

## *Nota de Investigación*

### **EFEECTO DE LAS HORMONAS OXITOCINA Y PROSTAGLANDINA F<sub>2α</sub> DURANTE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN CERDAS<sup>1</sup>**

*Jay O. Soto-Vélez<sup>2</sup>, Carmen Santana<sup>3</sup>, Melvin Pagán<sup>4</sup> y Vivian Navas<sup>5</sup>*

**J. Agric. Univ. P.R. 91 (1-2):73-80 (2007)**

Durante el verano muchas cerdas experimentan problemas reproductivos tales como anestro, intervalos extendidos de destete-estro, reducidas tasas de concepción y parición y altas tasas de mortalidad embrionaria (Love et al., 1993; Belstra et al., 2002; Tast et al., 2002). A este fenómeno se le conoce comúnmente como infertilidad estacional. Temperaturas ambientales sobre los 27° C reducen el apetito y la producción de leche (Prunier et al., 1997). Renaudeau et al. (2003) afirman que la combinación de altas temperaturas y humedad atmosféricas en climas tropicales tienen un efecto negativo sobre el desempeño de cerdas lactantes.

La infertilidad estacional hoy en día continúa siendo un reto para la industria porcina en Puerto Rico. Debido a nuestro clima tropical, confrontamos temperaturas sobre 27° C durante la mayor parte del año, por lo que es necesario evaluar alternativas que prevengan o reduzcan el efecto que las altas temperaturas tienen sobre la fertilidad en cerdos, ya que esto afecta negativamente los ingresos del productor.

Algunos investigadores han encontrado que el uso de la hormona oxitocina durante la inseminación artificial mejora el desempeño reproductivo en cerdas durante periodos de baja fertilidad (Peña et al., 1998; Willenburg et al., 2003), aunque este resultado no ha sido consistente (Flowers y Esbendashade, 1993). Por otro lado, se ha encontrado que la adición de prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) a la dosis seminal causa un aumento en el tamaño de la lechigada y en la tasa de parición (Peña et al., 2000), pero estos resultados han sido también inconsistentes (Flowers y Esbendashade, 1993). A pesar del efecto positivo en aliviar la infertilidad estacional, obtenido a veces con el uso de estas hormonas, se ha realizado relativamente poca investigación sobre este tópico y los resultados han sido contradictorios.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la adición de oxitocina y PGF<sub>2α</sub> a la dosis seminal durante la inseminación artificial sobre la fertilidad en cerdas primerizas durante dos épocas del año.

El estudio se realizó en las facilidades de la granja de cerdos del Departamento de Industria Pecuaria en la Estación Experimental Agrícola del Recinto Universitario de Mayagüez, en Lajas. Se utilizaron treinta y tres cerdas jóvenes, nulíparas, de las razas Yorkshire (15) y Landrace (18). Todas las cerdas se inseminaron artificialmente con semen colectado en la misma granja. El semen utilizado se obtuvo de dos verracos de la raza Yorkshire mediante la técnica de la mano enguantada y se utilizó sólo la fracción rica en esperma. El semen se evaluó microscópicamente para motilidad y morfología. La

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la junta editorial el 3 de octubre de 2006.

<sup>2</sup>Estudiante Graduado, Departamento de Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, P.O. Box 9030, Mayagüez, PR 00681.

<sup>3</sup>Catedrática Asociada, Departamento de Industria Pecuaria.

<sup>4</sup>Investigador Auxiliar, Departamento de Industria Pecuaria.

<sup>5</sup>Catedrática Asociada, Departamento de Biología.

concentración de espermatozoides se determinó utilizando un hemacitómetro. Una vez evaluado se combinó el semen de ambos verracos y se diluyó en Androhep™. El semen diluido se colocó en una botella plástica de polietileno. El semen así procesado se mantuvo bajo refrigeración a 18° C para ser utilizado durante los próximos tres días. Para llevar a cabo la inseminación se utilizó 50 ml de semen con una concentración mínima de  $3 \times 10^9$  espermatozoides por dosis.

