

EFFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL EN LA SOBREVIVENCIA DE LECHONES EN LACTANCIA EN CONDICIONES RURALES

Jaime Jesús Solano Vergara^{1*}, Agustín Orihuela Trujillo², Fernando Iván Flores Pérez²,
Virginio Aguirre Flores², Reyes Vázquez Rosales²

¹Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 154 de Huitzilac, Morelos, México. Calle Prolongación Benito Juárez s/n centro. Correo- e: jsolano_ver@hotmail.com

²Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

* Autor para correspondencia.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si el enriquecimiento ambiental durante la lactancia reduce la mortalidad de lechones por aplastamiento. Se evaluaron ramas de guamuchil (*Pithecelobium dulce*) como un factor de enriquecimiento ambiental para los lechones atrayéndolos hacia un área segura durante la lactancia evitando ser aplastados. En el grupo tratado, 10 cerdas utilizaron la corraleta de maternidad "con enriquecimiento ambiental" (CEA), en una "área de seguridad" (AS) en la cual no tiene acceso la hembra y consistió en utilizar 16 ramas de la leguminosa arbustiva guamuchil. En el grupo control, 10 cerdas utilizaron la corraleta "sin enriquecimiento ambiental" (SEA), en la cual no se encontraban ramas de guamuchil. El número promedio de lechones nacidos vivos/camada fue el

mismo ($P > 0.08$) entre los grupos (10.2 ± 1.1 vs. 11.1 ± 1.1). En cambio, hubo más ($P < 0.01$) lechones muertos (1.8 ± 0.9 vs. 3.8 ± 1) en el grupo control y más ($P < 0.01$) lechones destetados por camada (8.4 ± 0.4 vs. 7.3 ± 0.6) en el grupo tratado. La mortalidad de lechones durante la lactación fue inferior ($P < 0.04$) para el grupo tratado (17 vs. 34.8%). El número promedio de veces/hora que los lechones ingresaron al AS fue mayor ($P < 0.01$) para el grupo tratado (8.9 ± 0.4 vs. 1 ± 0.2 veces) y representó un incremento de 700% durante la fase experimental. El número promedio de veces/hora/semana que los lechones ingresaron al AS fue mayor ($P < 0.01$) para el grupo tratado en cada una de las cinco semanas de observación. El uso de ramas de guamuchil como enriquecimiento ambiental incrementa la sobrevivencia de los lechones durante la lactancia atrayéndolos al área de seguridad.

Recibido: 12/09/2008; Aceptado: 24/09/2008.

Palabras clave: Lechones, enriquecimiento ambiental, tasa de mortalidad, aplastamiento.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine whether or not environmental enrichment during lactation would reduce crushes in suckling piglets upon weaning. Branches of "Guamuchil" (*Pithecellobium dulce*) were evaluated as environmental enrichment to attract piglets toward a safety area reducing crushing risk. The treatment group (CEA) consisted in ten sows housed individually in maternity pens during six weeks of lactation. In an area of the pen where only piglets could access, Guamuchil branches were located and weekly renewed. The control group was conformed by different sows, kept as in the former group, but no environmental enrichment (SEA) was used. The average number of newborns/deliver was similar ($P>0.08$) between treated and control groups (10.2 ± 1.1 vs. 11.1 ± 1.1 , respectively), while less piglets ($P<0.01$) were found dead by crushing (1.8 ± 0.9 vs. 3.8 ± 1.0), resulting in more weaned pigs (8.4 ± 0.4 vs. 7.3 ± 0.6) in the CEA group in comparison with control animals. Mortality rate was significantly ($P<0.04$) reduced by treatment (34.8 vs. 17.0%, in CEA and SEA groups, respectively). Piglets in the CEA group got more times into the safety area ($P<0.01$) than control piglets (8.9 ± 0.4 vs. 1.0 ± 0.2 times/hour), representing a 700% increase. In each of the five weeks of observation, piglets in the CEA group got more times ($P<0.01$) into the safety pen than those in the control group. It was concluded that the use of Guamuchil branches as environmental enrichment increase survival chances of suckling piglets attracting them to safety areas of lactation pens.

