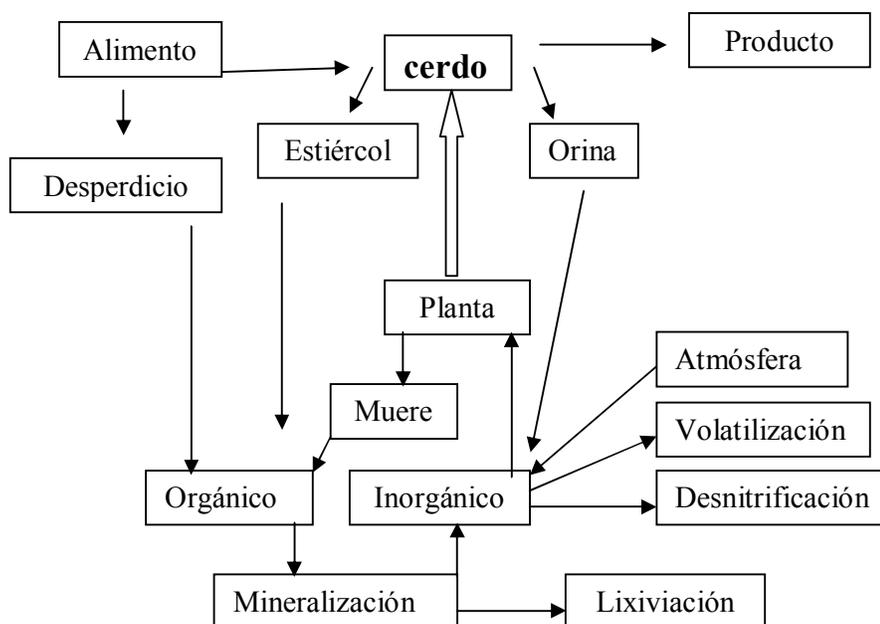


Figura 1. Ciclo de Nitrógeno en sistemas de producción de cerdos en exterior

NH_4^+ . El pH neutral de las excretas puede incrementar la disociación de NH_4^+ , con la pérdida de un ion H y el NH_3^- se volatiliza cuando es expuesto al aire (Barrington y García Moreno 1995).

Según Worthington y Danks (1992), el total de N depositado en el suelo en los sistemas de cerdos en exterior en Europa es de 541 kg N/ha/año. Sin embargo, no todo este N es inmediatamente convertido a N inorgánico. A veces sólo una pequeña parte es disponible y otra parte se pierde en forma de gas como amoníaco y óxido nitroso. Las pérdidas por gases es de un máximo de 122 kg N/ha/año; entonces 419 kg N/ha/año están disponibles para la nitrificación o lixiviación (Worthington y Danks 1992). El problema de la lixiviación del nitrógeno excedente es que puede percolar a los mantos acuíferos que son usados para proporcionar agua al público (Worthington y Danks 1992).

Las excretas de cerdos son especialmente susceptibles a la amonificación por causa de la rápida degradación microbial. Una vez que las excretas son esparcidas por la tierra la volatilización del NH_3 de las excretas de cerdo se relaciona con el pH, textura del suelo, temperatura ambiental e incidencia de lluvia. Beochamp y Kidd (1978) encontró que la temperatura del ambiente fue el factor más influyente, promediando un 40% de pérdidas de N.

Algunos autores proponen que para reducir los altos niveles de N en las excretas se tomen medidas nutricionales que ayuden a reducir la excreción de N como: incrementar la digestibilidad de las dietas, reducir los niveles de proteína en la dieta de los cerdos y utilizar aminoácidos sintéticos (Kreuzer *et al.* 1998, Paik 1999).

También, hay que considerar que diversos factores propios del animal influyen sobre la cantidad de nitrógeno excretado por día. Por ejemplo: el peso de los animales, conforme aumenta el peso de los animales aumenta el consumo de alimento y por consecuencia aumenta la excreción de nitrógeno por día; número de partos del animal, marranas primíparas requieren más proteína/día en comparación a marranas

multíparas; el sexo; las marranas requieren dietas más altas en proteína en comparación a los machos castrados, y los machos enteros pueden retener mas proteína que las marranas y los machos castrados.

ESTIMACION DE LA CARGA ANIMAL EN UN SISTEMA DE PRODUCCION DE CERDOS EN EXTERIOR

Esta estimación de la carga animal de marranas gestantes se realizó en función a la entrada de nitrógeno al sistema y la excreción de nitrógeno por las heces y la orina cuando los cerdos se encuentran en un sistema en exterior y las excretas son depositadas directamente al suelo a través del pastoreo. Esta idea propone que los animales se mantengan en un sistema de pastoreo rotacional continuo y que las excretas que son depositadas en el suelo sean utilizadas por un pasto, en este caso se propone el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Según Santos (1999), las marranas gestantes excretan alrededor de 25 g N/día cuando son alimentadas con dietas a base de maíz y soya, con esta propuesta se pretendería mantener aproximadamente 68 marranas por hectárea por año (Cuadro 4). Se calcula que se depositarían en el suelo alrededor de 360 kg N/año, promedio que no supera la cantidad de N establecida para suelos arables en países donde existe una reglamentación para el uso de las excretas y efluentes porcinos.

