

# Efecto del número de parto de la cerda, la caseta de parición, el tamaño de la camada y el peso al nacer en las principales causas de mortalidad en lechones

## Effect of sow's parity number, farrowing room, litter size and individual birth weight on the main causes of piglet mortality

José Samuel García González<sup>a</sup>, Marco Antonio Herradora Lozano<sup>a</sup>, Roberto Gustavo Martínez Gamba<sup>a</sup>

### RESUMEN

Se evaluó el efecto del número de parto de la cerda, el tamaño de la camada, el peso individual al nacimiento y el tipo de instalación sobre las causas de mortalidad en maternidad. Se evaluaron los partos de 1,374 cerdas reproductoras por nueve meses. Se registró el número de parto de la cerda (NPC), la fecha de nacimiento (FN), los lechones nacidos totales (LNT), los lechones nacidos vivos (LNV), los lechones nacidos muertos (LNM), el peso promedio individual al nacimiento (PN), tipo de instalación (TI), el número de lechones destetados (LD), peso al destete (PD), lechones muertos en lactancia (LML) y la causa y edad de muerte. Para NPC, éstas se agruparon de 1 a 7 partos. Para los LNT se hicieron las siguientes escalas: camadas con  $\leq 8$ , 9, 10, 11, 12 y  $\geq 13$  lechones. Para PN las escalas fueron:  $\leq 1.26$  kg, entre 1.27-1.40 kg, 1.41-1.56 kg, y  $\geq 1.57$  kg. Al hacer los análisis generales se encontró efecto del NPC en LNT, LNV, LNM y LD ( $P < 0.01$ ). El TI tuvo efecto sobre LNV, LNM y LD ( $P < 0.01$ ). La mortalidad fue principalmente por aplastamiento (37.0 %), 139 sacrificados (13.6%) y los lechones nacidos de bajo peso (12.8 %). Se encontró diferencia de NPC ( $P < 0.05$ ) para la lechones muertos de bajo peso; por efecto TI se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) para aplastados, bajo peso, sacrificados y otras causas. Se encontraron diferencias ( $P < 0.01$ ) en bajos de peso e inanición, por LNT. En conclusión las causas de mortalidad están relacionadas con lechones nacidos totales y tipo de instalación.

**PALABRAS CLAVE:** Causas de mortalidad, Lechones lactantes.

### ABSTRACT

Effects of litter size, farrowing room, individual birth weight and parity number on piglet mortality at farrowing were assessed. A total of 1,374 farrowing sows were evaluated for nine months. Sow parity number (SPN), birth date (BD), litter size (LS), live-born piglets (LBP), stillbirths (S), average individual piglet birth weight (PBW), farrowing facilities (FF), weaned piglets (WP), weaning weight (WW), preweaning mortality (PM) and cause and age of death were recorded. SPN was grouped from first to seventh parity. LS was ranked as follows,  $\leq 8$ , 9, 10, 11, 12 and  $\geq 13$  piglets. PBW was ranked as follows,  $\leq 1.26$ , 1.27 to 1.40, 1.41 to 1.56, and  $\geq 1.57$  kg. Effect of SPN on LS, LBP, S and WP was found ( $P < 0.01$ ), as well as of FF on LBP, S and WP ( $P < 0.01$ ). Mortality was due mainly to crushing (37.0 %), sacrifice (13.6 %) and low weight (12.8 %). Difference ( $P < 0.05$ ) for SPN and low weight at birth was found, and difference ( $P < 0.05$ ) for FF effect on mortality due to crushing, low weight, sacrificed and other causes was found too. Differences ( $P < 0.01$ ) due to LS for low weight at birth and starvation were found. It can be concluded that piglet mortality is due mainly to litter size and farrowing facilities.

**KEY WORDS:** Piglets, Mortality causes.

Dentro de los principales problemas que afectan a la industria porcina se encuentra la elevada

One of the leading problems affecting swine production is a high mortality rate found in some

Recibido el 2 de marzo de 2011. Aceptado el 13 de junio de 2011.

<sup>a</sup> Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior. Ciudad Universitaria. México D.F. 04510. Teléfono 52 5556225869. robertom@unam.mx. Correspondencia al último autor.

Apoyo: Trabajo financiado por los autores.

mortalidad que se presenta en algunas granjas; el principal componente de dicha mortalidad es representado por las pérdidas durante la lactancia, tanto de tipo infeccioso como las inherentes a la naturaleza de la especie<sup>(1)</sup>. Los cerdos se caracterizan por un porcentaje de mortalidad neonatal muy elevado en comparación con otras especies, constituyendo en ocasiones hasta el 10 a 15 % de los lechones nacidos totales, y eso, a pesar de emplear las más modernas tecnologías en producción animal<sup>(2,3)</sup>. Lo anterior es debido a la propia naturaleza del lechón, que al nacer con ciertas deficiencias fisiológicas, tiene dificultades para su adaptación al nuevo medio en las primeras 72 h de vida, donde ocurren la mayor parte de las muertes<sup>(2,4)</sup>.

Los lechones al momento de nacer tienen que adaptarse a un medio diferente al materno, y compiten con sus hermanos para obtener la nutrición que les permita sobrevivir, su peso al nacimiento es muy bajo con relación a su peso adulto (el 1 %) y nacen sin una capa protectora de pelo y con una cubierta de grasa subcutánea muy fina, con apenas reservas energéticas corporales para poderlas movilizar en las primeras horas<sup>(1)</sup>. Lo anterior se agudiza por el hecho de no contar con un sistema de termorregulación maduro en el momento del nacimiento; todo ello va a contribuir a ocasionar un importante número de bajas por pérdidas de calor e hipoglucemia<sup>(3)</sup>. El tipo de placentación epiteliocorial difusa, favorece el desprendimiento del cordón umbilical, especialmente en camadas numerosas y partos prolongados, lo que ocasiona hipoxia en algunos de los nacidos vivos y este tipo de lechones presentan problemas para sobrevivir<sup>(5)</sup>.

Existen otros factores que influyen en la mortalidad durante la lactancia, los cuales se clasifican en tres grupos de factores predisponentes: unos propios del lechón, otros de la cerda y otros del medio ambiente.

Los factores asociados al lechón son: el peso al nacimiento, el nivel inmunitario, el comportamiento del lechón y su genética<sup>(6,7)</sup>. Los asociados a la cerda son: el número de parto, el peso de la cerda, el comportamiento maternal y la producción

farms, its main component being preweaning loss, due either to disease or to causes inherent to the specie<sup>(1)</sup>. Swine present high neonatal mortality in comparison of other animal species, amounting in many instances to 10 – 15 % of live-born piglets, even when the most up to date production technology is used<sup>(2,3)</sup>. This is due to piglet traits, when born with certain physiological deficiencies, will show problems to adapt to the new environment in the first 72 h after being born, when most postnatal deaths take place<sup>(2,4)</sup>.