Key words: *Piglets, environmental enrichment, mortality rate, crushing.*

INTRODUCCIÓN

La mortalidad provocada por el aplastamiento de lechones durante la lactancia es la principal merma en los

sistemas intensivos con cerdas mantenidas en confinamiento (Wechler y Hegglin, 1997; Valros *et al.*, 2003; Damm *et al.*, 2005). El espacio reducido de los corrales es la causa más frecuente de que los lechones mueran por aplastamiento (Van Putten, 1989; Hötzel *et al.*, 2004), alcanzando tasas al destete del 19% (Edwards y Zanella, 1996).

El área de nido o de seguridad para los lechones es un apartado donde la hembra no puede tener acceso y en confinamiento es una alternativa de enriquecimiento ambiental (Cronin *et al.*, 1998; Herskin *et al.*, 1998) que disminuye la mortalidad por aplastamiento hasta un 10% (Weary *et al.*, 1998). Por otro lado el caucho, cuerdas, madera y paja son algunos materiales empleados en el enriquecimiento ambiental en los porcinos (Millet *et al.*, 2005; Bracke, 2006). Estos han demostrado incrementar la actividad locomotora en los lechones y su capacidad para explorar el ambiente (Bracke, 2006).

La posibilidad de atraer a los lechones mediante estos estímulos donde la madre no pueda aplastarlos al echarse ofrece ventajas en reducir el número de muertos y mejorar el bienestar animal de los lechones.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar ramas de guamuchil como un "atrayente" para los lechones hacia áreas seguras durante la lactancia en sistemas de producción rural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una granja porcina en Xoxocotla Morelos, México, ubicada a $18^{\circ} 37' N$ y $99^{\circ} 19' W$, con un clima Aw'' o (w) (e) g, cálido subhúmedo con lluvias en verano y con una temperatura media anual entre 22 y $24^{\circ} C$, con una precipitación promedio anual de 800 mm y se encuentra a 899 m sobre el nivel del mar (García, 1978).

La corraleta de maternidad medía 12 m² (3 x 4 m) con piso de tierra y estaba cubierta con un entrerramado de zacate de arroz (*Oriza sativa*) a una altura aproximada de 1.70 m. Se utilizaron 20 cerdas Landrace x Yorkshire de tercer parto nacidas en la granja. El manejo consistió en introducir a una cerda a la corraleta de maternidad un día antes del parto. Al nacimiento cada lechón se limpió e identificó con un número pintado en los costados y se ubicó en una teta para iniciar su amamantamiento. Al término del parto se recogió la placenta y se limpió el sitio. La corraleta era limpiada una vez al día a las 7:30 horas, retirando el estiércol con pala.

Las cerdas eran alimentadas en una sola ocasión a las 8:00 horas diariamente durante 6 semanas de lactación con 4.5 kg de maíz molido. La cerda que estaba próxima a parir se incluyó en el experimento en forma alternada a un tratamiento en el momento que terminaba el periodo de 6 semanas de lactación de la cerda que le antecedía.

En el grupo tratado, 10 cerdas utilizaron la corraleta de maternidad “con enriquecimiento ambiental” (CEA), que consistió en colgar 16 ramas frondosas con hojas de la leguminosa arbustiva guamuchil (*Pithecelobium dulce*) que abunda en la región, no tiene costo y se emplea como forraje para los animales (Monroy y Colín, 2004).

La distancia entre ramas era de 32 cm y estaban separadas del suelo 10 cm durante la segunda y tercera semana de lactancia y 15 cm las tres semanas restantes. Las ramas eran remplazadas por otras con la misma frondosidad de hojas cada semana para mantenerlas en las mismas condiciones. Las ramas fueron protegidas de la cerda con una serie de tubos colocados en posición vertical, de 1 m de alto que limitaban una superficie de 1.5 x 1.5 m (2.25 m²), los tubos estaban separados a .30 m sólo para que los

lechones tuvieran acceso al área de seguridad (AS) (Figura 1).

