

ESTUDIOS SOBRE EL EFECTO DEL GENOTIPO, PESO DE LA CERDA AL DESTETE Y PROLACTINA SANGUÍNEA EN EL INTERVALO DESTETE-ESTRO DE CERDAS SOMETIDAS A LACTACIONES DE 15 DÍAS

Rosa Elena Pérez¹, J. Herrera¹, B. Gómez² y Ernestina Gutiérrez¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Morelia (Michoacán) México
email: rosa_elenap@yahoo.com

² Especialidad de Postgrado en Ganadería. Colegio de Postgraduados, Universidad de Chapingo, México

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del genotipo, peso de la cerda al destete (PCD) y la concentración sanguínea de prolactina (PRL), sobre el intervalo destete-estro (IDE) en cerdas sometidas a lactaciones de 15 días. Se utilizaron 32 cerdas del tercer parto: 11 Camborough 22, 10 Yorkshire y 11 F₁. Las cerdas se pesaron al parto y al momento del destete (pesos vivos promedio, 257 y 237 kg respectivamente). Para la determinación de PRL por ensayo radioinmunológico se tomaron muestras de sangre los días 3, 6, 9, 12 y 15 posparto. Para el análisis de los datos se utilizó un procedimiento de modelos lineales generales.

La concentración de PRL durante el periodo de lactación influyó significativamente ($P < 0.05$) al IDE, mientras que el genotipo y el PCD, no lo afectaron ($P > 0.05$). El promedio de IDE fue de 3.7 ± 0.7 días. La concentración promedio de PRL fue 2.9 ± 2.6 ng/mL. Las concentraciones sanguíneas de PRL afectaron el IDE ($b_1 = 0.12$): a mayor concentración de PRL mayor IDE.

En conclusión, se sugiere que el intervalo destete-estro en las cerdas está fuertemente vinculado a las concentraciones sanguíneas de prolactina en cerdas, mientras que genotipos como los examinados en esta investigación y el peso de la cerda al destete parecen no ser interdependientes con este intervalo.

Palabras claves: genotipo, peso de la cerda al destete, intervalo destete-estro, lactación corta, prolactina

Título corto: Prolactina e intervalo destete-estro en cerdas

STUDIES ON THE EFFECT OF GENOTYPE, SOW LIVE WEIGHT AT WEANING AND BLOOD PROLACTIN ON WEANING-OESTRUS INTERVAL IN SOWS LACTATING FOR 15 DAYS

SUMMARY

The objective of the current investigation was to determine the effect of genotype, weight of sow at weaning (PCD, in Spanish) and blood prolactin level (PRL, in Spanish) on weaning-oestrus interval (IDE, in Spanish) in 15 days-lactating sows. A total of 32 sows from its third parity: Camborough, 11; Yorkshire, 10 and F₁, 11. Blood samples were taken from animals in days 3, 6, 9, 12 and 15 post-partum. The sows were weighed at farrowing (average, 257 kg) and at weaning (average, 237 kg). Data were analyzed by a general lineal model.

Blood prolactin during the lactating period had a significant ($P < 0.05$) influence on IDE ($b_1 = 0.12$), whereas genotype and PCD were without any significant ($P > 0.05$) effect. Overall mean value of IDE was 3.7 ± 0.7 days. PRL concentration was 2.9 ± 2.6 ng/mL. Blood PRL affected IDE ($b_1 = 0.12$) in a positive manner: more blood PRL coincided to more IDE values.

In conclusion, it is suggested that weaning to oestrus interval is strongly linked to blood concentration of prolactin in sows, whereas genotype as those examined in this investigation and sow weight appear not to be related to his interval.

Key words: genotype, sow weight at weaning, weaning-oestrus interval, short lactation, prolactin

