

## FACTORES QUE CONTRIBUYEN EN LA VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE LA CAMADA DE LECHONES DE LÍNEAS Y CRUCES MATERNOS PORCINOS

B. Gómez<sup>1</sup>, R. Ortega<sup>2</sup> y J. Becerril<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Apartado Postal 58050, Morelia, Michoacán, México  
email: roscherberth@hotmail.com

<sup>2</sup> Oficina Consultora. Géminis 55, Morelia. Michoacán, México  
email: otomie@prodigy.net.mx

<sup>3</sup> Programa de Ganadería (IREGEP). Colegio de Postgraduados. Apartado Postal 56230, Montecillo. Estado de México, México

### RESUMEN

*Este estudio incluyó 7 538 observaciones de enero de 1995 a junio de 1996, correspondientes a 3 341 cerdas de tres granjas incorporadas a un sistema de producción de sitios múltiples en la región de "La Piedad", Michoacán, con el fin de evaluar factores que pueden contribuir en la variación del tamaño de la camada de cerditos de líneas y cruces maternos. En la granja A se utilizó un germoplasma híbrido con un esquema de cruzamientos terminal con líneas parentales comerciales; en la granja B se utilizó germoplasma de líneas maternas orientadas a la producción de hembras de reemplazo; mientras que en la granja C fue igual que la granja A. Se definieron seis períodos año-estación: cuatro para 1995 y dos para 1996. Los datos se analizaron mediante un modelo lineal de efectos fijos que incluyó línea o cruzamiento materno, año-estación de parto, granja, la interacción granja x año-estación de parto y el número de parto.*

*No se encontraron efectos significativos ( $P>0.05$ ) debidos a línea o cruces maternos. Las medias generales fueron  $10.06 \pm 2.70$  para el tamaño de camada y  $9.42 \pm 1.18$  lechones nacidos vivos. Se halló un efecto significativo ( $P<0.01$ ) de granja, año-estación de parto, número de parto así como de la interacción granja x año-estación de parto en todas las variables analizadas.*

*De acuerdo con los resultados alcanzados en el presente examen, es de sugerir que existen factores no genéticos, sino de de manejo y climáticos que tienen una influencia muy importante en el tamaño de la camada de líneas y cruces maternos, por lo que deberían de considerarse en la producción comercial intensiva de cerdos.*

**Palabras claves:** Cerdos, tamaño de camada, línea materna, cruce materno, factores ambientales

**Título corto:** Factores que influyen en el tamaño de la camada

### FACTORS CONTRIBUTING TO VARIATION OF LITTER SIZE FROM PIG LINES AND MATERNAL CROSSES

#### SUMMARY

*The study included 7 538 observations from January 1995 to June 1996, involving 3 341 sows from three farms included within a multiple sites production system in the Mexican region of "La Piedad", Michoacán. Farm A had hybrid germoplasm with a terminal crossbreeding scheme utilizing commercial parental lines; farm B had maternal lines germoplasm whose objective was to produce replacement gilts; and farm C was as farm A. Six year-season periods were defined: four in 1995 and two in 1996. Data were analyzed by the general linear model considering fixed effects including maternal line or cross, year-season of farrowing, farm, the interaction farm x year-season of farrowing, and parity.*

*No significant effects ( $P>0.05$ ) attributable to maternal line or cross were found, but there were significant effects ( $P<0.01$ ) attributable to farm, year-season of farrowing, the interaction farm x year-season of farrowing, and parity upon all of the variables analyzed. Overall means were  $10.06 \pm 2.70$  and  $9.42 \pm 1.18$  piglets for litter size and piglets born alive.*

*According to results derived from the current study it is suggested that there are non genetic, management and climatic factors that have a very important influence on the litter size of maternal lines and crosses, for which they should be taken into account in intensive commercial pig production.*