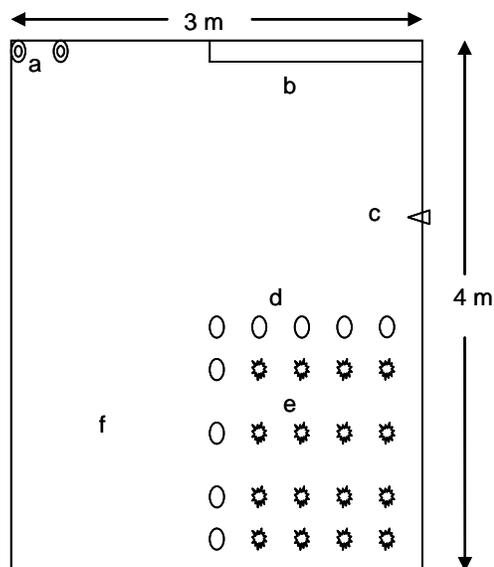


Figura 1. El corral de la cerda y la camada. a, puerta de acceso; b, comedero para la cerda; c, bebedero de chupón para la cerda; d, área de seguridad con tubos verticales; e, ramas de guamuchil; f, área de deyecciones.

En el grupo control, 10 cerdas utilizaron la corraleta “sin enriquecimiento ambiental” (SEA), en la cual no se encontraban las ramas de guamuchil dentro de la serie de tubos en el área de seguridad.

El número de veces que los lechones ingresaban al AS se registró a partir de la segunda semana de edad tres veces al día, de 9:30 a 10:05, de 14:00 a 14:35 y de 17:30 a 18:05 horas tres veces por semana (martes, jueves y sábado). Se utilizó el método de muestreo de barrido con registro instantáneo durante 5 minutos por 10 minutos de descanso durante 35 minutos (Banks, 1982) en cada ocasión. Se realizó la necropsia a todos los lechones muertos para verificar que murieron por aplastamiento.

Para comparar el número (promedio \pm E. E.) de veces/hora que ingresó cada lechón al AS por semana y en toda la fase experimental, así como el número (promedio \pm E. E.) de lechones nacidos vivos, muertos y destetados entre grupos se realizó una prueba de "t" (Steel y Torrie, 1985). Para comparar la mortalidad total y por semana (%) entre los grupos se realizó un análisis de varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman X_r^2 (Siegel y Castellan, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSION

El número promedio de veces/hora que los lechones ingresaron al AS fue mayor ($P < 0.001$) para el grupo tratado (8.9 ± 4 vs 1 ± 2 veces) y representa un incremento de 700% de la actividad locomotriz durante la fase experimental.

El número promedio de veces que los lechones ingresaron al AS por hora/semana fue mayor ($P < 0.01$) para el grupo tratado en las cinco semanas de observación, con una tendencia a incrementarse conforme avanzaron las semanas. En el grupo control la tendencia estuvo por debajo de 0.2 (Figura 2).

El número promedio de lechones nacidos vivos/camada fue el mismo ($P > 0.08$) entre los grupos (10.2 ± 1.1 vs 11.1 ± 1.1). En cambio, hubo más ($P < 0.01$) lechones muertos (1.8 ± 0.9 vs 3.8 ± 1) en el grupo control y más ($P < 0.01$) lechones destetados por camada (8.4 ± 4 vs 7.3 ± 6) en el grupo tratado.

La mortalidad de lechones durante las seis semanas de lactación fue inferior ($P < 0.04$) para el grupo tratado (17 vs 34.8%) y correspondieron los mayores valores a la primera semana y se redujo la mortalidad hasta la cuarta. A partir de la quinta no hubo lechones muertos. La mortalidad fue similar ($P > 0.05$) en la primera semana y a partir de la segunda fue mayor

($P < 0.05$) (de doble a sextuple) para el grupo control (Figura 3).