Short title: Prolactin and weaning-oestrus interval in sows

INTRODUCCION

Los sistemas intensivos de producción porcina (SIPP) se caracterizan por producir en serie, lo que implica una mayor eficiencia en cada uno de sus procesos de producción. Para ello, han adoptado una serie de tecnologías de punta, tales como los sistemas de producción en tres sitios, la incorporación de líneas

genéticas, técnicas nutricionales, sistemas de bioseguridad y la metodología del destete temprano con la finalidad de alcanzar sus objetivos. Sin embargo, parece ser que estas tecnologías no alcanzan a impactar en los parámetros reproductivos de los SIPP, puesto que los resultados determinan una dificultad para

alcanzar y mantener el intervalo destete-estro (IDE) menor a 7 días. Las observaciones experimentales y de campo coinciden que uno de los principales problemas reproductivos es el tiempo para el retorno a estro postdestete (Thomaz et al 1999; Willis et al 2003). Un incremento en el IDE ocasiona una disminución en la duración del estro, una disminución en el tiempo de ovulación (Weldon et al 1994; Sterning et al 1998), en el porcentaje de cerdas servidas a 7 días y una disminución de la tasa de partos y en el tamaño de camada (Xue et al 1992; Mejía-Guadarrama et al 2002; Willis et al 2003).

Uno de los principales factores que están relacionados con el comportamiento del IDE es el genotipo de las cerdas, efecto que al parecer se acentúa más en las líneas genéticas producidas para velocidad de crecimiento y magreza de la canal, las cuales tienen menor consumo de alimento y mayor pérdida de peso corporal durante el periodo de lactación (George et al 2002), lo que resulta en un incremento del IDE, como respuesta a los cambios metabólicos de las cerdas (Farmer 2000, Wise et al 2000; Whintley et al 2002) y una mayor proporción de cerdas eliminadas por fallas reproductivas (Clutter et al 1995, Johnston et al 1997).

El peso de la cerda al destete es otro factor relacionado con el IDE. Clowes et al (2003a,b) y Eissen et al (2003), determinaron que cuando la pérdida de peso corporal de la cerda, al finalizar la lactancia, se ubica entre el 10 y el 15%, ello repercute directamente en un incremento del IDE.

Por último, la relación entre la concentración sanguínea de PRL durante el periodo de lactación y el IDE es otro factor importante a considerar. Dusza et al (1993) y Foxcroft et al (1987), determinaron que las concentraciones de PRL están relacionadas con un incremento en el IDE. King et al (1995), evidenció que la PRL incrementa el contenido de la grasa en la leche de 47 a 127 g/kg y este incremento de grasa en la leche genera una mayor cantidad de la remoción de grasa corporal como parte del proceso catabólico, lo que determina una pérdida de peso durante el periodo de lactación y en consecuencia se espera: reducción en la liberación de GnRH e incremento en el IDE (Clowes et al 1994). Actualmente no se han determinado que concentraciones sanguíneas de PRL pueden provocar un retorno a estro postdestete menor o mayor a 7 días; así como, la relación del genotipo y el peso de la cerda al destete sobre el IDE en lactaciones de 15 días.

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del genotipo, peso de la cerda al destete y la concentración sanguínea de prolactina, sobre el IDE en cerdas con lactaciones de 15 días.

MATERIALES Y METODOS

General

El estudio fue realizado durante septiembre 2004 a enero del 2005 en un sistema intensivo de producción porcina, localizado en "La Piedad", Michoacán, México, con instalaciones para confinamiento total. La climatología de la región de "La Piedad", Michoacán es la siguiente: tipo de clima, templado con lluvia en verano; altura sobre el nivel del mar, 1 775 m; latitud norte: 19° 20'; longitud oeste: 122° 07'; temperatura máxima exterior: 38.5°C, mínima exterior: -3.0°C; temperatura media anual: 19.1°C; precipitación pluvial: 772.2 mm; viento dominante; NE (Geografía del Estado de Michoacán 1974).

Animales

Se realizó el seguimiento de 32 cerdas desde el parto, la lactación, el destete y la presentación de estro postdestete. Las cerdas fueron alimentadas con 2 kg de alimento comercial (15% de proteína cruda), dos veces al día (mañana y tarde). El agua fue proporcionada ad libitum. Las cerdas evaluadas fueron del tercer parto y se dividieron en tres grupos de acuerdo al genotipo: 11 Camborough 22, 10 de la raza Yorkshire y 11 F1 (Yorkshire x Landrace), las cuales se sometieron a un periodo de lactación de 15 días. Cinco días antes del parto las cerdas fueron pesadas, y este valor se consideró como el peso de la cerda al parto, y al momento del destete.

El peso promedio de las cerdas al momento del parto fue de 257 kg y al momento del destete fue de 237 kg.