Piglets immediately after being born have to adapt to an environment completely different to the uterus and must compete with his brothers for food. Their weight at birth is very low relative to their full adult weight (1 %), having a very thin subcutaneous fat layer; do not have a protective hair covering and with body energy reserves barely enough to last for the first 24 h<sup>(1)</sup>. All this is aggravated because piglets do not possess a developed thermoregulation system at birth, therefore contributing to death due to heat loss and hypoglycemia<sup>(3)</sup>. A diffuse epitheliochorionic placentation type encourages umbilical cord detachment, causing hypoxia in some neonates, who present survival problems.

Other factors which influence mortality during lactation, can be classified into three groups; those related to the piglet, another related to the sow and a third type pertaining to the environment.

Factors associated to piglets are birth weight, immunity level, piglet performance and genetics<sup>(6,7)</sup>. Those associated to the sow are parity number, weight, sow behavior and milk output<sup>(8)</sup>. Environment factors are facilities, livestock management, temperature and the environment<sup>(9,10)</sup>.

At the present time, intensive production systems in highly technified farms offer conditions that should lessen preweaning piglet mortality, however, the importance of factors mentioned before in these systems, remains unknown as well as their interaction, making difficult setting up specific programs for reducing piglet mortality. So, it becomes important identifying which factors influence more preweaning piglet mortality in industrial farms.

## EFECTOS EN LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LECHONES

lechera<sup>(8)</sup>. Los factores ambientales son: las instalaciones y el manejo de los animales, y la temperatura y el medio ambiente<sup>(9,10)</sup>.

Actualmente los sistemas de producción intensiva en granjas tecnificadas, implican condiciones que pueden ser positivas para reducir la mortalidad en lactancia; sin embargo, se desconoce la importancia de los factores antes citados y las interacciones entre los mismos en este tipo de sistemas de producción, lo que dificulta el establecimiento de programas específicos para reducir la mortalidad en lactancia. Esto establece la importancia de conocer realmente cuales son los factores involucrados en la mortalidad neonatal en granjas industriales.

El trabajo se realizó en una granja tecnificada de ciclo completo, ubicada en el municipio de Tehuacán en el estado de Puebla, México, localizada a 18°22'06" y 18°36'12" N, y a 97°15'24" y 97°37'24" O, a 1,640 msnm. El clima es seco semi-cálido con lluvias en verano (junio a septiembre) y escasas a lo largo del año.

La granja es tecnificada con capacidad de 780 hembras reproductoras híbridas de una línea genética comercial, donde la reproducción se realiza por medio de inseminación artificial en un 100 %. Está dividida en tres sitios y el sitio 1 tiene las áreas de servicios, gestación y maternidad. El área de maternidad tiene 13 salas, de éstas 12 tienen una capacidad para 25 cerdas, aislamiento térmico en el techo, jaula elevada con lechonera al frente con fuente de calor, piso plastificado y drenaje por canaleta con declive; la sala 13 tiene una capacidad para 40 hembras y las jaulas están localizadas en el piso. Todas las jaulas fueron fabricadas por los trabajadores. La temperatura y ventilación de las salas se realizó constantemente mediante la apertura y cierre de cortinas.

Para el trabajo se diseñaron actividades específicas de manejo para el área de maternidad que fueron: el destete se realizó los jueves por la mañana, en las parideras vacías se retiraron los restos de materia orgánica y se lavaron a alta presión paredes, jaulas, pisos y drenaje; se aplicó un desinfectante a base de fenoles sintéticos. Por la tarde del lunes las

The present study was carried out in a complete cycle technified farm, located in Tehuacán, Puebla, Mexico, at 18°22'06" N and 97°15'24" W and 97°37'24", 1,640 m asl, and dry hot weather with summer rainfall (June to September).

The farm houses 780 hybrid sows of commercial genetic stock, which are 100 % inseminated. The farm is divided into three sites, and the site 1 being the one with service, maternity and gestation facilities. The maternity area has 13 rooms, 12 of them allowing 25 sows with roof insulation, plasticized floor and drainage by sloped gutters; room 13 has a 40 sow capacity and pens are placed on the floor. All the pens were made by the farm laborers. Temperature and ventilation in maternity rooms is controlled by curtains.

A routine was worked out for performing tasks in the maternity area. Weaning was performed on Thursdays and empty farrowing pens were cleaned thoroughly with high pressure water pumps and organic matter leftovers were removed previously, and afterwards disinfectants based on synthetic phenols were applied. On the following Monday afternoon sows close to farrowing were placed in the maternity room. No donations and adoptions were carried out throughout the study. The following tasks were performed daily, change of sanitary cover using synthetic phenols, sow feeding following this pattern, 2 kg the first day, 2.5 kg the second and 3.5 kg the third, in three fractions, at 0800, 1200 and 1700. Farrowings were cared from 12 h before farrowing, feed was withdrawn and 200 g of wheat bran was given.

At birth, each piglet was cleaned with drying powder and the umbilical cord was cut and disinfected and subsequently weighted and identified. Afterwards they were placed in farrowing pens with a sawdust bed where heat was provided by a 150 w lamp. Teats were washed and dried and only then piglets were allowed to suckle colostrums; 3 d postpartum iron was applied and after d 5 solid foods were offered to piglets in small and frequent amounts in a carousel feeder and castration was carried out on d 10.

A total of 1,374 litters born in the farm during 9 mo were assessed. Parity number (SPN), total born piglets

cerdas próximas a parir se trasladaron a la maternidad. Durante el trabajo no se realizaron donaciones y adopciones. Cada día se realizaron las siguientes actividades: se cambió el tapete sanitario utilizando fenoles sintéticos; se suministró alimento a las cerdas proporcionando el primer día 2 kg, el segundo 2.5 kg y al tercer día 3.5; estos se dividían en tres partes, a las 0800, a las 1200 y a las 1700; se atendieron los partos desde 12 h antes, donde a las cerdas se les suspendió el alimento normal y se les suministraron 200 g de salvado de trigo.

Al nacer cada lechón se limpió con un polvo secante, se le cortó y se desinfectó el cordón umbilical, se pesó y se identificó. Posteriormente se colocó en la lechonera con cama de aserrín y una fuente de calor que fue un foco de 150 watts. Se lavó y se secó la ubre y después de esto se permitió al lechón tomar calostro. A todos los lechones se les suministró por vía oral un preparado energético. Tres días después del parto se aplicó hierro, al quinto día se les ofreció alimento sólido a los lechones, poco y frecuente, en un comedero tipo carrusel, y a los diez días se realizó la castración.