**Key words:** pig, litter size, maternal line, maternal cross, environmental factors

**Short title:** *Factors affecting the litter size*

## INTRODUCCIÓN

El tamaño de la camada en cerdos tiene importancia biológica y económica, pero no se ha estudiado ampliamente en líneas y cruces maternos de granjas porcícolas en México (Gómez 1999). A este respecto, la prolificidad de la cerda reproductora se suele describir mediante varios índices tales como el peso y tamaño de la camada en el momento del nacimiento y del destete (Hughes y Varley 1984). A su vez, el tamaño de la camada es un rasgo con una gran influencia en la productividad de la cerda, y por tanto en la economía de la producción porcina (Bereskin y Frobish 1981; Bampton 1992; Stephano 1997; Silva et al 2007; Berard et al 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar factores ambientales que pudieran contribuir en la variación del tamaño de la camada de líneas y cruces maternos de tres granjas porcinas comerciales mexicanas. Este examen es complementario de otro en el que se evaluó el peso de la camada (Gómez et al 2009).

## MATERIALES Y METODOS

Esta evaluación se llevó a cabo de enero de 1995 a junio de 1996, con la información obtenida de los registros de producción de 3 341 cerdas de una empresa porcina incorporada a un sistema de sitios múltiples, localizada en la región mexicana de "La Piedad", Michoacán (Gómez et al 2009). Los registros contenían información de 7 538 camadas. Las granjas con una infraestructura para la producción en flujo continuo de 3 341 cerdas que estaban distribuidas en una granja A con 473 animales, granja B con 1 298 cerdas y la granja C con 1 570 animales.

Tal como se describió en un informe acompañante (Gómez et al 2009), la granja A contaba con los genotipos Large White (LW), C15 (P.I.C), Chester White (CH50), y Hampshire (H50) con un esquema de cruzamiento C15 x Elite 405 = Terminal, LW x Elite 405 = Terminal, H50 x Elite 405 = Terminal, y CW50 x Elite 405 = Terminal. La granja B con los genotipos Lieske (LW-Landrace) y WD20 (75 LW-25 Landrace) y el esquema de cruzamiento Lieske x LW = autorreemplazo, Lieske x P-D50-50 = Terminal, Lieske x Elite 405 = Terminal, WD20 x Elite 405 = Terminal. La granja C con los genotipos LW, Hampshire (H50), 75 LW (75LW), y Chester White (CH50 y CH) con el esquema de cruzamiento LW x Seghers = Terminal, 75LW x Seghers = Terminal, CH x Seghers = Terminal. Las granjas A y C eran productoras de lechones para abasto y la granja B era productora de hembras de reemplazo; todas estas granjas estuvieron comprendidas dentro del sistema de producción de sitios múltiples consideradas como sitio 1.

El análisis biométrico se efectuó utilizando el procedimiento de modelos lineales generales del paquete estadístico SAS (1997) con el siguiente modelo lineal de efectos fijos:

$$Y_{ijklm} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + L_k(G_i) + P_l + \beta_i X_i + E_{ijklm}$$

Este modelo aparece detallado en la tabla 1. A partir de los modelos analíticos que se aplicaron, se calcularon las correspondientes medias de cuadrados mínimos por efectos de acuerdo con lo propuesto por Spector et al (1987). Se utilizó el procedimiento de Tukey (Steel et al 1997) para la comparación múltiple de medias, en los casos en que se encontró que éstas fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) entre sí.

**Tabla 1. Descripción del modelo empleado en el experimento**

Item	Detalle del modelo
$Y_{ijklm}$	Una observación de tamaño de la camada al nacimiento, número de lechones nacidos vivos
$\mu$	Media poblacional
$G$	Efecto de la $i$ -ésima granja ( $i = 1, 2, 3$ )
$A_j$	Efecto del $j$ -ésimo periodo año-estación ( $j =$ primavera 1995, verano 1995, otoño 1995, invierno 1995, primavera 1996, y verano 1996)
$L_k(G_i)$	Efecto de la $k$ -ésima línea o cruce materna dentro de granja ( $k =$ LW, C15, 50CW y H50 (A); Lk y WD20 (B); LW, H50, 75LW, CH50 y CH (C))
$P_l$	Efecto del $l$ -ésimo número de parto de la cerda ( $l = 1-7$ )
$\beta_i X_i$	Coeficiente de regresión parcial para los efectos lineales de covariables ( $X_i$ )
$E_{ijklm}$	Error aleatorio asociado a cada observación $E_{ijklm} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron efectos significativos ( $P > 0.05$ ) debidos a línea o cruces maternos. Se observaron efectos significativos ( $P < 0.01$ ) de granja, año-estación de parto, la interacción granja x año-estación de parto y el número de parto en todas las variables analizadas, tal como se muestra detallado en la tabla 2.