Esta investigación se llevó a cabo durante los meses de marzo a octubre del 2004. Diariamente durante este período, se recolectaron datos de temperatura de bulbo seco. Estos datos se utilizaron para definir las dos épocas de inseminación. La época fresca (marzo a mayo y octubre; n= 16) tuvo una temperatura media mensual  $\leq 25^\circ \text{C}$  y la época caliente (junio a septiembre; n= 17) tuvo una temperatura  $> 25^\circ \text{C}$  (Figura 1). Las cerdas se alojaron en corrales de 29 m<sup>2</sup>, con piso de hormigón, paredes de bloque de cemento y alambre eslabonado y techo de zinc, en grupos de seis a 10 animales. Los animales recibieron diariamente un promedio de 2 kg de un concentrado comercial con un mínimo de 16% de proteína cruda y se les proveyó agua con bebederos de niple. Se detectó celo diariamente mediante observación de "standing heat" y se inseminó el animal aproximadamente una hora después.

Las cerdas detectadas en celo se asignaron al azar a uno de tres tratamientos: control (sin hormona); 4 IU (unidades internacionales) de oxitocina o 4 IU de PGF<sub>2α</sub>, mezclándose la hormona con la dosis seminal justo antes de la inseminación. Las once cerdas por tratamiento recibieron una segunda dosis de semen con el mismo tratamiento hormonal 10 a 12 horas luego de la primera inseminación. Si la cerda repetía el celo en una tercera ocasión luego de ser inseminada en los dos celos anteriores, se removía del experimento.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado. Las variables tasa de concepción, tasa de parición y número de celos repetidos se analizaron mediante una prueba de contingencia (Chi<sup>2</sup>; SAS; SAS, 1992). La tasa de concepción se expresó como la proporción de cerdas inseminadas que quedaron preñadas en el primer o segundo celo y para ambos celos. Similarmente, la tasa de parición fue definida como el número de cerdas preñadas que parieron para el primer o segundo celo y para ambos celos. Para determinar el error estándar (s.e.) de las tasas de concepción y parición se utilizó la siguiente fórmula (Ott y Longnecker, 2001):

$$\text{s.e.} = \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}$$

donde:

$\hat{p}$  es la probabilidad estimada para concepción y parición

n es el número de observaciones

Un modelo Lineal General (PROC GLM) sirvió para determinar diferencias significativas ( $P \leq 0.1$ ) en el número total de cerditos nacidos y cerditos vivos como efecto de tratamiento, raza y época, con edad de semen como covariable. Las variables se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1992).

La oxitocina y la PGF<sub>2α</sub> añadidas a la dosis seminal no tuvieron un efecto significativo ( $P > 0.1$ ) sobre la tasa de concepción al primer o al segundo celo en cerdas primerizas (Cuadro 1). Sin embargo, la tendencia fue hacia una mayor tasa de concepción al primer celo en el grupo tratado con oxitocina. Del total de 11 cerdas utilizadas por tratamiento, las que quedaron preñadas, ya fuera al primer o segundo celo, sumaron 11 para oxitocina, siete para PGF<sub>2α</sub> y nueve para el control (Cuadro 2). En este estudio las cerdas tratadas

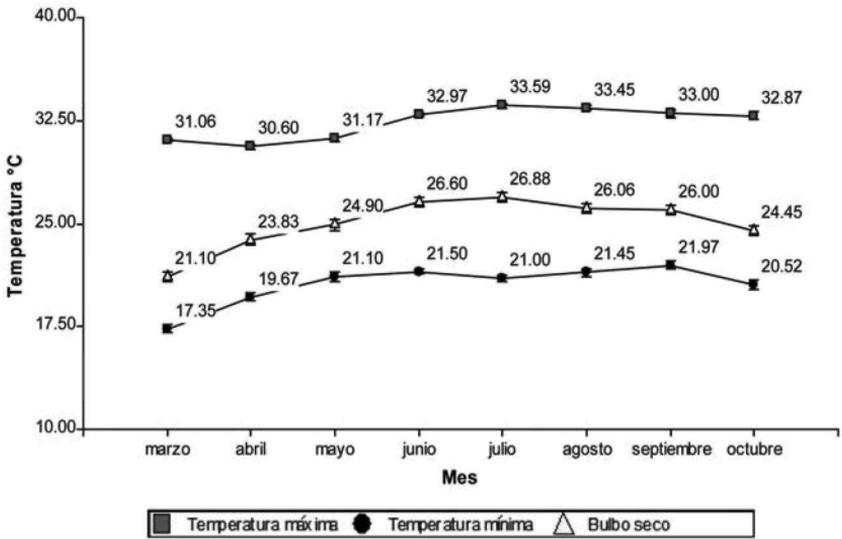


FIGURA 1. Temperaturas máximas, mínimas y bulbo seco en Lajas, Puerto Rico—Experimental (año 2004).