Se evaluaron 1,374 camadas nacidas en la granja durante el lapso de nueve meses. Al momento del parto se registraron el número de parto de la cerda (NPC), los lechones totales nacidos (LNT), vivos (LNV), muertos (LNM), el peso promedio al nacimiento (PPN), sala de maternidad (TI), número de lechones destetados (LD), peso al destete (PD), y lechones muertos en la lactancia (LML). Para estos últimos se identificó la edad de muerte y su causa, haciendo la necropsia de cada lechón.

En el caso del número de parto de las cerdas (NPC) éstas se agruparon de primer, hasta séptimo parto. Para los LNT se establecieron las siguientes escalas: camadas con  $\leq 8$ , 9, 10, 11, 12 y  $\geq 13$  lechones. Y para el PPN las escalas fueron:  $\leq 1.26$  kg, entre 1.27-1.40 kg, 1.41-1.56 kg y  $\geq 1.57$  kg.

Las variables que se evaluaron fueron: porcentaje de mortalidad y causas de mortalidad generales por número de parto de la cerda (NPC), sala de maternidad (TI), lechones nacidos totales (LNT), y el peso promedio al nacimiento (PPN). Una vez

(LS), alive (LBP), dead (S), average litter weight (PBW), farrowing room (FF), number of weaned piglets (WP), weaning weight (WW) and preweaning deaths (PM), were recorded for each farrowing sow. Cause and date of (age) each preweaning piglet death was recorded too. Cause was diagnosed through necropsy.

Sows were grouped by parity number (SPN) from fist to seventh, while LS and PBW were ranked as follows,  $\leq 8$ , 9, 10, 11, 12 and  $\geq 13$  piglets, and  $\leq 1.26$ , 1.27 to 1.40, 1.41 to 1.56, and  $\geq 1.57$  kg, respectively.

The following variables were evaluated: mortality rate and general mortality causes per sow parity number (SPN), farrowing room (FF), total born piglets (LS) and birth weight (PBW). Once causes of piglet mortality were analyzed, these were grouped in the following categories in accordance with primary mortality cause, crushing (A), reflecting death due to sow falling on top, sacrificed (killed by researcher because of low post weaning viability), low weight (less than 1 kg), malformation (hereditary or congenital), starvation (hypoglycemia), delayed piglets (piglets showing less body growth and development than the others in a litter), myofibrillar hypoplasia (animals unable to abduct thoracic and pelvic limbs) and finally others (due to low incidence causes).

Previous to analyzing data, a general analysis of the effect of independent variables SPN and FF on the dependent variables LS, LBP, S and WP was performed through variance (ANDEVA) and differences among independent variables were determined through Tukey's test<sup>(11)</sup>. Based on the effect of both NPC and Ti, interaction between both variables was assessed. Afterwards through a  $\times^2$  test, the effect of the SPN, LS, FF and PBW independent variables on the proportion of the already mentioned different mortality causes was determined<sup>(11)</sup>.

Once mortality causes were determined, when differences arose, the following options were applied to each piglet, 1= died, 0= survived. Based on this, an average for each independent variable and mortality cause was obtained. With this average

## EFECTOS EN LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LECHONES

realizado el análisis general de las causas de mortalidad de lechones en la granja, se decidió agruparlas en las siguientes categorías a partir de la causa primaria de la muerte: aplastados (muerto al caer el peso de la madre sobre él, total o parcialmente), sacrificados (animal de baja viabilidad que a criterio del investigador no iba a sobrevivir después del destete), bajo peso (peso menor a un kilogramo), malformaciones (alteración hereditaria o congénita), inanición (hipoglucemia), retrasados (animales que no tienen el mismo desarrollo corporal que sus hermanos de camada), hipoplasia miofibrilar (animales que no pueden realizar movimientos de abducción de los miembros torácicos y pélvicos) y otras causas (muertos por diversas causas de muy baja frecuencia).

Para el análisis de los datos inicialmente se llevó a cabo un análisis general del efecto de las variables independientes: NPC y TI, sobre las variables dependientes: LNT, LNV, LNM y LD. Dicho examen se efectuó por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) y por una prueba de Tukey se determinó la diferencia entre medias de las variables independientes analizadas<sup>(11)</sup>. Con base en el efecto de NPC y TI, se evaluó la interacción de ambas variables. Posteriormente con una prueba de  $J_i^2$ , se determinó el efecto de las variables independientes NPC, LNT, TI y PPN, sobre las proporciones de las distintas categorías de causas de mortalidad: aplastados, bajo peso, inanición, malformaciones, retrasados, sacrificados, otras causas e hipoplasia miofibrilar<sup>(11)</sup>.

Una vez determinadas las causas de mortalidad, en donde había diferencia se procedió a darle valores a las siguientes opciones para cada lechón: 0= no murió, 1= murió. A partir de lo anterior se obtuvo un promedio por variable independiente y causa de mortalidad. Con este promedio y para establecer las diferencias entre medias de aparición de una causa de mortalidad en particular por variable independiente evaluada, se llevó a cabo una prueba de Wilcoxon/Kruskal-Wallis<sup>(12)</sup>.

Se observó el mayor promedio de LNT en el parto 4 con 10,65 lechones ( $P < 0.01$ ) en comparación con los partos 1 (9.22) y 2 (9.43) (Cuadro 1).

and for establishing differences between onset averages for a particular mortality cause per evaluated independent variable, a Wilcoxon/Kruskal-Wallis test<sup>(12)</sup> was performed.

A higher LS was found in parity 4, averaging 10.67 piglets ( $P < 0.01$ ), when compared to parity 1 (9.22) and parity 2 (9.43) (Table 1). These results are very close to those reported by several authors, who mention that parity 1 and 2 sows show a similar LS performance, increasing the number of piglets in the third and reaching the greater number in the fifth<sup>(1,13)</sup>. However, results observed in the present study differ with what is stated in other studies regarding a greater LS in primiparous sows than in the second parity, although coinciding in the fact that sows in parity 1 and 2 show a lower LS than in parity 4<sup>(3,14)</sup>.

LBP average found in the present study was higher in parity 4 (10.05), than in both parity 1 (8.3) and parity 2 (8.97) (Table 1). Parity 1 showed difference with parity 7 (9.33), 3 (9.59) and 5 (9.55) ( $P < 0.01$ ). These results concur with what some other authors report, who mention that primiparous sows show a lower LBP than those in parity 4<sup>(15,16)</sup>.