El promedio general y la desviación estándar para tamaño de camada fue de  $10.06 \pm 2.70$  lechones, valores superiores al de explotaciones comerciales del país consignados por Villa (1993) y Sánchez (1995) cuantificados en 9.22 y 9.17 lechones en ese orden, y de los de granjas comerciales de la región de "La Piedad" obtenidos por Álvarez y Orozco (1986), Mendoza (1987), Durán (1987), Varela (1988) y García (1994) estimados en 9.83, 8.61, 8.63, 8.00 y 9.03 lechones respectivamente.

**Tabla 2. Cuadrados medios del tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos de líneas y cruces maternos porcinos**

Fuentes de variación	LN		NV	
	gl	CM	gl	CM
Granja	2	44.2**	2	50.9**
Año-estación	5	50.5**	5	21.6**
Granja x año-estación	10	18.6**	10	23.3**
Línea o cruce (granja)	8	68.8	8	3.1
Paridad	6	24.2**	6	6.2**
<b>Covariable</b>				
LN	-	-	1	44 710**
Error	7 506	7.33	7 505	1.40

LN y NV expresan tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

\*\* P<0.01

De acuerdo con los valores encontrados en explotaciones comerciales, el promedio fenotípico obtenido en este trabajo indicó una productividad aceptable de las hembras en cuanto a prolificidad. Sin embargo, esto mismo se halló por debajo de lo informado para algunas de las líneas comerciales que se venden en México, de las que pudieran citarse Nebraska SPF (11.15), Seghers Hybrid (11.30) y Camborough 15 (11.18) de acuerdo con Gómez (1999). Por otra parte, estos valores distan de alcanzar los estándares que la investigación actual se propone con las tecnologías de selección para prolificidad en cerdos, que fueran desarrolladas por Gama y Jhonson (1993), Bidanel et al (1994) y Rothschild et al (1996, citados por Gómez 1999), de 11.57, 17.7 y 11.96 respectivamente. De acuerdo con Newton y Mahan (1993) y Mahan (1997) las cerdas de alta productividad son aquellas que presentan entre 1.5 y 2.2 más lechones por camada con respecto a las cerdas convencionales, o sea, 11.8 en contraste con 9.5 lechones respectivamente.

El número de lechones nacidos vivos fue de  $9.42 \pm 1.18$ , y este valor fue superior a los informado por Villa (1993) y Sánchez (1995) de 8.85 y 8.96 respectivamente, pero inferior a las cifras obtenidas por Newton y Mahan (1993); Bidanel et al (1994) y Mahan (1997), de 10.48, 16.8 y 10.60 animales, además, de lo informado para líneas maternas comerciales (Seghers Hybrid (10.52), Camborough 15 (10.20) y White Diamond (10.00), siguiendo a Gómez (1999)

De acuerdo con los valores encontrados en el presente trabajo, la prolificidad muestra un nivel alto de productividad y puede decirse que es representativa de los sistemas porcinos intensivos mexicanos. Los resultados aquí hallados reflejarán los progresos alcanzados en cuanto a la prolificidad y caracteres adicionales del tamaño de camada que muestran patrones competitivos de producción. Sin embargo, dista de alcanzar los estándares que la investigación actual se propone con las tecnologías expuestas por Gama y Johnson (1993), Bidanel et al (1994) y Rothschild et al (1996, citados por Gómez 1999). Por otro lado, los datos se encuentra por debajo de lo informado para algunas líneas que se comercializan en el país.

Para Coetano de Oliveira y Mendoza (1994), la utilización de líneas mejoradas es una innovación tecnológica ya que los animales mejorados tienen una mayor capacidad de adaptación a las diversas condiciones del medio ambiente; son más homogéneas entre sí y al mismo tiempo los productos que generan se ajustan a las exigencias del mercado; es decir, se obtiene mayor calidad, rendimiento y oportunidad de producción por lo que se ha llegado a una especialización en el proceso de uso y aplicación de la tecnología relativas al manejo y operación del proceso productivo que comprenden desde el nacimiento del animal hasta que alcance su máxima producción (Coetano de Oliveira y Mendoza 1994).