con PGF<sub>2α</sub> mostraron una reducción significativa en la tasa de concepción total en ambos celos ( $63.6 \pm 14.5$ ;  $P \leq 0.1$ ) comparado con el grupo tratado con oxitocina y el grupo control (100 y  $81.8 \pm 11.6$ , respectivamente). Estos resultados contrastan con los obtenidos por otros investigadores los cuales han reportado un aumento significativo en la tasa de concepción para cerdas tratadas con PGF<sub>2α</sub> (Kos y Bilkei, 2004; Horvat y Bilkei, 2003).

Las cerdas Landrace tratadas con PGF<sub>2α</sub> (Cuadro 2) mostraron una reducción significativa en la tasa de concepción ( $60 \pm 22.0$ ;  $P \leq 0.1$ ) comparadas con las tratadas con

CUADRO 1.—Tasa de concepción y de parición para el primer y segundo celo por grupo experimental.

	Grupo Experimental		
	Oxitocina (4 IU)	Prostaglandina F <sub>2α</sub> (4 IU)	Control
Número de cerdas	11	11	11
Primer celo			
Tasa de concepción (%)	$73.7 \pm 13.3$	$45.5 \pm 15.0$	$54.6 \pm 15.0$
Tasa de parición (%)	100.0	100.0	$83.3 \pm 11.2$
Segundo celo			
Tasa de concepción (%)	$27.3 \pm 13.4$	$18.2 \pm 11.6$	$27.3 \pm 13.4$
Tasa de parición (%)	100.0	100.0	100.0

$P > 0.1$ .

CUADRO 2.—Efecto del tratamiento hormonal y la raza en la tasa de concepción y parición de cerdas primerizas.<sup>1</sup>

Descripción	Número de cerdas	Número de cerdas preñadas	Número de cerdas que parieron	Tasa de concepción ± SE	Chi <sup>2</sup> P value	Tasa de parición ± SE	Chi <sup>2</sup> P value
Tratamiento					0.04		0.32
Oxitocina	11	11	11	100.0 a		100.0	
Prostaglandina F <sub>2α</sub>	11	7	7	63.6 ± 14.5 b		100.0	
Control	11	9	8	81.8 ± 11.6 a		88.9 ± 10.5	
Raza					0.25		0.30
Landrace	18	16	15	88.9 ± 7.4		93.8 ± 6.1	
Yorkshire	15	11	11	73.3 ± 11.4		100.0	
Landrace					0.05		0.35
Oxitocina	7	7	7	100.0 a		100.0	
Prostaglandina F <sub>2α</sub>	5	3	3	60.0 ± 21.9 b		100.0	
Control	6	6	5	100.0 a		83.3 ± 15.2	
Yorkshire					0.22		
Oxitocina	4	4	4	100.0		100.0	
Prostaglandina F <sub>2α</sub>	6	4	4	66.7 ± 19.2		100.0	
Control	5	3	3	60.0 ± 21.9		100.0	

<sup>1</sup>Valores en la misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes, P ≤ 0.1.

oxitocina o el control (100%). No se encontraron diferencias significativas en la tasa de concepción asociadas a la raza de las cerdas (Landrace o Yorkshire;  $P > 0.1$ ). El tratamiento tampoco afectó la tasa de concepción durante las épocas de inseminación evaluadas (Cuadro 3,  $P > 0.1$ ). Estos resultados coinciden con los reportados por Belstra et al. (2002) los cuales no encontraron diferencias significativas en la tasa de concepción (94.6 vs. 90.5%,  $P > 0.3$ ) entre las épocas de primavera y verano.