Differences were found in S average for SPN, where parity 6 (0.94) differs from both parity 2 (0.47)

Cuadro 1. Promedio y error estándar de lechones nacidos totales y vivos por número de parto de la cerda

Table 1. Mean (X) and standard error (SE) of litter size and born alive piglets by parity

SPN	LS			LBP		
	n	X	SE	n	X	SE
1	2241	9.22 <sup>c</sup>	0.18	2032	8.30 <sup>c</sup>	0.17
2	2114	9.43 <sup>bc</sup>	0.19	2023	8.97 <sup>bc</sup>	0.18
3	2245	10.20 <sup>ab</sup>	0.19	1993	9.59 <sup>ab</sup>	0.18
4	2110	10.65 <sup>a</sup>	0.20	1768	10.05 <sup>a</sup>	0.19
5	1873	10.23 <sup>ab</sup>	0.21	1557	9.55 <sup>ab</sup>	0.20
6	1026	9.86 <sup>abc</sup>	0.28	857	9.09 <sup>abc</sup>	0.27
7	2062	10.05 <sup>ab</sup>	0.19	1747	9.33 <sup>ab</sup>	0.19

SPN= parity number; LS= total born piglets; LBP= born alive piglets.

abc Different small letters in a column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

Estos resultados son muy parecidos a los obtenidos por diferentes autores, ya que las hembras de primero y segundo parto tienen un comportamiento muy parecido en la cantidad de LNT, ascendiendo en el tercer parto para alcanzar un valor máximo en el quinto parto, y en el sexto descender<sup>(1,13)</sup>. Sin embargo, lo encontrado en el presente trabajo difiere de algunos autores que señalan que las cerdas primerizas tienen mayor cantidad de LNT en comparación a las de segundo parto, aunque coinciden, en que cerdas de ambos partos tienen menor cantidad que las cerdas de cuarto parto<sup>(3,14)</sup>.

Con respecto al promedio de LNV, fue mayor en el parto 4 (10.05) con respecto a los partos 1 (8.30) y 2 (8.97) (Cuadro 1), y el parto 1 (8.30) fue diferente a los partos: 7 (9.33), 3 (9.59), 5 (9.55) ( $P < 0.01$ ). En el caso de LNV por el NPC los resultados obtenidos coinciden con algunos autores, quienes describen que las cerdas primerizas tienen menor cantidad de LNV con respecto a las cerdas de cuarto parto<sup>(15,16)</sup>.

Se encontraron diferencias en el promedio de LNM por el NPC donde las de 6 partos (0.94) difieren con respecto a los partos 2 (0.47) y 3 (0.60) ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 2). Esto se explica por la mayor

Cuadro 2. Promedio y error estándar de lechones nacidos muertos y lechones destetados por el número de parto de la cerda

Table 2. Mean (X) and standard error (SE) of stillbirths and weaned piglets by parity

SPN	S			WP		
	n	X	SE	n	X	SE
1	221	0.92 <sup>ab</sup>	0.06	1811	7.55 <sup>b</sup>	0.14
2	101	0.47 <sup>c</sup>	0.06	1835	8.19 <sup>a</sup>	0.14
3	134	0.60 <sup>c</sup>	0.06	1807	8.21 <sup>a</sup>	0.15
4	122	0.64 <sup>bc</sup>	0.06	1604	8.10 <sup>ab</sup>	0.15
5	109	0.61 <sup>bc</sup>	0.07	1456	7.95 <sup>ab</sup>	0.16
6	88	0.94 <sup>a</sup>	0.09	777	7.47 <sup>b</sup>	0.21
7	144	0.73 <sup>abc</sup>	0.07	1605	7.82 <sup>ab</sup>	0.15

SPN= parity number; S= born dead piglets; WP= weaned piglets.

<sup>abc</sup> Different small letters in a column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

and parity 3 (0.60) ( $P < 0.01$ ). This can be explained by a longer parturition in older sows, which favors piglet mortality<sup>(17)</sup>. Differences ( $P < 0.05$ ) were also found in WP for SPN, between parity 2 (8.19) and 3 (8.21) relative to parity 1 (7.55) and 6 (7.47) (Table 2). These results differ with what is mentioned by other authors, who report that the number of weaned piglets remains practically the same irrespective of sow parity number, due to a positive correlation between LS and WP<sup>(18)</sup>.

With reference to FF, a significant effect ( $P < 0.01$ ) was found on both LS and WP (Table 3), and on S and WP, too (Table 4). These results, not being in concurrence between different farrowing rooms, seem to be influenced by other factors.

Entire preweaning mortality for the assessed period totaled 1,056 piglets out of 11,977 born alive (LBP), or 8.82 %. Cause of death of piglets is attributed to crushing, 391 (37.0 %); sacrificed, 139 (13.1 %); delayed piglets 100 (9.4 %); starvation, 83 (7.8 %);

Cuadro 3. Promedio y error estándar de lechones nacidos totales y vivos por sala de maternidad

Table 3. Mean (X) and standard error (SE) of litter size and born alive piglets by farrowing room

FF	LS			LBP		
	n	X	SE	n	X	SE
1	1104	10.07 <sup>ab</sup>	0.28	1014	9.48 <sup>ab</sup>	0.27
2	1042	10.29 <sup>ab</sup>	0.26	879	9.60 <sup>ab</sup>	0.25
3	1070	10.24 <sup>ab</sup>	0.34	946	9.44 <sup>ab</sup>	0.33
4	1066	10.35 <sup>ab</sup>	0.26	947	9.62 <sup>ab</sup>	0.25
5	1073	10.11 <sup>ab</sup>	0.30	966	9.30 <sup>ab</sup>	0.30
6	871	10.11 <sup>ab</sup>	0.31	751	9.05 <sup>ab</sup>	0.30
7	782	9.62 <sup>ab</sup>	0.31	686	8.77 <sup>b</sup>	0.30
8	795	10.61 <sup>ab</sup>	0.32	697	10.14 <sup>a</sup>	0.31
9	715	9.56 <sup>b</sup>	0.31	644	8.92 <sup>b</sup>	0.30
10	1034	10.63 <sup>ab</sup>	0.24	901	9.93 <sup>ab</sup>	0.23
11	1084	9.65 <sup>ab</sup>	0.25	953	9.02 <sup>ab</sup>	0.25
12	1492	10.70 <sup>a</sup>	0.21	1274	10.06 <sup>a</sup>	0.20
13	1518	9.59 <sup>b</sup>	0.20	1319	8.96 <sup>b</sup>	0.19

FF= farrowing room; LS= total born piglets; LBP= born alive piglets.