Para la determinación de las concentraciones sanguíneas de PRL, se tomaron muestras de sangre directamente de la vena yugular a cada una de las cerdas a los días 3, 6, 9, 12 y 15 posparto. La determinación de PRL se realizó por radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida usando un cóctel comercial (Diagnostic Produce Corporation), con una sensibilidad de 0.7 ng/mL y un coeficiente de variación intraensayo del 4.8%. La muestra de sangre por cerda y por día fue de 5 mL, la cual se colocó en tubos vacutainer con EDTA al 10%. El plasma fue centrifugado a 3 500 rpm y después de colocar el suero en viales de plástico, se congeló a -20°C hasta el momento de realizar la prueba de RIA.

Las cerdas destetadas fueron confinadas en jaulas individuales para monitorear la aparición del estro, para ello se utilizó un verraco maduro -el cual se pasaba por los pasillos- 24 h después de que las cerdas fueron destetadas y por periodos de 15 minutos dos veces al día (mañana y tarde). Confirmando la aparición del estro con la prueba de cabalgue y el reflejo de inmovilidad de la cerda. El inicio del estro se determinó en el momento que la cerda mostró el reflejo de inmovilidad.

Análisis estadístico

El efecto de genotipo, peso de la cerda al destete y concentraciones sanguíneas de prolactina sobre el IDE se determinó a través de un modelo de efectos fijos (SAS 2000).

Para la covariable de PRL se utilizaron los promedios de las concentraciones de prolactina de cada una de las cerdas durante todo el periodo de lactación. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la opción LSMEANS. El modelo fijo para IDE fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \beta_1 (PCD_{ij1} - PCD_1) + \beta_2 (PRL_{ij2} - PRL_2) + \epsilon_{ij}$$

Los detalles del modelo aparecen tabulados a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción del modelo en uso

	Descripción
Y	Una observación del IDE
μ	Media general
G_i	Efecto fijo del iésimo genotipo (i = 1, 2, 3)
$(PCD_{ij1} - PCD_i)$	Efecto de la covariable peso de la cerda al destete
$(PRL_{ij2} - PRL_i)$	Efecto de la covariable concentración de prolactina
b_1	Coefficiente de regresión lineal de PCD sobre IDS
b_2	Coefficiente de regresión lineal de PRL sobre IDS
e_{ij}	Error residual NID $(0, \sigma_e^2)$

IDE, PCD expresan intervalo destete-estro, peso de la cerda al destete

genotipo es el factor principal que determina el tiempo del retorno a estro postdestete en las cerdas. Con respecto al PCD, Clowes et al. (2003^{a,b}) y Eissen et al. (2003) encontraron que cuando la pérdida de peso corporal de la cerda, al finalizar la lactancia, se ubica entre el 10 y el 15% repercute directamente en un incremento del IDE. Por lo que la explicación a los resultados encontrados respecto a la ausencia del efecto del genotipo y PCD podría deberse a lo siguiente: a) tamaño de muestra (n/grupo = 10, 11 y 11), por lo que probablemente es necesario un mayor número de cerdas por genotipo para determinar el efecto de esta variable; b) no existieron diferencias estadísticas entre los pesos de las cerdas al parto de los diferentes grupos (tabla 2). Se observaron diferencias estadísticas en cuanto a PCD, donde el genotipo con mayor pérdida de peso fue Camborough 22 (tabla 2); la pérdida -del parto al destete- fue del 10%, mientras que en los genotipos F1 y Yorkshire la pérdida de peso al final de la lactación fue del 5.5 y 9.2%, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio general para el IDE fue de 3.7 ± 0.7 días, con una R^2 de 0.32 y n CV de 19.08 (tabla 2), parámetro inferior a los 7 días considerado como eficiente reproductivamente en los sistemas intensivos de producción porcina (PigCHAMP 1999). Ortiz (1999), en un estudio realizado en dos granjas comerciales con 1 400 y 1 200 cerdas con períodos de lactación a 12 días encontró un IDE de 6.83 ± 0.3 días y 9.18 ± 0.2 días, respectivamente. La posible explicación de las diferencia entre el resultado obtenido en el presente trabajo con respecto a los resultados encontrados por Ortiz (1999), estriba en la diferencia entre los sistemas evaluados.