Peña et al. (1998) reportaron que la aplicación de oxitocina a la dosis seminal aumentaba la fertilidad durante los meses de verano. En nuestro estudio la tasa de concepción fue 100% para las cerdas tratadas con oxitocina durante ambas épocas (Cuadro 3).

Todas las cerdas que quedaron preñadas, ya fuera al primer o segundo celo, parieron, excepto una del grupo control que murió antes del parto (Cuadro 1). No se observó ningún efecto significativo de las hormonas oxitocina o  $\text{PGF}_{2\alpha}$  sobre la tasa de parición (Cuadro 2). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Kos y Bilkei (2004) los cuales reportaron un aumento de 21% en la tasa de parición para cerdas tratadas con  $\text{PGF}_{2\alpha}$  comparadas con un grupo control durante un año.

En el presente estudio no se encontraron efectos significativos de la raza de las cerdas ni de la época de inseminación sobre la tasa de parición (Cuadro 2). El tratamiento no afectó significativamente la tasa de parición durante las épocas de inseminación evaluadas ( $P > 0.1$ ). Sin embargo, Peña et al. (1998) observaron un aumento de 18% en la tasa de parición en cerdas tratadas con oxitocina en comparación con un grupo control durante el verano.

Para determinar diferencias significativas en el número total de cerditos nacidos y cerditos vivos, se utilizó la edad del semen como covariable y se incluyó la interacción tratamiento por época, pero al no resultar significativas éstas fueron eliminadas del modelo ( $P > 0.4$ , para total de cerditos;  $P > 0.8$ , para cerditos vivos). La adición de oxitocina o  $\text{PGF}_{2\alpha}$  a la dosis seminal no tuvo ningún efecto significativo sobre el número total de cerditos nacidos y cerditos vivos (Cuadro 4). Sin embargo, hubo un mayor número total de cerditos paridos por las cerdas tratadas con oxitocina y  $\text{PGF}_{2\alpha}$  comparado con el grupo control (Cuadro 4). Se observó una reducción en el número de cerditos nacidos vivos de las cerdas del grupo control. El número promedio de cerditos nacidos vivos en la presente investigación fue menor al promedio de la piara durante ese mismo año ( $\bar{x} = 8.0$ ). Esto puede ser debido a que durante la presente investigación todas las cerdas fueron inseminadas artificialmente, mientras que en el resto del hato el apareamiento suele ser por monta natural. Tummaruk et al. (2000) han reportado una reducción en el número total de cerditos nacidos y cerditos vivos por lechigada asociada a la inseminación artificial comparada con monta natural. Sin embargo, otros investigadores han reportado un promedio de cerditos vivos mayor de ocho utilizando inseminación artificial (Flowers y Alhusen, 1992).

La raza de las cerdas no tuvo un efecto significativo sobre el número total de cerditos nacidos, concordando con los resultados de Tantasuparuk et al. (2005) los cuales no encontraron diferencias significativas para esta misma variable entre las razas Landrace y Yorkshire. Aún cuando el número de cerditos nacidos vivos no fue significativamente diferente asociado a la raza de las madres, se ha encontrado que las cerdas Yorkshire paren un menor número de cerditos vivos por lechigada que las de la raza Landrace (Tantasuparuk et al., 2000). Esta reducción en el número de cerditos vivos puede estar relacionada a una mayor pérdida prenatal (óvulos, embriones, fetos) asociada a condiciones climatológicas tropicales (Tantasuparuk et al., 2005). Los valores obtenidos en la presente investigación para esta variable fueron menores a los reportados por otros investigadores (Tantasuparuk et al., 2000 y 2005; Tummaruk et al., 2000).