Los efectos de granja contaron fueron significativos ( $P<0.01$ ) para la variación de todas las características evaluadas y las diferencias entre granjas estuvieron dadas por el tipo de infraestructura con que contó cada una de ellas debido a su tamaño (ver Gómez et al 2009). Se considera que de acuerdo con otros investigadores (Britt 1996; Loula 1996). Los datos para el tamaño de camada al nacimiento y el número de cerditos nacidos vivos aparecen en la tabla 3.

Phillips (1994) y Coetano de Oliveira y Mendoza (1994) han sugerido como tecnología, una mejor manera de hacer las cosas, que lleva a la optimización de la combinación de factores de producción que incluyen a las herramientas, los productos, las técnicas, los métodos, los procesos, así como la capacidad cognoscitiva de los individuos que en ella intervienen.

**Tabla 3. Medias de cuadrados mínimos del tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos**

Granja	LN	LV
A	$9.83^a \pm 0.11$	$9.25^a \pm 0.05$
B	$10.20^b \pm 0.14$	$9.20^a \pm 0.06$
C	$9.73^a \pm 0.06$	$9.59^b \pm 0.02$
Sig	**	**

LN y NV expresan; tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

\*\*\*P<0.01

<sup>ab</sup> Medias en la misma columna con distintas letras difieren entre sí significativamente (P<0.05)

A este respecto, Almond (1992) ha indicado que dentro del efecto de granja, se considera que éste involucra principalmente la habilidad y capacitación del personal, el alojamiento y el equipamiento, la línea genética o raza de la piara reproductiva, número de animales, número promedio de parto, así como la aplicación de técnicas reproductivas y nutricionales. Por su parte, Mercks (1986) separó en tres categorías los efectos de granja, en primer lugar, los factores específicos tales como el régimen de alimentación y sistema de alojamiento; en segundo término, las circunstancias generales de cría de los hatos y finalmente, los niveles del programa de cría, particularmente en granjas multiplicadoras en contraste con granjas comerciales. Knap (1988) estimó que los efectos de granja explicaron del 3 al 11%

de la variación del tamaño de camada.

Los efectos del periodo año-estación fueron significativos ( $P < 0.01$ ) para la variación de las características evaluadas y mostraron una tendencia creciente a medida que transcurrieron los periodos año-estación ( $P < 0.01$ ), como puede observarse en la tabla 4.

**Tabla 4. Medias de mínimos cuadrados para efectos del periodo año-estación sobre el tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos**

Periodo	LN	LV
Primavera 95	9.46 <sup>a</sup> ± 0.15	9.18 <sup>a</sup> ± 0.06
Verano 95	9.58 <sup>a</sup> ± 0.14	9.13 <sup>a</sup> ± 0.06
Otoño 95	9.93 <sup>b</sup> ± 0.12	9.46 <sup>b</sup> ± 0.05
Invierno 95	10.06 <sup>b</sup> ± 0.10	9.55 <sup>b</sup> ± 0.04
Primavera 96	10.18 <sup>bd</sup> ± 0.09	9.38 <sup>ab</sup> ± 0.04
Verano 96	10.32 <sup>c</sup> ± 0.10	9.38 <sup>ab</sup> ± 0.04
<b>Sig</b>	**	**

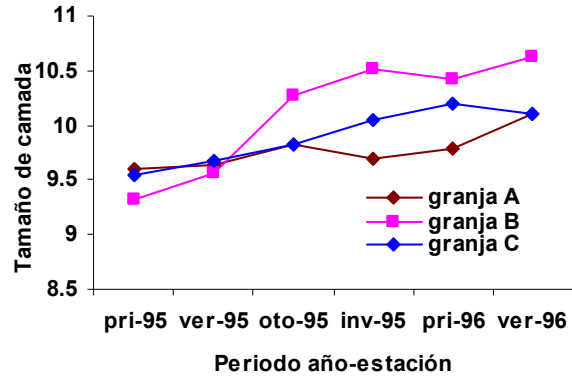
LN y NV expresan tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