Los resultados demuestran que el IDE fue afectado por las concentraciones de prolactina, mientras que el genotipo y el PCD no afectaron al IDE ($P < 0.05$). La ausencia de efecto del genotipo y PCD en la presente investigación no concuerda con Aumatre et al. (1976), Merks y Molendijk (1995), Ten Papel et al. (1998) y Sterning et al. (1998), quienes determinaron que el

Tabla 2. Análisis de varianza para el intervalo destete-estro en las cerdas

Efecto	gl	CM	P
Genotipo	2	0.27552469	0.50
Peso al destete	1	0.84568960	0.20
Prolactina sanguínea	1	2.05846100	0.05*
Error	25	0.49868858	-

* $P < 0.05$

De acuerdo con los resultados encontrados, el genotipo Camborough 22 tuvo un mayor porcentaje de pérdida de peso con respecto a los dos genotipos evaluados y mostró tendencia al incremento del IDE (tabla 3). Sin embargo, ninguno de los genotipos evaluados presentó pérdida superior al 10% durante el período de lactación, para repercutir en el incremento del IDE, esto de acuerdo con Clowes et al (2003a,b) y Eissen et al (2003), lo cual explica la ausencia de efecto del PCD sobre el IDE en este estudio.

Tabla 3. Medias mínimo cuadráticas para el intervalo destete-estro y peso de las cerdas según el genotipo

Genotipo	IDE, días	PCP, kg	PCD, kg
F ₁ ¹	$3.6^a \pm 0.22$	$261.8^a \pm 2.6$	$237.7^b \pm 1.5$
Camborough 22	$4.0^a \pm 0.23$	$255.3^a \pm 3.3$	$228.9^a \pm 1.5$
Yorkshire	$3.5^a \pm 0.24$	$256.4^a \pm 2.4$	$242.2^c \pm 1.5$

¹ Cerdas Landrace x Yorkshire

IDE, PCP y PCD expresan intervalo destete-estro, peso de la cerda al parto y peso de la cerda al destete, en ese orden

^{abc} Medias en la misma columna con letras distintas difieren entre sí significativamente ($P < 0.001$)

Efecto de prolactina (PRL) sobre el IDE

El promedio de PRL fue de 2.9 ± 2.6 ng/mL. En la revisión bibliográfica se encontró que los resultados sobre PRL en cerdas, no se expresan en promedios si no en rangos; posiblemente por la alta variación de las concentraciones de PRL encontradas durante el período de lactación (De Rensis et al 1993). En lo que respecta al rango de PRL encontrado en este estudio, este fue de 0.09 a 12 ng/mL; valores inferiores a los citados por Bevers et al (1983), quienes reportaron un rango de 8 a 30 ng/mL de PRL, durante el período de

lactación. Por otra parte, Dusza et al (1993), encontraron un rango de 4.1 a 31 ng/mL.

En lo que respecta al resultado de variación (± 2.6 ng/mL) de PRL en la presente investigación, De Rensis et al (1993), concluyeron que la variabilidad en las concentraciones de PRL no es debido a cambios estacionales o a la diferencia en el tamaño de camada, sino que existen otros factores que aun no están estudiados. Por otra parte, no se han encontrado diferencias estadísticas entre los niveles de PRL en varios momentos de un día normal ni durante la primera y tercera semana de lactación (Berves et al 1978). Por ello, la

estimación del comportamiento de las cerdas de acuerdo con las concentraciones de PRL, en este estudio, deben tomarse con las reservas del caso, pues el resultado de la correlación entre PRL e IDS fue de 43.2% ($P < 0.05$) y el estimador de regresión b_1 fue de 0.15 ($P < 0.05$) para un periodo de lactación de 15 días. Es decir, que por cada ng/mL de PRL a nivel sanguíneo, el IDE se incrementa en 0.15 días. De acuerdo con este valor mencionado anteriormente, existe la probabilidad de que cerdas con más de 24 ng/mL de PRL incrementen el IDE a más de 7 días (figura 1). Estos resultados pueden estar relacionados con el planteamiento de Dusza y Tilton (1990), quienes señalan que "altas concentraciones de PRL, durante el periodo de lactación podrían estar asociados con un desarrollo reducido de folículos, y en consecuencia, con una disminución en la secreción de estradiol-17 β y estrona en las cerdas, lo que provoca un incremento del IDE".