<sup>ab</sup> Different small letters in a column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

## EFECTOS EN LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LECHONES

duración del parto en hembras viejas, lo que facilita la mortalidad durante el parto<sup>(17)</sup>. También se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en LD por NPC, entre los partos 2 (8.19) y 3 (8.21) con respecto a los partos 1 (7.55) y 6 (7.47). En el número de LD por NPC los resultados obtenidos en este trabajo difieren con los observados por algunos autores, que mencionan que el número de cerdos destetados se mantiene muy similar entre hembras de diferente parto, debido a que se reporta una correlación positiva entre los LNT y los LD<sup>(18)</sup>.

Respecto a TI, en las diferentes variables evaluadas se observó efecto sobre LNT y LNV ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 3). También se observaron diferencias ( $P < 0.01$ ) en el número de LNM y LD por efecto de TI (Cuadro 4). Estos resultados al no ser concordantes entre las diferentes salas de maternidad parecen estar siendo influenciados por otros factores.

La mortalidad general en maternidad, durante el periodo evaluado, fue de 1,056 lechones muertos en lactancia de 11,977 LNV, lo que corresponde a 8.82 % de mortalidad. Estos lechones muertos durante la lactancia corresponden a las siguientes causas: 391 muertos por aplastamiento (37.0 %), 139 sacrificados (13.1 %), 136 bajos de peso (12.8 %), 100 retrasados (9.4 %), 83 muertos por inanición (7.8 %), 80 por hipoplasia miofibrilar (7.5 %), 65 debido a malformaciones (6.1 %) y por último 62 atribuidos a otras causas (5.8 %). Estos resultados difieren con otros autores quienes mencionan escalas de mortalidad; de 16.3 a 20 %<sup>(4,15)</sup>; esto lleva a pensar que en la granja, los trabajadores realizan un buen manejo en el área de maternidad, y las condiciones medio ambientales se ajustan adecuadamente a las necesidades de los animales. Cuando la mortalidad se desglosa por tipo de causa, los resultados obtenidos aquí concuerdan con lo escrito en la literatura, que por lo general reporta como principal causa de mortalidad el aplastamiento<sup>(19,20)</sup>.

Con relación al número de parto de la cerda (NPC) no se observó efecto en la causa de mortalidad lechones de bajo peso ( $P > 0.01$ ) (Cuadro 5), lo que difiere con varios autores que señalan que el número de parto de la cerda tiene efecto sobre

myofibrillar hypoplasia, 80 (7.5 %); malformations 65 (6.1 %) and other causes, 62 (5.8 %). These results differ with what is reported by other authors who mention general mortality ranging between 16.3 and 20 %<sup>(4,15)</sup>, greater than what was found in the present study, which can be attributed to high quality labor in the farrowing area of the farm where this study was performed, and to environmental conditions that adapt themselves to animal requirements, too. Break down of mortality causes is similar to what is reported in the literature, especially pointing crushing as the main cause of piglet preweaning casualties<sup>(19,20)</sup>.

Relative to parity number (SPN), no effect was found for low weight piglets ( $P < 0.01$ ) (Table 5). This differs with what is reported by several authors, who point out that sow parity number influences some mortality causes, as crushing, starvation and gut problems, particularizing that these are more common in primiparous than those of parity 6 or more<sup>(19,21)</sup>. In the present study, this can be explained

Cuadro 4. Promedio y error estándar de lechones nacidos muertos y lechones destetados por sala de maternidad

Table 4. Mean (X) and standard error (SE) of stillbirths and weaned piglets by farrowing room

FF	S			WP		
	n	X	SE	n	X	SE
1	60	0.58 <sup>ab</sup>	0.10	933	8.26 <sup>abc</sup>	0.20
2	67	0.68 <sup>ab</sup>	0.09	806	7.80 <sup>bc</sup>	0.18
3	93	0.80 <sup>ab</sup>	0.13	889	8.93 <sup>a</sup>	0.25
4	77	0.72 <sup>ab</sup>	0.10	874	8.61 <sup>ab</sup>	0.19
5	82	0.81 <sup>ab</sup>	0.11	895	8.17 <sup>abc</sup>	0.22
6	84	1.05 <sup>a</sup>	0.11	697	8.18 <sup>abc</sup>	0.22
7	72	0.84 <sup>ab</sup>	0.11	635	8.13 <sup>abc</sup>	0.23
8	33	0.47 <sup>b</sup>	0.12	639	8.89 <sup>a</sup>	0.23
9	46	0.64 <sup>ab</sup>	0.11	590	7.98 <sup>abc</sup>	0.22
10	54	0.70 <sup>ab</sup>	0.09	792	8.14 <sup>abc</sup>	0.17
11	68	0.62 <sup>ab</sup>	0.09	850	7.81 <sup>bc</sup>	0.18
12	86	0.64 <sup>ab</sup>	0.08	1136	8.28 <sup>abc</sup>	0.15
13	97	0.63 <sup>ab</sup>	0.07	1159	7.64 <sup>c</sup>	0.14

FF= farrowing room; S= born dead piglets; WP= weaned piglets.

abc Different small letters in a column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

algunas de éstas, como aplastamiento, inanición y trastornos entéricos, señalando que es más común en cerdas primerizas y de seis o más partos (19,21). En el presente estudio esto se puede explicar por el bajo promedio de lechones nacidos vivos, que presentan las hembras de primero y segundo partos, lo que reduce las posibilidades de mortalidad en sus lechones, ya que está bien establecido que la mortalidad es dependiente del tamaño de la camada(4,19). Con respecto a las cerdas de seis o más partos hay que entender que en una granja de este tamaño se ha llevado un proceso de depuración de las hembras menos productivas y las que alcanzan un número de parto avanzado son hembras que tienden a tener un menor número de problemas durante la lactancia.

Cuando se analizó el efecto de la sala de maternidad (TI) se observaron diferencias en el porcentaje de mortalidad por efecto del TI para las variables muertos por aplastamiento ( $P < 0.05$ ), bajo peso ( $P < 0.01$ ), sacrificados ( $P < 0.05$ ) y otras causas ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 6). Al obtener los promedios y realizar el análisis no paramétrico, se encontraron diferencias para aplastados entre las salas 13 ( $0.44 \pm 0.04$ ) y 11 ( $0.18 \pm 0.05$ ) ( $P < 0.05$ ); en los muertos por sacrificio entre la sala 11 ( $0.23 \pm 0.03$ ) contra las salas 2 ( $0.03 \pm 0.03$ ) y 6 ( $0.03 \pm 0.04$ ) ( $P < 0.05$ ); en los muertos por otras causas,

through the low average number of born alive piglets in parity 1 and 2, which reduce the probability of piglet death, as it is a well established fact that litter size influences preweaning mortality(4,19). Relative to parity 6 or greater, it has to be understood that in a farm of this size, the less productive sows are culled, so those who reach parity 6 or more show less problems during lactation.