\*\*  $P < 0.01$

<sup>abc</sup> Medias en la misma columna con distintas letras difieren entre sí significativamente ( $P < 0.05$ )

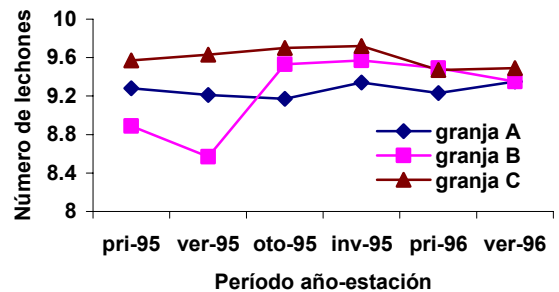
De acuerdo con Ortega (1984), Kovac y Groeneveld (1990) y Segura y Segura (1991), las diferencias entre año-estación serían un reflejo de cambios en la aplicación de la tecnología, alimentación, estado de salud y condiciones climáticas específicas que contribuyen a la varianza fenotípica. Ello estaría de acuerdo con lo encontrado en el presente trabajo, ya que a medida que avanzaron los periodos año-estación en la mayoría de las características evaluadas, los valores fueron ascendiendo paulatinamente. Los efectos de interacción granja y periodo año-estación afectaron significativamente ( $P < 0.01$ ) la variación del tamaño de camada al nacimiento y el número de lechones nacidos vivos. Estos resultados están apoyados por otros de Almond (1992) quien sugirió que dentro de los factores que afectan la prolificidad de la cerda, está el ambiente y las técnicas de manejo aplicadas en granjas donde se cría intensamente el ganado porcino.

La interacción granja x periodo año-estación afectó de una manera significativa ( $P < 0.01$ ) la variación para todas las características evaluadas, tal como aparece en la figura 1. Para el tamaño de camada al nacimiento se observó que la granja A registró camadas más numerosas en primavera ( $9.68 \pm 0.24$ ) y verano ( $9.71 \pm 0.71$ ) de 1995 con respecto a las granjas B ( $9.44 \pm 0.24$ ), ( $9.66 \pm 0.22$ ) y C ( $9.26 \pm 0.16$ ), ( $9.37 \pm 0.15$ ), respectivamente ( $P > 0.01$ ). Sin embargo, esta tendencia no se mantuvo constante conforme transcurrieron los periodos año-estación para las granjas. La granja B ( $10.37 \pm 0.19$ ) superó el comportamiento de A ( $9.89 \pm 0.19$ ) a partir del otoño ( $P < 0.01$ ) de 1995 hasta finalizar el estudio en el verano de 1996. Por otro lado, C mostró una tendencia similar a la anterior y aventajó a la granja A a partir del invierno de 1995, aunque esa ventaja no fue estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ).



**Figura 1. Interacción granja x periodo año-estación para el tamaño de camada al nacimiento**

Con referencia a los lechones nacidos vivos (figura 2), la granja A mostró un mejor comportamiento ( $P < 0.01$ ) en los periodos año-estación primavera ( $9.28 \pm 0.10$ ) y verano ( $9.21 \pm 0.10$ ) de 1995 sobre la granja B, que registró en los mismos periodos  $8.89 \pm 0.10$  y  $8.57 \pm 0.09$  cerditos, respectivamente. Por otro lado, la granja A no mantuvo ese mismo ritmo de producción y descendió conforme transcurrieron los periodos año-estación. Un caso contrario se registró en la granja B, donde en los mismo periodos año-estación, incrementó su rendimiento con respecto a la granja A con diferencias que alcanzaron una magnitud de 0.34, 0.23 y 0.29 lechones nacidos vivos en otoño, invierno de 1995 y primavera de 1996 ( $P < 0.01$ ), respectivamente.



**Figura 2. Interacción granja y periodo año-estación para el número de lechones nacidos vivos**

En este examen se pudo apreciar que la influencia de la interacción granja x periodo año-estación puede deberse principalmente a que en las granjas se emplean diferentes formas y prácticas técnicas, aunadas a la habilidad del personal para llevarlas a cabo, lo cual contribuye a los resultados obtenidos más

que a los genotipos debido a que éstos no mostraron diferencias entre sí ( $P>0.05$ ). De hecho, los efectos de línea o cruce materno no fueron significativos ( $P>0.05$ ), para ninguna de las características evaluadas.