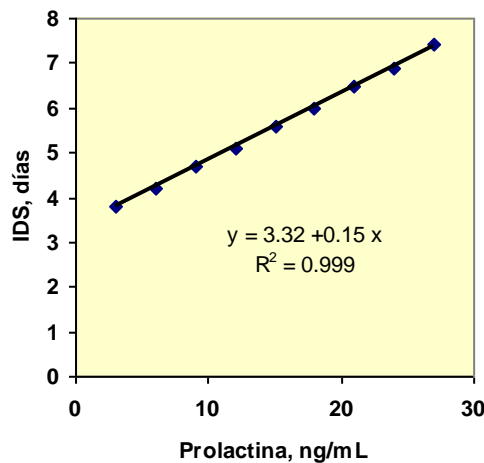


Figura 1. Regresión estimada para el intervalo destete-estro según el nivel de prolactina durante el periodo de lactación de las cerdas

En conclusión, el IDE fue afectado significativamente por las concentraciones sanguíneas de prolactina, a mayor concentración de PRL mayor IDE. El genotipo y PCD no mostraron efecto estadísticamente significativo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Fundación "Produce A.C.", de Michoacán, México, por el financiamiento de la investigación aquí descrita.

REFERENCIAS

Aumaitre, A.J., Dagorn, C., Legault, Y. y Le Denmat, M. 1976. Influence of farrowing management and breed type on sows conception-weaning interval and productivity in France. *Livestock Production Science*, 3:75-83

Berves, M.M., Willemse, A.H. y Kruij, T.A.M. 1983. The effect of bromocriptine on luteinizing hormone levels in the lactating sow: evidence for a suppressive action by prolactin and the suckling stimulus. *Acta Endocrinologica*, 104:261-265

Berves, M.M., Willemse, A.H. y Kruij, T.A.M. 1978. Plasma prolactin levels in the sow during lactation and the postweaning period as measured by radioimmunoassay. *Biology of Reproduction*, 19:628-634

Clowes, E.J., Aherne, F.X. y Foxcroft, G.R. 1994. Effect of delayed breeding on the endocrinology and fecundity of sows. *Journal of Animal Science*, 72:283-291

Clowes, E.J., Aherne, F.X., Schaefer, A.L., Foxcroft, G.R. y Baracos, V.E. 2003a. Selective protein loss in lactation sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *Journal of Animal Science*, 81:753-764

Clowes, E.J., Aherne, F.X., Schaefer, A.L., Foxcroft, G.R. y Baracos, V.E. 2003b. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. *Journal of Animal Science*, 81:1517-1528

Clutter, A.C., Spicer, L.J., Woltman, M.D., Grimes, R.W., Hammond, J.M. y Buchanan, D.S. 1995. Plasma growth hormone, insulin-like growth factor I, and insulin-like growth factor binding protein in pigs with divergent genetic merit for postweaning average daily gain. *Journal of Animal Science*, 73:1776-1783

De Rensis, F., Hunter, M.G. y Foxcroft, G.R. 1993. Suckling-induced inhibition of luteinizing hormone secretion and follicular development in the early postpartum sow. *Biology of Reproduction*, 48:964-969

Dusza, L., Ciereszko, S., Okrasa, S. y Kotwica, G. 1993. Prolactin administration during the follicular phase of cyclic sows. *Animal Reproduction Science*, 34:147-158

Dusza, L. y Tilton, J.E. 1990. Role of prolactin in the regulation of ovarian function in pigs. *Journal of Reproduction and Fertility*, 40:33-45

Eissen, J.J., Apeldoorn, E.J., Kanis, E., Verstegen, M.W.A. y Greef, K.H. 2003. The Importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. *Journal of Animal Science*, 81:594-603

Farmer, C., Palin, M.F. y Sorensen, M.T. 2000. Mammary gland development and hormone levels in pregnant Upton-Meishan and Large White gilts. *Domestic Animal Endocrinology*, 18:241-251

Foxcroft, G.R., Swaw, H.J., Hunter, M.G., Booth, P.J. y Lancaster, R.T. 1987. Relationship between luteinizing hormone, follicle stimulating hormone and prolactin secretion and ovarian follicular development in the weaned sow. *Biology of Reproduction*, 36:175-191

Geografía del Estado de Michoacán. 1974. Tomo I. Geografía Física. Editora y Distribuidora, Sociedad Anónima. Distrito Federal de México, p 245-309

