

Estudio de algunos factores genéticos y no genéticos que afectan el número de momias y la mortalidad al nacimiento de cerdos Duroc y Hampshire

Ana Espitia y Rafael Galíndez*

¹Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela

RESUMEN

Para estudiar el efecto del grupo racial (Duroc, Hampshire y cruces recíprocos) materno (GRM), paterno (GRP), de camada (GRM*GRP), año de nacimiento (AN=1990 – 1999), época de parto (EP=Lluviosa – Seca), número de partos de la madre (NP=1 – 7 ó más), tamaño de la camada (TC), GRM*EP y la heterosis, sobre el número de momias (MO) y la mortalidad al nacimiento (MN), se realizaron análisis de varianza asumiendo distribución binomial. Se utilizaron 2 249 registros de una granja comercial del estado Yaracuy, obteniéndose promedios ponderados de 0,91 y 4,5% para MO y MN, respectivamente. Para MO se pudo evidenciar efecto de AN ($P<0,01$), NP ($P<0,05$) y TC ($P<0,01$). Se observó efecto de GRP ($P<0,05$), AN, NP y TC ($P<0,01$) sobre MN. La heterosis estimada resultó en 4,5% ($P<0,05$) para MO y -0,88 (NS) para MN. Se concluye que el grupo racial de padre afectó MN, aumentando la mortalidad en los individuos que poseen genes de la raza Duroc. La heterosis fue perjudicial durante la gestación al aumentar MO. Por otra parte, los factores ambientales son importantes a considerar para reducir la mortalidad. Atención especial merecen los hijos de cerdas que tienen cuatro o más partos, puesto que se incrementa notablemente la mortalidad de estos lechones hasta el nacimiento.

Palabras clave: Mortalidad fetal, Grupo racial de madre, Grupo racial de padre, Heterosis.

Study of some genetic and non genetic factors that affect the number of fetal mummification and mortality at birth of Duroc and Hampshire pigs

ABSTRACT

To study the effect of the dam breed (Duroc, Hampshire and reciprocal) group (GRM), sire breed group (GRP), litter breed group (GRM*GRP), birth year (AN=1990 - 1999), calving season (EP= rainy - Dry), calving number (NP=1 - 7 ó more), litter size (TC), GRM*EP and heterosis on fetal mummification (MO) and mortality at birth (MN), a variance analysis assuming binomial distribution was realized. There were used 2.249 records of a commercial farm of Yaracuy state, obtaining weigh averages of 0.91 and 4.94% for MO and MN, respectively. For MO it was possible to demonstrate AN effect ($P<0.01$), NP ($P<0.05$) and TC ($b = 1,09\%$). It was demonstrated GRP effect ($P<0.05$), AN, NP, and TC ($P<0.01$) on MN. The estimated heterosis resulted in 4,5 for MO and -0,88% for MN. The sire breed group affected MN, increasing mortality in individuals in which possess genes of Duroc breed. Heterosis was detrimental during gestation increasing MO. On the other hand, the environmental factors were important to consider to reduce mortality. Particular attention deserves the piglets, which come from sows with four or more births, because mortality of these piglets increase notably until birth.

Key words: Fetal Mortality, Dam Breed Group, Sire Breed Group, Heterosis.

*Autor de correspondencia: galindezr@gr.ucv.ve; galindez70@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La eficiencia económica de los sistemas de producción con cerdos depende en gran medida, del producto que es llevado al mercado, lo cual se traduce en la cantidad de unidades que son sacrificadas para la venta de su carne. La mortalidad se define como el número de lechones muertos en relación al total de lechones de una camada, y puede sobrevenir como consecuencia de una serie de factores, algunos inherentes al animal y otros a su ambiente circundante. En este sentido, es importante destacar que la mortalidad tiene carácter multifactorial, y que dichos factores están relacionados entre sí. Estos factores incluyen aspectos relacionados con el lechón, la madre y el medio ambiente. La identificación de dichos factores, puede conducir a optimizar la productividad de las granjas de cerdos, permitiendo seleccionar y promover a los individuos más aptos y manipular los aspectos externos sujetos a mejoras mediante el uso de procedimientos y tecnologías modernas. En este sentido, reducir la mortalidad durante la gestación (expresada como momias) y al nacimiento repercutirá favorablemente en el aumento de la productividad por cerda. La momificación ocurre después de la tercera semana de gestación, lo que no permite que los embriones sean reabsorbidos y tampoco culminen su desarrollo, (Laurentin, 2000). En la literatura se han reportado valores de mortalidad expresada como momias que oscilan entre 0,4 y 1,9% (Machuca *et al.*, 1999).