En la tabla 5 se encuentran los datos de la granja A, para las medias de mínimos cuadrados, correspondientes al efecto de líneas y cruces en el tamaño de camada al nacer, y en el número de cerditos que nacieron vivos.

**Tabla 5. Medias de mínimos cuadrados para efectos de línea y cruces en el tamaño de camada al nacer y lechones nacidos vivos. Granja A**

Línea y cruce	LN	NV
LW	9.26 ± 0.26	9.21 ± 0.11
C15	10.25 ± 0.26	8.97 ± 0.11
50CW	9.82 ± 0.17	9.37 ± 0.07
H50	10.03 ± 0.12	9.42 ± 0.05

LN y NV expresan tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

Los datos de la granja B se muestran en la tabla 6, en la que como ya se indicó, tampoco hubo efecto significativo ( $P>0.05$ )

**Tabla 6. Medias de mínimos cuadrados para efectos de línea y cruces en el tamaño de camada al nacer y lechones nacidos vivos. Granja B**

Línea	LN	NV
LK	10.58 ± 0.24	9.11 ± 0.03
WD20	9.66 ± 0.22	9.29 ± 0.11

LN y NV expresan tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

En la tabla 7 se presenta la evaluación de la granja C.

**Tabla 7. Medias de mínimos cuadrados para efectos de línea y cruces en el tamaño de camada al nacer y lechones nacidos vivos. Granja C**

Línea y cruce	LN	NLV
LW	10.23 ± 0.16	9.56 ± 0.06
H50	9.60 ± 0.15	9.58 ± 0.06
75LW	9.61 ± 0.12	9.51 ± 0.09
CH50	9.60 ± 0.11	9.42 ± 0.04
CH	9.93 ± 0.11	9.60 ± 0.07

LN y NV expresan tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

Los resultados de la evaluación de las granjas porcinas están de acuerdo con los de Segura y Segura (1991) quienes no hallaron efectos notables en una evaluación donde se utilizaron los registros de 160 cerdas de las razas Landrace, Hampshire, Yorkshire y Duroc entre 1976 y 1978. En este caso, Segura y

Segura (1991) plantearon que la ausencia de un efecto importante entre las razas maternas y paternas, no indicaría que no existieran diferencias en la eficiencia reproductiva de la cerda reproductora, sino que bajo las condiciones de las prácticas de manejo, alimentación y clima de la granja en estudio, las diferencias no se hicieron evidentes.

Álvarez y Orozco (1986) evaluaron en México 450 cerdas de las razas Yorkshire, Hampshire, Landrace, Duroc, Spotted y las líneas Camborough y hembras F1, Yorkshire x Landrace, Yorkshire x Hampshire y Hampshire x Landrace, utilizando los registros de producción de 392 partos provenientes de 239 hembras. En este examen, Álvarez y Orozco (1986) no hallaron diferencias de importancia a tener en cuenta en el tamaño de camada al nacimiento. Los autores concluyeron que el factor ambiental fue el más importante en la variación de los caracteres analizados.

El número de parto influyó significativamente ( $P<0.01$ ) sobre el tamaño de la camada y los nacidos vivos (tabla 8).

**Tabla 8. Medias de mínimos cuadrados del efecto del número de parto en el tamaño de camada al nacer y lechones nacidos vivos**

Paridad	LN	NV
1	9.93 <sup>a</sup> ± 0.07	9.26 <sup>s</sup> ± 0.03
2	9.95 <sup>a</sup> ± 0.07	9.41 <sup>a</sup> ± 0.03
3	9.94 <sup>a</sup> ± 0.12	9.46 <sup>b</sup> ± 0.04
4	9.90 <sup>a</sup> ± 0.12	9.42 <sup>a</sup> ± 0.05
5	10.24 <sup>b</sup> ± 0.16	9.33 <sup>bc</sup> ± 0.07
6	9.94 <sup>a</sup> ± 0.20	9.20 <sup>c</sup> ± 0.08
7	9.89 <sup>a</sup> ± 0.24	9.35 <sup>bc</sup> ± 0.10
<b>Sig</b>	**	**