De los 360 kg N/año depositados en forma de excretas, 210 kg N serían en forma de urea (orina) y el resto (150 kg N) estaría en las heces. Se ha reportado que una parte del N en forma de urea se pierde por volatilización o por lixiviación y otra parte es rápidamente disponible para las plantas. El N contenido en las heces no es disponible tan rápido como el de la urea, ya que sufre un proceso de mineralización y para observar una tasa de liberación del 45-70 % es necesario un período mínimo de incubación de 12 semanas.

Por otro lado, Sanginés (2000) reporta que la características de crecimiento y la alta demanda de nutrientes de los pastos del género *Cynodon*, permiten utilizar a estos

Cuadro 4. Estimación de la carga animal en función a la excreción de N en marranas gestantes

Proteína Cruda en la dieta	(16 %) 160 g/kg
Consumo de PC por día	(2 kg de alimento) 320 g/día
Consumo de N por día	51,2 g/día
N retenido por día	(50 %) 25,6 g/día
N total excretado por día	(50 %) 25,6 g/día
N excretado en las heces	8,7 g/día
N excretado en la orina	16,9 g/día
N excretado en forma de urea/marrana/año	6,2 kg
N excretado en las heces/marrana/año	3,2 kg
Asumiendo una volatilización de aproximadamente 50 % del nitrógeno excretado en forma de urea.	3,1 kg de N/marrana/año
Asumiendo una tasa de mineralización del 70 % del nitrógeno en las heces.	2,2 kg de N/marrana/año
Total de N excretado/marrana/año	5,3 kg de N/marrana por año
Asumiendo una fertilización de 360 kg de N/hectárea	Carga animal de 68 marranas/hectárea/año

pastos como transformadores de los nutrientes contenidos en las excretas incrementando la producción de forraje, mejoran su calidad nutritiva y aumentan la capacidad de carga animal.

En Yucatán se ha reportado que el pasto estrella produce alrededor de 11 ton MS/ha/año con un 13 % aproximadamente de proteína cruda (Sarmiento 1986). Esto quiere decir que el pasto extrae alrededor de 230 kg N/año que pueden ser aportados para su producción tanto del N en forma de urea como del N de las heces que se mineralizará en forma continua y será disponible en un tiempo posterior.

El consumo de pasto estimado para cerdos mantenidos en exterior es de 370 g MS/día (Santos 1999, Mora 2000) y el consumo al año de MS sería de 9,2 ton MS/año que serían proporcionadas en su totalidad por la MS producida en el potrero.

La deposición de excretas debe de ser controlada para que no exceda los niveles aceptables de minerales y MO para el suelo, ya que en ocasiones la deposición excesiva de excretas en el suelo supera hasta por el doble la capacidad de amortiguamiento (utilización) de N en el suelo. En Holanda las recomendaciones son de usar alrededor de 400 kg N/ha/año (como fertilizante, excretas o la combinación de ambos) dependiendo el tipo de suelo, cultivo y la frecuencia y cantidad de las lluvias (Whitehead 1995). Según Edwards *et al.* (1998) la carga animal

utilizada bajo condiciones comerciales de producción de cerdos en exterior en Inglaterra, propicia que se depositen en el suelo tres veces más nitrógeno (500 kg/hectárea/año) que las recomendaciones de la Comunidad Europea (170 kg de N/hectárea/año). Sin embargo ellos mencionan que los riesgos de contaminación ambiental se controlan eficientemente manteniendo una vegetación de cobertura en la pradera.

Bajo condiciones tropicales es posible mantener cargas animales más altas que en países templados, pues la tasa de crecimiento de los pastos y la demanda de nitrógeno puede ser mayor.

CONCLUSIONES

Las evidencias demuestran que es posible tener un sistema de producción de cerdos en exterior con niveles óptimos de producción y acoplado a las condiciones ambientales que imperan en el trópico. Sin embargo es necesaria más investigación al respecto para poder dar recomendaciones acertadas en cuanto a la carga animal que se debe utilizar para mantener el balance entre el nitrógeno que entra al sistema y el nitrógeno que el suelo puede amortiguar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basso, C.P. Vieites, C.M. y Dupont, J. 1995. Transformation of an extensive traditional pig farm in Argentina into a pastoral