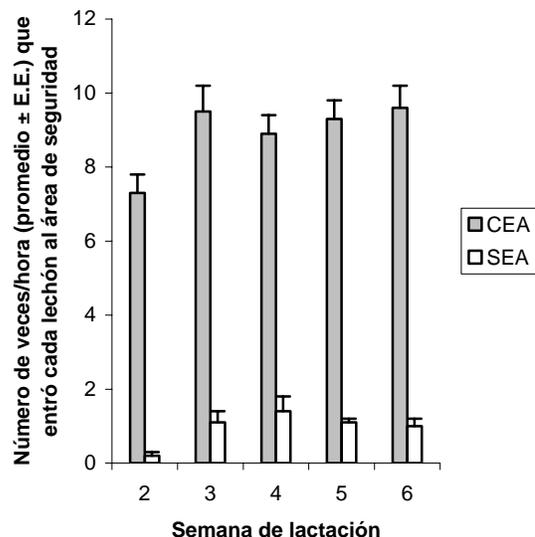


Figura 2. Número de veces/hora (promedio \pm e.e.) que entró cada lechón al área de seguridad entre la 2ª y la 6ª semana de lactación entre los grupos CEA (con enriquecimiento ambiental) y SEA (sin enriquecimiento ambiental). Todas las comparaciones por semana fueron diferentes ($P < 0.01$).

La utilización de ramas de guamuchil como enriquecimiento ambiental para atraer a los lechones a un área segura e incrementar su actividad locomotriz concuerda con Bracke *et al.* (2006) utilizando madera, la cual también es inocua para los lechones.

De acuerdo con Kirkden y Pajor, (2006) cuando los animales obtienen un recurso constantemente, implica que están motivados para conseguirlo, lo cual resultó similar cuando se aproximaban a las ramas de guamuchil. Al incluir un área de seguridad dentro de la corraleta, se modificaron las condiciones ambientales para los lechones, de acuerdo con Swanson (1995) los cambios que logran incrementar la actividad locomotriz repercuten favorablemente en su bienestar.

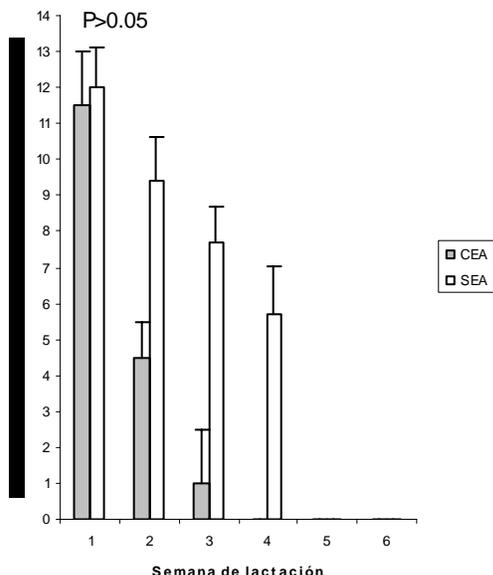


Figura 3. Porcentaje (promedio \pm e. e.) de mortalidad de lechones aplastados durante 6 semanas de lactación entre los grupos CEA (con enriquecimiento ambiental) y SEA (sin enriquecimiento ambiental). Las comparaciones entre los grupos a partir de la segunda semana son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

En las regiones subtropicales resulta costoso utilizar pajas, en cambio las ramas de guamuchil son un recurso disponible, de fácil acceso, sin costo y cumplen el mismo propósito que las pajas en los sistemas donde su disponibilidad se aprovecha para lograr un enriquecimiento ambiental (Millet *et al.*, 2005).

La utilización de ramas de guamuchil, implicó proveer suficiente sustrato para atraer la atención de los lechones, de acuerdo con Rodenburg y Koene, (2007) de esa manera se logra incrementar su actividad locomotriz y de manera particular en este trabajo, que estén alejados de la cerda sobre todo al momento en que esta se echa.

La inactividad es una de las conductas más comunes en los sistemas intensivos en la producción porcina (Millet *et*

al., 2005; Scott *et al.*, 2006; Van de Weerd *et al.*, 2006).

En cambio, en sistemas extensivos la libertad que tienen los animales les permite expresar de manera natural sus conductas (Spinka, 2006) y mantenerse activos como respuesta a una riqueza ambiental (Bolhuis *et al.*, 2006; Dudink *et al.*, 2006; Van de Weerd *et al.*, 2006).