LN y NV expresan tamaño de camada al nacimiento y lechones nacidos vivos

\*\*  $P<0.01$

<sup>ab</sup> Medias en la misma columna con distintas letras difieren entre sí significativamente ( $P<0.05$ )

De hecho, esta paridad provocó una disminución del tamaño de la camada entre el primer y el segundo parto ( $9.93 \pm 0.07$  a  $9.65 \pm 0.07$ ), para seguidamente incrementarse hasta alcanzar el tamaño máximo de camada en el quinto parto ( $10.24 \pm 0.16$ ). Para los cerditos nacidos vivos el nivel máximo se alcanzó en el tercer parto ( $9.46 \pm 0.04$ ) y se mantuvo hasta el séptimo. Un efecto de paridad como el aquí informado está en línea con los de Clark y Leman (1986), Daza et al (1988) y Morrow et al (1989), debido a que conforme aumentaba el número de partos la prolificidad de la cerda se incrementa y alcanza su nivel máximo entre el tercer y cuarto parto hecho que se mantiene constante entre el quinto y sexto parto, para después disminuir en partos sucesivos

Los parámetros de prolificidad obtenidos en este estudio corresponden a un nivel de buena productividad. Además reflejan los progresos alcanzados en prolificidad, y muestran patrones competitivos de producción en México y la región de estudio. Sin embargo, distan de alcanzar los estándares de prolificidad en

cerdos denominados de alta productividad. Además los resultados de este trabajo muestran que el análisis de la variabilidad fenotípica de la prolificidad de la cerda, es compleja y difícil de medir, y que las diferencias en el tamaño de camada entre granjas está asociado principalmente a factores ambientales más que a factores genéticos, donde las diferencias están dadas principalmente por el uso y aplicación de la tecnología existente dentro de cada granja y a la combinación de factores de producción como son las herramientas, los productos, las técnicas, los métodos, los procesos, así como la capacidad cognoscitiva de los individuos que en ella intervienen.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Sra. Consuelo Díaz, Instituto de Investigaciones Porcinas, por sus sugerencias en cuanto a la redacción y en líneas generales, por la preparación del presente manuscrito.

#### REFERENCIAS

Almond, G.W. 1992. Factors affecting the reproductive performance of the weaned sow. *Swine Reproduction*, 8:503-515

Álvarez, G.M.T y Orozco, A.A. 1986. Estimación de componentes de varianza para caracteres de camada en cerdas. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp

Bampton, P.R. 1992. Best linear unbiased prediction for pigs-the commercial experience. *Pig News and Information*, 13:125-129

Berard, J., Kreuzer, M. y Bee, G. 2008. Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis. *Journal of Animal Science*, 86:2357-2368

Bereskin, B. y Frobish, L.T. 1981. Some genetic and environmental effects on sow productivity. *Journal of Animal Science*, 53:601-610

Bidanel, J.P., Gruand, J. y Legault, C. 1994. An overview of twenty years of selection for litter size in pigs using hiperprolific schemes. In: *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 17:512-515

Britt, J.H. 1996. New technologies to increase litter size. In: *Proceedings of the Swine.Reproduction.Symposium*, 103-112.22

Clark, L.K. y Leman, A.D. 1986. Factors that influence litter size in pigs: Part I. *Pig News and Information*, 7:303-310

Coetano de Oliveira, A. y Mendoza, M.J.S. 1994. Consideraciones teóricas de la transferencia de tecnología en el sector pecuario. In: *Módulo de Transferencia de Tecnología Pecuaria*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Versión electrónica disponible en disco compacto

Daza, A., Ovejero, I., Pérez-Guzmán, M.D. y Buxadé, C. 1988. Influencia de los principales parámetros definitorios del primer

ciclo reproductivo de la cerda sobre los resultados del segundo. *Investigación Técnica Económica Agraria (ITEA)*, 78:38-44

Duran, G.F.J. 1987. Evaluación de la eficiencia en el manejo del recurso genético de una explotación de cerdos para pie de cría. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp

Gama, L.T y Johnson, R.K. 1993. Changes in ovulation rate, uterine capacity, uterine dimensions, and parity effects with selection for litter size in swine. *Journal of Animal Science*, 71:608-617