Farrowing room (FF) showed effect on crushing ( $P < 0.05$ ), low weight ( $P < 0.01$ ), sacrificed ( $P < 0.05$ ) and other causes ( $P < 0.01$ ) (Table 6). When averages were obtained and a non parametric analysis was performed, differences were found between room 13 ( $0.44 \pm 0.04$ ) and room 11 ( $0.18 \pm 0.05$ ) for crushing ( $P < 0.05$ ); between room 11 ( $0.23 \pm 0.03$ ) and both rooms 2 ( $0.03 \pm 0.03$ ) and 6 ( $0.03 \pm 0.04$ ) for sacrifice ( $P < 0.05$ ) and between room 12 ( $0.18 \pm 0.02$ ) and both rooms 1 ( $0.08 \pm 0.03$ ) and 8 ( $0.01 \pm 0.03$ ) for other causes ( $P < 0.05$ ). No differences were found between farrowing rooms for the remaining mortality variables.

Relative to FF effect on several mortality causes, it is understandable that the greater number of crushed piglets was found in room 13, particularly if compared to room 1. Room 13 is bigger, has a greater number of farrowing pens, that complicates maintaining an adequate room temperature, therefore piglets will stay closer to mother sow and as a

Cuadro 5. Número y porcentaje de cada causa de mortalidad por número de parto de la cerda

Table 5. Number and percentage of each mortality cause by sow's parity number

SPN	C		LBV		M		St		Dp		Sa		O		Mh	
	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	72	18.4	31	22.6	8	12.3	15	18.0	21	21.0	22	15.8	11	17.7	17	20.9
2	60	15.2	28	20.4	13	20.0	15	18.0	25	25.0	22	15.8	8	12.9	17	20.9
3	63	16.1	25	18.2	18	27.6	18	21.6	17	17.0	19	13.6	14	22.5	12	14.8
4	69	17.6	25	18.2	8	12.3	13	15.6	7	7.0	19	13.6	10	16.1	13	16.0
5	36	9.2	8	5.8	7	10.7	6	7.2	12	12.0	21	15.1	5	8.0	6	7.4
6	40	19.2	8	5.8	4	6.1	6	7.2	6	6.0	7	5.0	2	3.2	7	6.6
7	51	13.0	12	8.7	7	10.7	10	12.0	12	12.0	29	20.8	12	19.3	9	11.1
<i>P</i>	0.19		0.23		0.07		0.81		0.86		0.52		0.72		0.83	

SPN= parity number; C= crushing; LBV= low birth weight; M= malformations; St= starvation; Dp = delayed piglets; Sa= sacrificed; O= other causes; Mh= myofibrillar hypoplasia.



## EFECTOS EN LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LECHONES

entre las sala 12 ( $0.18 \pm 0.02$ ) contra las salas 1 ( $0.08 \pm 0.03$ ) y 8 ( $0.01 \pm 0.03$ ) ( $P < 0.05$ ). Para las variables de bajo peso, malformaciones, inanición, retrasados e hipoplasia miofibrilar no se encontraron diferencias entre las salas ( $P > 0.05$ ).

Al respecto del efecto de TI en las diversas causas de mortalidad, se entiende que la mayor cantidad de lechones aplastados ocurriera en la sala 13, especialmente cuando se compara con los datos de la sala uno; lo anterior se explica al observar que la sala 13 es de mayor tamaño por tener un número mayor de jaulas de maternidad; esto hace difícil mantener la adecuada temperatura dentro de la sala, lo que origina que los lechones se acerquen más a la cerda en busca de calor y por lo tanto tienen mayor posibilidad de ser aplastados por ella; a lo anterior hay que agregar que esta sala es el único tipo de instalación con jaulas en piso, donde se sabe que los niveles de humedad y por lo tanto la pérdida de calor por parte de los lechones es mayor; cabe mencionar que un solo trabajador está asignado por sala, por lo que la supervisión en esta sala es más difícil.

result are more prone to be crushed by her. Besides, room 13 is the only one with pens placed on the floor surface, so, with greater humidity and thus piglets lose temperature more quickly, compounding crushing risk. In addition, only one worker is allocated to this room, so its supervision is harder than in rooms with fewer pens.

The greater number of sacrificed piglets was found in room 11, when compared to rooms 2 and 6. This could be due to an effect specific to this room, which caused a greater number of piglets to be sacrificed, because in this room the number of born piglets was not greater than in the other rooms, which would give rise to a lower birth weight and therefore greater probabilities of falling behind or of acquiring diseases. Furthermore, no predisposition for young or old sows was present. Also, no valid explanation for a greater incidence of mortality due to other causes in room 12 is forthcoming, due to a lack of fundamentals.

When analyzing LS, differences were found for low weight ( $P < 0.01$ ) and starvation ( $P < 0.01$ )

Cuadro 6. Número y porcentaje de cada causa de mortalidad por sala de maternidad

Table 6. Number and percentage of each mortality cause by farrowing room

FF	C		LBW		M		St		Dp		Sa		O		Mh	
	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	30	7.67	17	12.40	5	7.69	10	12.04	6	6	7	5.03	1	1.61	3	3.70
2	22	5.62	18	13.10	6	9.23	7	8.43	6	6	4	2.87	0	0	8	9.87
3	24	6.13	8	5.83	2	3.07	1	1.20	4	4	9	6.47	3	4.83	4	4.93
4	29	7.41	8	5.83	2	3.07	5	6.02	10	10	10	7.19	4	6.45	4	4.93
5	25	6.39	8	5.83	2	3.07	8	9.63	8	8	7	5.03	2	3.22	9	11.10
6	26	6.65	4	2.92	0	0	4	4.81	9	9	3	2.15	1	1.61	5	6.17
7	23	5.88	5	3.65	0	0	3	3.61	3	3	12	8.63	0	0	3	3.70
8	26	6.65	6	4.38	5	7.69	2	2.41	1	1	6	4.31	1	1.61	9	11.10
9	20	5.11	8	5.83	1	1.53	1	1.20	7	7	3	2.15	2	3.22	10	12.30
10	43	10.99	9	6.56	9	13.84	8	9.63	15	15	14	10.07	6	9.67	3	3.70
11	21	5.37	9	6.56	10	15.38	5	6.02	15	15	27	19.42	9	14.50	2	2.46
12	32	8.18	24	17.50	15	23.07	14	16.80	5	5	12	8.63	2	43.50	9	11.10
13	70	17.90	13	9.48	8	12.30	15	18.07	11	11	25	17.98	6	9.67	12	14.80
P	0.032		0.051		0.05		0.207		0.055		0.028		0.001		0.185	

FF= farrowing room; C= crushing; LBW= low birth weight; M= malformations; St= starvation; Dp= delayed piglets; Sa= sacrificed; O= other causes; Mh= Myofibrillar hypoplasia.