En el presente trabajo, los lechones se aproximaron a las ramas de guamuchil y en mayor proporción conforme avanzaron las semanas, no por la necesidad de buscar alimento, ya que la producción láctea de las cerdas merma después de la sexta semana de lactación (Maletínská y Spinka, 2001; Silerová *et al.*, 2006), sino a un incremento en su conducta de exploración ante objetos novedosos (Hillmann *et al.*, 2003) como fue en el presente estudio con el guamuchil. Es común que los animales presenten una habituación hacia un estímulo y pierdan el interés aunque sea novedoso (Andrade *et al.*, 2001), con el guamuchil los lechones presentaron una frecuencia de visitas al área de seguridad constantes que se mantuvo al menos durante toda la lactancia.

Respecto al promedio de lechones nacidos vivos por camada entre los grupos, no se encontró diferencia ya que las cerdas provenían de la misma granja. El promedio de lechones muertos (aplastados) por camada durante la lactancia registró una diferencia de 2 lechones por camada entre los grupos, lo cual representa 20 animales más de las 10 camadas cuando se utilizó el atrayente vegetativo, lo anterior resulta benéfico económicamente en los sistemas de producción rural.

En corraletas convencionales de crianza, la mortalidad de lechones por aplastamiento es la principal merma (Chaloupková *et al.*, 2007), debido a que los lechones permanecen junto a la cerda la mayor parte del tiempo (Hötzel *et al.*, 2004), por no tener alguna motivación diferente que les permita estar alejados de ella.

Además, la cerda permanece menos tiempo de pié en un corral convencional sin enriquecimiento ambiental, lo cual provoca que se eche continuamente y por lo tanto aplaste a más lechones (Dailey y McGlone, 1997; Herskin *et al.*, 1998; Hötzel *et al.*, 2004).

Al comparar el promedio de lechones destetados por camada se encontró una diferencia de 1 lechón a favor del grupo que utilizó el atrayente vegetativo como enriquecimiento ambiental, que representa contar con 10% más de lechones en el sistema de producción rural.

El porcentaje de mortalidad de los lechones aplastados en la primera semana fue de 11.5 y 12% para CEA y SEA respectivamente. Sin embargo, en los sistemas de producción convencionales e intensivos es común encontrar 10.5% con nido o área de seguridad para los lechones (Weary *et al.*, 1998).

Durante la primera semana de edad los lechones permanecen junto a su madre amamantándose y durmiendo, propiciado porque sus sentidos de la vista y oído aún no están desarrollados (Van Erp-van der Kooij *et al.*, 2000), provocando que el porcentaje de mortalidad por aplastamiento sea mayor (Wechler y Hegglin, 1997), lo cual concuerda con los resultados del presente estudio.

La mortalidad de las primeras tres semanas en el CEA fue similar (17 a 18%) a lo encontrado en granjas comerciales que emplean pajas como alimento y cama para cerdas lactando (Damm *et al.*, 2005), en cambio fue superior (29.1%) en el grupo que no empleó el guamuchil como enriquecimiento ambiental.

A partir de la segunda semana de edad los lechones comienzan a jugar y a masticar alimento sólido (Haupt y Wolski, 1982), lo cual se relaciona con una mayor actividad locomotriz y capacidad para manipular de manera táctil/oral su ambiente (McFarland, 1985; Hutson *et al.*, 2000).

Cuando se emplea pajas para enriquecer el ambiente se estimula la conducta de juego en los lechones, lo cual incrementa su nivel de ocupación (Scott *et al.*, 2006) y evita que estén junto a su madre, lo mismo sucedió con el guamuchil que es un recurso más

económico que las pajas. En cambio, en las corraletas que no emplean este tipo de materiales la inactividad de los lechones es motivo de que sean aplastados (Chaloupková *et al.*, 2007).

Dentro de las corraletas de crianza los porcinos dejan un espacio específico para defecar y orinar (Buchenauer *et al.*, 1983) y en los sistemas rurales que no disponen de área de seguridad como son los nidos, se reduce aún más el espacio en donde los lechones puedan permanecer a salvo de ser aplastados por la cerda cuando se echa, ya que instintivamente los lechones distinguen el área de defecar de la de descanso desde etapas tempranas de nacidos (Marx, 1969; Pflug, 1976), buscando echarse o descansar en las mismas áreas donde lo hace su madre.