George, R., Foxcroft, G.R., Aherne, F. y Kirkwood, R. 2002. Fisiología y manejo de la hembra de reemplazo. Agrupación de Consultores en Tecnologías del Cerdo. Animal Industry Division. Alberta Agriculture. Edmonton, versión electrónica en disco compacto

Johnston, L.J., Pettigrew, J.E., Wilson, M. y Walker, R. 1997. Nutritional effects on reproduction. *Extension Animal Scientist-*

Swine. West Central Experiment Station at Morris (MN 56267), versión electrónica disponible in johnstj@caa.mrs.umn.edu

King, H.R., Pettigrew, J.E., McNamara, J.P., McMurtry, J.P., Henderson, T.L., Hathaway, M.R. y Sower, A.F. 1995. The effect of exogenous prolactin on lactation performance of first-litter sows fed protein-deficient diets during the first pregnancy. *Animal Reproduction Science*, 41: 37-50

Mejia-Guadarrama, C.A., Paquier, A., Dourmand, J.Y. y Quesnel, H. 2002. Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: effects on metabolic state, somatotrophic axis, and reproductive performance alter weaning. *Journal of Animal Science*, 80:3286-3300

Merks, J.W.M. y Molendijk, R.J.F. 1995. Genetic correlation between production traits and first parity traits. In: *Proceedings of the 46th Annual Meeting of the European Association of Animal Production*. Prague, 4.11

Ortiz, R.R. 1999. Comportamiento reproductivo y productividad de la cerda destetada a 12 y 21 días. Tesis MSci. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, p 36-37

PigCHAM[®], 1999. Summary Report. University of Minnesota. Saint Paul, versión electrónica disponible en disco compacto

SAS/STAT. 2000. Guide for personal computers version 6. *Statistic Analysis System (SAS) Institute In Company*. Cary, versión electrónica disponible en disco compacto

Sterning, M., Rydhmer, L., y Eliasson-Selling, A. 1998. Relationships between age at puberty and interval from weaning to estrus and between estrus sign at puberty and after the first weaning in pigs. *Journal of Animal Science*, 76:353-359

Steverink, D.W.B., Soede, N.M., Groenland, G.J.R., Van Schie, F.W., Noordhuizen, J.P.T.M. y Kemp, B. 1999. Duration of estrus in relation to reproduction results in pigs on commercial farms.

Ten Napel, J., Meuwissen, T.H.E., Johnson, K.A. y Brascamp, E.W. 1998. Genetics of the interval from weaning to estrus in first-litter sows: correlated responses. *Journal of Animal Science*, 76:937-947

Thomaz, L., Marcio, N., João, C., Deschamps, C., Peruzzo, I.A., Matheus, J.E.M. y Aleixo, J.A.G. 1999. Influence of equine chorionic gonadotropin on weaning-to-estrus interval and estrus duration in early-weaned, primiparous, female swine. *Journal of Animal Science*, 77:3163-3167

Thorner, M.O. 1978. *Hyperprolactinaemia and Ovulation. Control of Ovulation*. University of Nottingham. Butterworths, p 397-409

Weldon, W.C., Lewis, A.J., Louis, G.F., Kovar, J.L. y Miller, P.S. 1994. Postpartum hypophagia in primiparous. II. Effects of feeding level during gestation and exogenous insulin on lactation feed intake, glucose tolerance, and epinephrine-stimulated release of nonesterified fatty acids and glucose. *Journal of Animal Science*, 72:395-403

Whitley, N.C., Thomas, M., Ramirez, J.L., Moore, A.B. y Cox, N.M. 2002. Influences of parity and level of feed intake on reproductive response to insulin administration after weaning in sows. *Journal of Animal Science*, 80:1038-1043

Willis, H.J., Zack, L.J. y Foxcroft, G.R. 2003. Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. *Journal of Animal Science*, 81:2088-2102

Wise, T.K., Howard, H.J., Conley, A.J. y Ford, J.J. 2000. Endocrine relationships of Meishan and White Composite females after weaning and during the luteal phase of the estrous cycle. *Journal of Animal Science*, 79:176-187

Xue, J., Dial, D.G., Marsh, E.W., Davies, R.P. y Momont, W.H. 1992. Influence of lactation length on sow productivity. In: *Proceedings of the International Pig Veterinary Society 12th Congress*, p 526