Con respecto a lechones sacrificados se refiere, la mayor cantidad se presenta en la sala 11, en comparación con las salas 2 y 6, esto puede corresponder a un efecto específico dentro de la sala que ocasionaba la decisión de cuáles lechones deben ser sacrificados, lo anterior se deduce por el hecho de no haber encontrado en esta sala, un mayor número de lechones paridos totales, que pudieran sugerir un menor peso al nacimiento y por lo tanto mayores posibilidades de retraso o enfermedad en los mismos; además, en esta sala de maternidad no hubo predisposición a tener el parto de hembras jóvenes o viejas, específicamente. En el caso de la clasificación establecida como "otras causas", no se contó con elementos para establecer una explicación a que en la sala 12 hubiera un mayor número de muertos.

Al analizar el efecto de los lechones nacidos totales (LNT), se encontraron diferencias entre las proporciones para las variables bajo peso ( $P < 0.01$ ) y para inanición ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 7). Al hacer el análisis no paramétrico para la variable muertos de bajo peso, se halló el promedio mayor de estos últimos en las camadas con  $\geq 13$  ( $0.21 \pm 0.02$ ), en comparación con las de  $\leq 8$  ( $0.06 \pm 0.01$ ), 10 ( $0.04 \pm 0.02$ ) y 11 ( $0.08 \pm 0.02$ ) LNT ( $P < 0.01$ ). Al hacer el análisis no paramétrico el promedio de muertos por inanición fue mayor en las camadas con  $\geq 13$  ( $0.11 \pm 0.01$ ) cuando se comparan con los

(Table 7). When a non parametric analysis was performed for low weight, greater average mortality was found in  $\geq 13$  LS ( $0.21 \pm 0.02$ ) in comparison of  $\leq 8$  ( $0.06 \pm 0.01$ ), 10 ( $0.04 \pm 0.02$ ) and 11 ( $0.08 \pm 0.023$ ) piglets per litter ( $P < 0.01$ ). These results concur with those reported by other authors, because in large litters, birth weight is low, due to lack of space in uterus and a strong relationship between birth weight and mortality is true. In mortality due to starvation, results found in this study concur too with what is reported in literature, because big litters produce small and weak piglets, not having enough energy for competing for food with his or her brothers and sisters and then dying by starvation<sup>(13,17)</sup>.

No differences were found for crushing between litter size ranks ( $P > 0.05$ ), completely different with what is reported in literature, because crushing is common in big litters, as birth weight is usually low, and these piglets move slowly due to weakness and therefore cannot run for cover quickly enough when sows lie down, and even though pens are provided with protection railing, it is not 100 % effective<sup>(13,17)</sup>.

No effects were found for average birth weight (PBW) and mortality causes ( $P > 0.05$ ). These findings differ with what some authors report, as birth weight is usually associated to mortality by

Cuadro 7. Número y porcentaje de cada causa de mortalidad por número de lechones nacidos total en la camada de procedencia

Table 7. Number and percent of each mortality cause by litter size

LS	C		LBV		M		St		Dp		Sa		O		Mh	
	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<8	85	21.7	23	16.7	12	18.4	17	20.4	28	28	45	32.3	18	29.0	18	22.2
9	43	10.9	19	13.8	9	13.8	14	16.8	13	25	18	12.9	5	8.0	11	13.5
10	55	14.0	9	6.5	15	23.0	9	10.8	14	17	19	13.6	7	11.2	16	19.7
11	63	16.1	15	10.9	3	4.6	10	12.0	17	7	18	12.9	4	6.4	8	9.8
12	59	15.0	20	14.5	7	10.7	5	6.2	13	12	19	13.6	13	20.9	10	12.3
13>	86	21.9	51	37.2	19	29.2	28	33.7	15	6	20	14.3	15	24.1	18	22.2
P	0.051		0.001		0.033		0.01		0.866		0.928		0.568		0.532	

LS= litter size; C =crushing; LBW= low birth weight; M= malformations; St= starvation; Dp= delayed piglets, Sa= sacrificed; O= other causes; Mh= Myofibrillar hypoplasia.

## EFECTOS EN LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LECHONES

de las camadas con  $\leq 8$  ( $0.04 \pm 0.01$ ) y  $12$  ( $0.02 \pm 0.02$ ) ( $P < 0.01$ ). Estos resultados son concordantes con otros autores, ya que en camadas muy numerosas, el peso al nacimiento es bajo, debido a la cantidad de fetos ocupando un espacio en el útero y existe una fuerte relación entre el peso al nacer y la mortalidad. En el caso de muertos por inanición, también concuerda con lo reportado en la literatura, ya que cuando son más los LNT, esto hace que los lechones más pequeños o débiles no tengan la fuerza suficiente para competir con sus hermanos, no tienen acceso al alimento y mueren de inanición<sup>(13,17)</sup>.

Con respecto al aplastamiento, el no encontrar diferencia entre los diferentes rangos de camadas ( $P > 0.05$ ), origina que estos resultados difieran con lo descrito en la literatura, ya que en camadas muy numerosas, el aplastamiento es muy común, debido al bajo peso al nacimiento, estos son muy débiles para poder moverse y son más propensos a morir aplastados por la cerda, que aunque se encuentra en una jaula, ésta no protege a los lechones en un 100 %, y al momento de echarse, no le da la oportunidad a los lechones más pequeños de moverse para evitar que sean aplastados<sup>(13,17)</sup>.

No se encontró efecto del peso promedio al nacimiento (PPN) sobre las diferentes causas de mortalidad ( $P > 0.05$ ). Estos resultados varían con lo reportado por algunos autores, ya que el peso al nacimiento se asocia con las muertes por aplastamiento, debido a que en camadas muy pequeñas los lechones son muy pesados, esto hace que el parto sea una experiencia traumática, originando un estado de hipoxia en los recién nacidos, lo cual después de ser expulsados, estaban débiles y torpes, con movimientos más lentos que los hace propensos a ser aplastados. También en las camadas más grandes, el peso de los lechones es bajo, por lo tanto son más débiles, y más propensos a morir por aplastamiento<sup>(5,22)</sup>.