La corraleta con enriquecimiento ambiental motiva a que los lechones desplieguen conductas orales/nasales para manipular el ambiente (Swanson, 1995), lo cual les permite involucrarse en actividades que rompen la atracción natural por amamantarse en ciertos momentos, en que generalmente se consideran vitales para la sobrevivencia de cada uno de los lechones, debido a que desarrollan habilidades para adaptarse a comer en condiciones competitivas (Gonyou y Lou, 2000). Cuando se presenta un cambio en el comportamiento a favor de incrementar su actividad locomotriz en corraletas de crianza, denota que se encuentran en condiciones de bienestar (Bonde *et al.*, 2001; Morrison *et al.*, 2003), lo que retarda el momento en el que se aproximan a la cerda para amamantarse.

CONCLUSIONES

Los argumentos expuestos permiten concluir que (1) el uso de ramas de guamuchil para el enriquecimiento ambiental de corraletas de crianza atrae la atención de los lechones durante la lactancia, incrementando el número de veces que entran al área de seguridad; y (2) el porcentaje de mortalidad de los lechones disminuye.

La presente propuesta puede considerarse como una herramienta económica de enriquecimiento ambiental que logra obtener una mayor cantidad de lechones destetados y que puede emplearse principalmente en granjas

rurales que no cuentan con tecnologías modernas y que por lo general tienen como prioridad el autoconsumo.

LITERATURA CITADA

Andrade, O., Orihuela, A., Solano, J. and Galina, C. S. 2001. Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 175-181.

Banks, E. M. 1982. Behavioural research to answer questions about animal welfare. *J. Anim. Sci.* 54: 434-446.

Bolhuis, J. E., Schouten, W. G. P. and Schrama, J. W. 2006. Effect of rearing and housing environment on behaviour and performance of pigs with different coping characteristics. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101: 68-85

Bonde, M., Rousing, T. and Sorensen, J. T. 2001. The relationships between disturbed suckling behaviour and clinical appearance in litters of 2-week old piglets. *Proceedings of the 35 th International Congress of the ISAE. UC Davis.* p 232.

Bracke, M. B. M., Zonderland, J. J., Lenskens, P., Schouten, W. G. P., Spolder, H. A. M., Hendriks, H. J. M. and Hopster, H. 2006. Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98: 165-182.

Buchenauer, D., Luft, C. and Grauvogl, A. 1983. Investigations on the eliminative behaviour of piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 9: 153-164.

Chaloupková, H., Illmann, G., Bartos, L. and Spinka, M. 2007. The effect of pre-weaning housing on the play and agonistic behaviour in domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103: 25-34.

Cronin, G. M., Dunsmore, B. and Leeson, E. 1998. The effect of farrowing nest size and width on sow and piglet behaviour and piglet survival. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60: 331-345.

Dailey, J. W. and McGlone, J. J. 1997. Pregnant gilt behavior in outdoor and indoor intensive pork production systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 52: 45-52.

Damm, B. I., Pedersen, L. J., Heiskanen, T. and Nielsen, N. P. 2005. Long-stemmed straw as an additional nesting material in modified Schimid pens in a commercial breeding unit: effect on sow behaviour, and on piglets mortality and growth. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 92: 45-60.

Dudink, S., Simonse, H., Marks, I., de Jonge, F. H. and Spruijt, B. M. 2006. Announcing the arrival of enrichment increases play behaviour and reduces weaning-stress-induced behaviours of piglets directly after weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101: 86-101.

Edwards, S. and Zanella, A. J. 1996. Producao de suinos a oar livre na Europa; produtividade, bem-star e consideracoes ambientais. *A Hora Veterinária.* Ano 16, no. 93.

García, E. 1978. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.

Gonyou, H. W. and Lou, Z. 2000. Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 78: 865-870.

Herskin, M. S., Jensen, K. H. and Thodberg, K. 1998. Influence of environmental stimuli on maternal behaviour related to bonding, reactivity and crushing of piglets in domestic sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58: 241-254.