García, E.S. 1994. Productividad y rentabilidad de una empresa porcina reproductora de lechones destetados en Huandacareo, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp

Gómez, R.B., Ortega, R. y Becerril, A.J. 2009. Factores que contribuyen en la variación del peso de la camada an nacimiento y el número de lechones destetados de líneas y cruces maternos porcinos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 16(4):239-245

Gómez, R.B. 1999. Efectos genéticos y ambientales para prolificidad de líneas y cruces porcinas maternas. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp 89

Hughes, P.E y Varley, M.A. 1984. Reproducción del Cerdo. Editorial Acibia. Zaragoza, pp 173

Knap, P.W. 1988. Pig hedrbook breeding in the Netherlands. I. Outlines of the breeding structure. *Review oif.Animal Production*, 24(1):43-49

Kovac, M and Groeneveld, E. 1990. Genetic and environmental trends in german swine herdbook population. *Journal of Animal Science*, 68:3523-3535

Loula, T.J. 1996. Ten common mistakes in the breeding barn. *Proceeding of Swine Reproduction Symposium, American College of Theriogenologists and Society for Theriogenology and American Association of Swine Practititions*, 101:143-152

Mahan, D. 1997. Nutrición de la cerda moderna con alta productividad. *Asociación Americana de la Soya (ASA)*. México, D.F., p 151

Mendoza, R.G. 1987. Influencia de factores no genéticos sobre caracteres de camada predestete en cerdos. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp.

Mercks, J.W.M. 1986. Genotype x environment interaction in pig breeding programmes. I. Central test. *Livestock Production Science*, 14:365-381

Morrow, W.E.M., Leman, A.D. y Williamson, N.B. 1989. Improving

parity-two litter size in swine. *Journal of Animal Science*, 67:1707-1713

Newton, E.A y Mahan, D.C. 1993. Effect of initial breeding weight and management system using a high-producing sow genotype on resulting reproductive performance over three parities. *Journal of Animal Science*, 71:1177-1186

Ortega .R. 1984. Fuentes de variación genética y ambiental sobre caracteres de tamaño y peso de la camada en cerdos. Tesis de MSci. Colegio de Posgraduados. Chapingo, pp

Phillips, G.A. 1994. Perspectivas de una política tecnológica: hacia la construcción de un sistema nacional de innovación. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). México, D.F., p 539-549

Quesnel, H., Brossard, L., Valancogne, A. y Quiniou, N. 2008. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, 2:1842-1849

SAS. 1997. SAS/STAT User's Guide. Statistical Analysis System (SAS) Institute In Company. Cary, p 184-260

Sánchez, S.M. 1995. Evaluación del potencial biológico productivo de la especie porcina a través de los estimadores de las variables productivas, reproductivas, de calidad del producto y tipo. In: Seminario de Tecnologías Reproductivas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de

San Nicolás de Hidalgo

Segura, J.C.C y Segura, V.M.C. 1991. Influencia de algunos factores genéticos y ambientales sobre la eficiencia reproductiva de cerdos en una granja de la Chontalpa Tabasco. *Veterinaria de México*, 1(22):73-76

Silva, P.G., Cavalcante, Neto, A., Ribeiro, M.N., Lui, J.F., Vinagre, O.T., Vingge, A.C.R., Marata, L.S. y Martins, T.D.D. 2007. Influencia dos factores ambientais sobre o tamanho da leitegada ao nascer e taxa de mortalidade a desmama de leitões no brejo Paraibano. *Ciencia Animal Brasileira*, 8:1-6

Spector, P., Goodnight, J.H., Sall, J.P. y Earle, W.S. 1987. The GLM procedure in: SAS/STAT. Guide for personal computers. Version 6, disponible en disco compacto

Stephano, A. 1997. Efecto del sistema de producción y destete temprano sobre la productividad del lechón. Memorias del XXXII Congreso Nacional de Medicos Veterinarios Especialistas en Cerdos (AMVEC), p 47

Varela, M.A.I. 1988. Programa de producción de pie de cría para una granja porcícola comercial. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp.

Villa, J.H. 1993. Comportamiento reproductivo en granjas porcinas comerciales en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, pp.