Los resultados de este estudio permiten concluir que la principal causa de mortalidad en maternidad registrada en granjas porcinas es el aplastamiento. Se determinó que el principal factor que influye en las causas de mortalidad es el tipo de instalaciones en el área de maternidad. En segundo lugar se

crushing, as in small size litters, piglets are heavy, making for traumatic parturition and causing hypoxia in newborn piglets, therefore becoming weak and clumsy, with slow body movements and as a result prone to die by crushing<sup>(5,22)</sup>.

Results found in the present study allow concluding that the main cause of suckling pig mortality is crushing, and the main factor influencing mortality is farrowing room facilities. The next factor affecting mortality is litter size, considered as inherent to piglets, related closely to mortality causes, and predisposes some of them. In addition, birth weight, although important for overall production in a pig farm, was found to have no association with the mortality causes assessed in the present study.

In factors associated to sows, parity number did not show effects on mortality causes analyzed in this study, at least in the conditions it was performed.

Implications of the present study involve establishing evaluation procedures in every farm having farrowing mortality problems, in order to identify its causes and linking them to the production process. Another important factor is providing adequate training to farrowing room staff so they can identify piglet risk factors, such as litter size and farrowing facilities, including pen design and size as improving these conditions could help establishing special care for piglets, thus improving the survival rate.

*End of english version*

---

encontró que el tamaño de la camada, considerado como uno de los factores inherentes al lechón, tiene mucha relación con las causas de mortalidad y que predispone a algunas de estas; así mismo se determinó que el peso al nacer, aunque es importante en la producción de una granja porcina, no tuvo ninguna relación con las causas de mortalidad evaluadas en el presente estudio.

En el caso de los factores de la cerda, se determinó que el número de parto no tuvo relación con las

diferentes causas de mortalidad bajo las condiciones del presente trabajo.

Las implicaciones del presente trabajo derivan en establecer procesos de evaluación en cada una de las granjas con problemas de mortalidad en maternidad, para identificar las causas de las mismas y relacionarlas con el proceso de producción. Es importante capacitar a los operadores de las casetas de maternidad para que identifiquen factores de riesgo para los lechones como lo son camadas numerosas y el tipo de sala de maternidad, incluyendo factores como el diseño de la jaula de maternidad y el tamaño de la caseta; la identificación de esas condiciones podrían ayudar a establecer cuidados especiales para los lechones.

## LITERATURA CITADA

- Mellor DJ, Stafford KJ. Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *Vet J* 168 2004;118-133.
- Grandinson K, Lund M, Rydhmer L, Strandberg E. Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta Agric Scan* 2002;52(4):167-173.
- Segura JC, Alzina LA, Solorio JL. Evaluación de tres modelos y factores asociados a la mortalidad de lechones al nacimiento en el trópico de México. *Téc Pecu Méx* 2007;45(2):227-236.
- Gondret F, Lefaucheur L, Louveau I, Lebreton B, Pichodo X, Le Cozler Y. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. *Livest Prod Sci* 2005;93:137-146.
- Trujillo OME. Hembra gestante y parto. En: Agudelo y Martínez Editores, Mejoramiento Animal: Reproducción del Cerdo. DSUA FMVZ UNAM 2011:83-101.
- Quiles A, Hevia M. Mortalidad neonatal en los lechones. *Prod Anim* 2006;19:45-55.
- Tuchscherer M, Puppe B, Tuchscherer A, Tiemann U. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology* 2000;54:371-388.
- Gómez MM, Segura CJ, Rodríguez BJ. Efecto del año, bimestre y número de parto de la cerda en el tamaño y peso de la camada al nacer y al destete en una granja comercial. *Rev Biomed* 1999;10:23-28.
- Malmkvis JT, Pedersen LJ, Damgaard BM, Thodberg K, Jorgensen EL. Does floor heating around parturition affect the vitality of piglets born to loose housed sows? *Appl Anim Behav Sci* 2006;99:88-105.
- Pedersen LJ, Jorgensen EL, Heiskanen T, Damm BI. Early piglet mortality in loose-housed sows related to sow and piglet behavior and the progress of parturition. *App Anim Behav Sci* 2006;96:215-232.
- Marqués CMJ. Probabilidad y estadística para ciencias Químico-Biológicas. México: McGraw-Hill; 1996.
- Wayne, D.W. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. 3ra ed. México: Limusa-Wiley, 2002.
- Miller HM, Carroll SM, Reynolds FH, Slade RD. Effect of rearing environment and age on gut development of piglets at weaning. *Livest Sci* 2007;108:124-127.
- Milligan BN, Fraser D, Kramer DL. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to preweaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livest Prod Sci* 2002;76:181-191.
- Knol EF, Ducro BJ, Van Arendonk JAM, Van der Lande T. Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing, pre-weaning and total piglet survival. *Livest Prod Sci* 2002;73:153-164.
- Le Cozler Y, Guyomarch HC, Pichodo X, Quinio PY, Pellois H. Factors associated with stillborn and mummified piglets in high-prolific sows. *Anim Res* 2002;56:261-268.
- Mota RD. Asfixia perinatal en el bebé y neonato porcino. En: Perinatología animal. Enfoques clínicos y experimentales. Mota RD, Nava OA, Villanueva GD, Alonso SM. 1ª ed. México: BM. Editores. 2006.
- González HC, De Armas RI, Paz SC, Guevara VG, Tamayo EY. Influencia de número de parto y la época del año sobre indicadores reproductivos en una unidad porcina. *Rev Prod Anim* 2002;14:69-72.
- Andersen IL, Berg S, Boe KE. Crushing of piglets by the mother sow (*Sus Scrofa*)-purely accidental or poor mother? *Appl Anim Behav Sci* 2005;220-243.
- Jonhson AK, Morrow JL, Dailey JW, James J. Prewearing mortality in loose-housed lactating sows: behavioral and performance difference between sows who crush or do not crush piglets. *Appl Anim Behav Sci* 2007;105:59-74.
- Nagy J, Bilkei G. Neonatal piglet losses associated with *Escherichia coli* and *Clostridium difficile* infection in a Slovakian outdoor unit. *Vet J* 2003;166:98-100.
- Weary DM, Pajor EA, Fraser D, Honkanen AM. Sow body movements that crush piglets: a comparison between two types of farrowing accommodation. *Appl Anim Behav Sci* 1996;9:149-158.