Hillmann, E., Von Hollen, F., Bünger, B., Todt, D. and Schrader, L. 2003. Farrowing conditions affect the reactions of piglets towards novel environment and social confrontation at weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81: 99-109.

Hötzel, M. J., Pinheiro, F. M. L. C., Machado, W. F. and Costa, D. O. A. 2004. Behaviour of sows and piglets reared in intensive outdoor or indoor systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86: 27-39.

Haupt, K. A. and Wolski, T. R. 1982. *Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists.* First edition. Iowa State University Press. Ames. USA. 356 p.

Hutson, G. D., Ambrose, T. J., Barnett, J. L. and Tilbrook, A. J. 2000. Development of a behavioural test of sensory responsiveness in the growing pig. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66: 187-202.

- Kirkden, R. D. and Pajor, E. A. 2006. Using preference, motivation and aversion test to ask scientific questions about animal feelings. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100: 29-47.
- Swanson, J. C. 1995. Farm animal well-being and intensive production systems. *J. Anim. Sci.* 73: 2744-2751.
- Maletínská, J. and Spinka, M. 2001. Cross-suckling and nursing synchronization in group housed lactating sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75: 17-32.
- Marx, D. 1969. Beobachtungen zur Verhaltensweise von Ferkeln während der mutterlosen Aufzucht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 82: 27-29.
- McFarland, D. J. 1985. *Animal Behaviour*. London. Pitman.
- Millet, S., Moons, C. P. H., Van Oeckel, M. J. and Janssens, G. P. T. 2005. Welfare, performance and meat quality of fattening pigs in alternative housing and management systems: a review. *J. of the Sci. of Food and Agric.* 85: 709-719.
- Monroy, R. y Colín, H. 2004. El guamuchil *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. un ejemplo de uso multiple. *Madera y Bosques.* 10: 35-53.
- Morrison, R. S., Hemsworth, P. H., Cronin, G. M. and Campbell, R. G. 2003. The effect of restricting pen space and feeder availability on the behaviour and growth performance of entire male growing pigs in a deep-litter, large group housing system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83: 163-176.
- Pflug, R. 1976. Geburtsverhalten von Sauen und Verhaltensweisen ihrer Ferkel. *KTBL. Schrift* 208, Darmstadt.
- Rodenburg, T. R. and Koene, P. 2007. The impact of group size damaging behaviours, aggression, fear and stress in farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103: 205-214.
- Scott, K., Taylor, L., Gill, B. P. and Edwards, S. A. 2006. Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 99: 222-229.
- Siegel, S. and Castellan, N. J. 2003. *Estadística no paramétrica. Aplicada a las ciencias de la conducta*. Trillas. México. 437 p.
- Silerová, J., Spinka, M., Sarová, R., Slamová, K. and Algers, B. 2006. A note on differences in nursing behaviour on pig farms employing individual and group housing of lactating sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101: 167-176.
- Steel, R. D. and Torrie, J. H. 1985. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill. México. 622 p.
- Spinka, M. 2006. How important is natural behaviour in animal farming systems?. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100: 117-128.
- Van Erp-Van der Kooij, E., Kuijpers, A. H., Scharama, J. W., Ekkel, E. D. and Tielen, M. J. M. 2000. Individual behavioural characteristics in pigs and their impact on production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66: 171-185.
- Van de Weerd, H. A., Docking, C. M., Day, J. E. L. and Breuer, K. 2006. Effects of species-relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 99: 230-247.
- Van Putten, G. 1989. The pig: A model for discussing animal behaviour and welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22: 115-128.
- Valros, A., Rundgren, M., Spinka, M., Saloniemi, H. and Algers, B. 2003. Sow activity level, frequency of standing-to-lying posture changes and anti-crushing behaviour-within sow-repeatability and interactions with nursing behavior and piglet performance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83: 29-40.
- Weary, D. M., Phillips, P. A., Pajor, E. A., Fraser, D. and Thom, B. K. 1998. Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61: 103-111.
- Wechsler, B. and Hegglin, D. 1997. Individual differences in the behaviour of sows at the nest-site and crushing of piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51: 39-49.