- system of intensive breeding. *Pig News and Information*. 16:127-129.
- Beochamp, E. G. y Kidd, G. E. 1978. Ammonia volatilization from sewage sludge applied in the field. *Journal of Environmental Quality* 7: 141-146.
- Berger, F., Dagom, J., Le Denmat, M., Quillien, J.P., Vaudelet, J.C. y Signoret, J.P. 1997. Perinatal losses in outdoor pig breeding . A survey of factors influencing piglet mortality. *Annales de Zootechnie*. 46:321-329.
- Buckner, L.J., Edwards, S.A. y Bruce, J.M. 1998. Behaviour and shelter use by outdoor sows. *Applied Animal Behaviour Science*. 57:69-80.
- Edwards, S.A., Jamieson, W., Riddoch, I. y Watson, C.A. 1998. Effect of nose ringing and dietary modification in outdoor pig production on temporal changes in soil nitrogen status. In: *Proceedings of the British Society of Animal Science 1998*. British Society of Animal Science. p. 42.
- Goulding, K.W.T. 1990. Nitrogen deposition to land from atmosphere. *Soil Use and Management* 6: 61-63.
- Jongbloed, A.W., Poulsen, H.D., Dourmat, J.Y. y VanDer Peet-Schwering, C.M.C. 1999. Environmental and legislative aspects of pig production in the Netherlands, France and Denmark. *Livestock Production Science* 58: 243-249.
- Knap, P.W. 1999. Simulation of growth in pigs: evaluation of a model to relate thermoregulation to body protein and lipid content and deposition. *Animal Science*. 68:655-680.
- Kreuzer, M., Machmuller, A., Genderman, M. M., Hanneken, H. y Wittman, M. 1998. Reduction of gaseous nitrogen loss from pig manure using feeds rich in easily-fermentable non-starch polysaccharides. *Animal feed science and technology* 73: 1-19.
- Le Denmat, M., Dagom, J., Aumaitre, A. and Vaudelet, J.C. 1995. Outdoor pig breeding in France. *Pig News and Information*. 16:13N-16N.
- Meat and Livestock Commission. 1998. MLC Pig Yearbook 1998. Meat and Livestock Commission. United Kingdom. p. 53.
- Mora, A. A. 2000. Comportamiento productivo de cerdos mantenidos en exterior (pastoreo) alimentados con dos dietas diferentes y estimación del potencial de mineralización del N de las excretas de cerdos en el suelo. Tesis de Mestria. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autonoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Noblet, J., Shi, X.S. and Dubois, S. 1993. Energy cost of standing activity in sows. *Livestock Production Science*. 34:127-136.
- Overcash, M. R. F. y Humenik, F. J. 1983. Swine industry. *Livestock Waste Management* .201-205.
- Paik, I. K. 1999. Strategies to reduce environmental pollution from animal manure: Nutritional management option-review. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 12: 657-666.
- Postgate, J. 1998. *Nitrogen Fixation*. 3ª Ed. Cambridge University Press. UK. pp. 3-5.
- Ramonet, Y., Meunier-Salaun, M.C. y Dourmand, J.Y. 1999. High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilisation and effects on the behavior of the animals. *Journal of Animal Science*. 77:591-599.
- Robert, S., Rushen, J. y Farmer, C. 1997. Both energy content and bulk of food affect stereotypic behaviour, heart rate and feeding motivation of female pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 54:161-171.
- Rodríguez Vivas, L., Ortega Pacheco, A., Machain Williams, C. Y.y Santos Ricalde, R. 2001 Parásitos gastrointestinales en marranas mantenidas en dos sistemas de producción (interior y exterior) en el trópico mexicano. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/5/rodr135.htm>
- Sanginés, G.J.R. 2000. Producción ovina y productividad del pasto estrella de Africa variedad Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) abonado con agua residual de origen porcino. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y

- Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatan. México. pp. 110-123.
- Sansoucy, R. 1993. The FAO programme for better utilization of local feed resources in developing countries. In: Proceedings VII World Conference on Animal Production. Vol. 1. The World Association for Animal Production. Edmonton, Canada. p. 77.
- Santos R. H. 1999. The effect of energy supply during pregnancy on productive performance, grazing behaviour and forage intake of sows kept in an outdoor system under tropical conditions. Tesis de doctorado. Wye college, London University.
- Sarmiento, F. L. 1986. Evaluación del crecimiento primario y calidad del forraje de pasto estrella de Africa (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona henequenera de Yucatán. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Stolba, A. y Wood-Gush, D.G.M. 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Animal Production*. 48:419-425.
- Thornton, K. 1988. Outdoor pig production. Farming Press Limited. Ipswich, Suffolk, Great Britain. pp. 206.
- Van Der Holm, D. H. 1975. Nutrient losses from livestock waste during storage treatment and handling. In: *3rd Symposium on livestock waste management*. Chicago, USA. pp. 75.
- Vázquez, E. y Mejía, S. G. 1992. Impacto ambiental de las granjas porcícolas en el estado de Yucatán. *Gaceta Universitaria* 4:19-21.
- Vieites, C.M., Dupont, J., Basso, L.R. y Basso, C.P. 1994. The pastoral system of intensive breeding in Argentina. *Pig News and Information*. 15:95N-97N.
- Westerman, P. W., Larry, D., King, J., Burns, C., Cummings, G. A. y Overcash G. M. 1987. Swine manure and lagoon effluent applied to a temperate forage mixture. *Journal of Environment Quality* 16: 107-112.
- Whorington, T. R. y Danks, P. W. (1992). Nitrate leaching and intensive outdoor pig production. *Soil and management* 8: 56-60.