La mayoría de las cerdas que fueron inseminadas durante la época fresca parieron durante la época caliente, resultando en un menor número de cerditos nacidos vivos; mientras que la mayoría de las cerdas que fueron inseminadas durante la época caliente parieron durante la época fresca, resultando en un mayor número de cerditos nacidos vi-

CUADRO 3.—Efecto de la época de inseminación y el tratamiento hormonal en la tasa de concepción y parición de cerdas primerizas<sup>1</sup>

Descripción	Número de cerdas	Número de cerdas preñadas	Número de cerdas que parieron	Tasa de concepción (%)	Chi <sup>2</sup> P value	Tasa de parición (%)	Chi <sup>2</sup> P value
Época de inseminación					0.32		0.19
Fresca	16	12	11	75.0 ± 10.8		91.7 ± 8.0	
Caliente	17	15	15	88.2 ± 7.8		100.0	
Oxitocina							
Fresca	6	6	6	100.0		100.0	
Caliente	5	5	5	100.0		100.0	
Prostaglandina F <sub>2α</sub>					0.13		
Fresca	5	2	2	40.0 ± 21.9		100.0	
Caliente	6	5	5	83.3 ± 15.2		100.0	
Control					0.88		0.18
Fresca	5	4	3	80.0 ± 17.9		75.0 ± 21.7	
Caliente	6	5	5	83.3 ± 15.2		100.0	

<sup>1</sup>No se encontraron diferencias significativas, P > 0.1.

CUADRO 4.—Efecto del tratamiento hormonal, raza y época de inseminación sobre el número de cerditos nacidos totales y vivos por lechigada.<sup>1</sup>

Descripción	Cerditos nacidos <sup>2</sup>		
	Número de cerdas	Totales (n) ± SE	Vivos (n) ± SE
<b>Tratamiento</b>			
Oxitocina (4 IU)	11	8.0 ± 1.0	7.3 ± 1.0
Prostaglandina F <sub>2α</sub> (4 IU)	7	10.3 ± 1.3	8.2 ± 1.3
Control	8	7.3 ± 1.2	6.1 ± 1.2
<b>Raza</b>			
Landrace	15	8.7 ± 0.9	7.6 ± 0.9
Yorkshire	11	8.4 ± 1.2	6.8 ± 1.2
<b>Época de inseminación</b>			
Fresca	11	7.9 ± 1.2	5.8 ± 1.2
Caliente	15	9.2 ± 0.9	8.5 ± 0.9

<sup>1</sup>Valores son medias ± SE.

<sup>2</sup>P > 0.1.

vos. Se ha reportado que las cerdas jóvenes son susceptibles al estrés de calor durante la preñez tardía resultando en un menor número de cerditos nacidos vivos y un mayor número nacidos muertos (Omtvedt et al., 1971). Esto podría explicar el porqué en nuestro estudio las cerdas que fueron inseminadas en época fresca tuvieron un menor número de cerditos nacidos vivos (5.8 ± 1.2) comparado con las inseminadas durante la época caliente (8.5 ± 0.9; Cuadro 4).

Aún cuando la época del año en que las cerdas fueron inseminadas no tuvo un efecto significativo sobre el número total de cerditos nacidos y cerditos vivos, en nuestra investigación la temperatura promedio de bulbo seco fue mayor de 21° C durante todo el periodo experimental (Figura 1). El efecto detrimental de altas temperaturas sobre la ovulación, la implantación de embriones y la supervivencia y mortalidad embrionaria ha sido establecido por diversos investigadores (Wildt et al., 1975; Wettemann y Bazer, 1985; Kunavongkrit y Tantasuparuk, 1995; Kunavongkrit et al., 1995). Las temperaturas mayores de 27° C pueden retrasar o impedir el estro, reducir la tasa de concepción e incrementar la muerte embrionaria temprana en cerdas (Myer y Bucklin, 2001). El estrés de calor durante la implantación embrionaria (primeros 13 días luego del empadronamiento) puede reducir la supervivencia embrionaria en un 30% a 40% (Curtis, 1981). El estrés de calor durante las últimas semanas previas al parto puede resultar en un mayor número de cerditos nacidos muertos. En la presente investigación la temperatura máxima promedio registrada durante todo el periodo experimental excedió los 27° C, indicando que las cerdas estuvieron en estrés de calor durante la mayor parte del tiempo.

#### LITERATURA CITADA

- Belstra, B. A., W. L. Flowers y M. T. See, 2002. Effect of season on duration of estrus, time of ovulation, and fertility of sows in a commercial herd. NC State Swine Extension. Annual Swine Report.
- Curtis, S. E., 1981. Environmental management in animal agriculture. Iowa State Univ. Press, Ames. pp. 97-122.

- Flowers, W. L. y H. D. Alhusen, 1992. Reproductive performance and estimates of labor requirements associated with combinations of artificial insemination and natural service in swine. *J. Anim. Sci.* 70:615-621.
- Flowers, W. L. y K. L. Esbendashade, 1993. Optimizing management of natural and artificial matings in swine. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 48:217-228.
- Horvat, G. y G. Bilkei, 2003. Exogenous prostaglandin  $F_{2\alpha}$  at time of ovulation improves reproductive efficiency in repeat breeder sows. *Theriogenology* 59:1479-1484.
- Kos, M. y G. Bilkei, 2004. Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  supplemented semen improves reproductive performance in artificially inseminated sows. *Anim. Reprod. Sci.* 80:113-120.
- Kunavongkrit, A. y W. Tantasuparuk, 1995. Influence of ambient temperature on reproductive efficiency in pigs 2) Clinical findings and ovarian response in gilts. *The Pig Journal* 35:48-53.
- Kunavongkrit, A., W. Tantasuparuk y W. Srianan, 1995. Influence of ambient temperature on reproductive efficiency in pigs 3) Plasma levels of cortisol and progesterone in ovarian disordered gilts. *The Pig Journal* 35:54-63.
- Love, R. J., G. Evans y C. Klupiec, 1993. Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 48:191-206.
- Myer, R. y R. Bucklin, 2001. Influence of Hot-Humid Environment on Growth Performance and Reproduction of Swine. Florida Cooperative Extension Service.
- Omtvedt, I. T., R. E. Nelson, R. L. Edwards, D. F. Stephens y E. J. Turman, 1971. Influence of heat stress during early, mid, and late pregnancy of gilts. *J. Anim. Sci.* 32:312-317.
- Ott, R. L. y M. Longnecker, 2001. An introduction to statistical methods and data analysis. 5th ed. Duxbury, Pacific Grove, CA.
- Peña, F. J., J. C. Domínguez, M. Carbajo, L. Anel y B. Alegre, 1998. Treatment of swine summer infertility syndrome by means of oxicocyn under field conditions. *Theriogenology* 49(6):829-836.
- Peña, F. J., J. C. Domínguez, J. Peláez y B. Alegre, 2000. Intrauterine infusion of PGF $_{2\alpha}$  at insemination enhances reproductive performance of sows during low fertility season. *Vet. J.* 159:259-61.
- Prunier, A., M. Messias de Braganca y L. Le Divich, 1997. Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. *Livest. Prod. Sci.* 52:123-133.
- Renaudeau, D., C. Anais y J. Noblet, 2003. Effects of dietary fiber on performance of multiparous lactating sows in a tropical climate. *J. Anim. Sci.* 81:717-725.
- SAS/STAT®, 1992. User's Guide (Release 6.12). SAS Institute. Cary, NC.
- Tast, A., O. A. T. Peltoniemi, J. V. Virolainen, y R. J. Love, 2002. Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. *Anim. Reprod. Sci.* 74(3):75-86.
- Tantasuparuk, W., N. Lundeheim, A-M. Dalin, A. Kunavongkrit y S. Einarsson, 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology* 54:481-496.
- Tantasuparuk, W., M. Techakumphu y S. Dornin, 2005. Relationship between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts. *Theriogenology* 63:1142-1148.
- Tummaruk, P., N. Lundeheim, S. Einarsson y A. M. Dalin, 2000. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: II. Effect of mating type, weaning to first service interval and lactation length. *Acta Agric. Scand.* 50:217-224.
- Wettemann, R. P. y F. W. Bazer, 1985. Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs. *J. Reprod. Fert.* 33 (Suppl):199-208.
- Wildt, D. E., G. D. Riegler y W. R. Dukelow, 1975. Physiological temperature response and embryonic mortality in stressed swine. *Am. J. Physiol.* 229(6):1471-1475.
- Willenburg, K. L., G. M. Miller, S. L. Rodriguez-Zas y R. V. Knox, 2003. Influence of hormone supplementation to extended semen on artificial insemination, uterine contractions, establishment of a sperm reservoir, and fertility in swine. *J. Anim. Sci.* 81: 821-829.