Según Laurentin (2000, es muy sencillo evaluar la mortalidad al nacimiento, mediante un registro del número de animales nacidos vivos y nacidos muertos, para lo cual se consideran las primeras 24 horas de vida del lechón. Estudios realizados en América y Europa revelan medias para mortalidad al nacimiento que van desde 1, hasta 13,8% (Rico y Gómez, 1982; Quemere y Richard, 1992; Machuca *et al.*, 1999; Galíndez *et al.*, 2004; Echevarría *et al.*, 2005; Mesa *et al.*, 2006). Esta variabilidad puede ser consecuencia de las condiciones de manejo y las características climáticas que difieren entre estudios, e inclusive dentro de granjas del mismo estudio.

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto del grupo racial de la madre, padre y camada, año y época de nacimiento, número de partos de la madre y tamaño de la camada al nacer sobre el número de momias y la mortalidad al nacimiento de los lechones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron datos de porcentaje de momias y mortalidad al nacimiento de lechones que corresponden al período comprendido entre los años 1990 – 1999, de una granja porcina ubicada en el municipio Peña, población de Yaritagua, estado Yaracuy. La precipitación promedio

anual de la zona fue de 974,7 mm para el período, con una humedad relativa de 78% y temperatura media de 25, °C, con máximas de 30, °C y mínimas de 19, °C. (INIA, 2009). Se establecieron dos épocas del año: una seca (época 1) entre noviembre y abril, en la que la precipitación media mensual no superó la mitad de la evapotranspiración potencial y una lluviosa (época 2) entre mayo y octubre, en la que la precipitación mensual fue igual o mayor a la mitad de la evapotranspiración potencial.

Los planes alimenticios para todas las etapas productivas de los animales fueron diseñados y aplicados por personal de la empresa porcina. En la granja se realizó un manejo reproductivo controlado, utilizando inseminación artificial en el 100% de las hembras. Al detectar la presencia de celo en las hembras se aplican tres inseminaciones consecutivas (am-pm-am), sólo se da una oportunidad de presentar fallas reproductivas; es decir, repite celo o es negativa a la revisión ecográfica; al presentar el segundo fallo reproductivo es descartada automáticamente. El plan de vacunación de los adultos incluyó rinitis, fiebre aftosa, cólera, *Escherichia coli* y *Actinobacillus*.

Se calculó la tasa de momificación, dividiendo el número de momias al momento del parto entre el número total de lechones nacidos, expresando los resultados en porcentaje. La mortalidad al nacimiento (expresada en porcentaje) se calculó dividiendo el número de lechones nacidos muertos entre el número total de lechones nacidos. Las cerdas con siete o más partos se agruparon en la categoría siete o más. Se utilizaron 2.249 registros distribuidos de la siguiente manera: 1005 para la raza Duroc, 617 para la raza Hampshire, 363 para el cruce Duroc*Hampshire y 264 para el cruce Hampshire*Duroc.

Se usó un diseño completamente aleatorizado y se realizaron análisis de varianza usando modelos lineales generalizados, asumiendo distribución binomial, el modelo se describe a continuación:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Grm_i + Grp_j + An_k + En_l + Np_m + (Grm \times Grp)_{ij} + b_1 Tc_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = Porcentaje de momias / mortalidad al nacimiento de los lechones provenientes de una madre de grupo racial "i", de un padre de grupo racial "j", nacidos en el año "k", en la época "l", de una madre con "m" número de partos, ajustada por el tamaño de la camada al nacer.

μ = Media teórica de la población.

Grm_i = Grupo racial de la madre (i = 1, 2).

Grp_j = Grupo racial del padre (j = 1, 2).

An_k = Año de nacimiento ($k = 1990, 1991, \dots, 1999$).

En_i = Época de nacimiento ($k = 1, 2$).

Np_m = Número de Partos ($1, \dots, 7$ o más).

$(Grm \times Grp)_{ij}$ = Interacción entre la raza de madre ($i = 1, 2$) y de padre ($j = 1, 2$).

$b_1 Tcn_{ijklmn}$ = Coeficiente de regresión lineal de la mortalidad fetal/nacimiento sobre el tamaño de la camada al nacimiento.

e_{ijklmn} = Residual con media np y varianza npq , binomialmente distribuido.

Se realizaron análisis preliminares para probar las interacciones de interés, eliminándose del modelo final aquellas que no resultaron estadísticamente significativas. Los coeficientes de regresión lineal se obtuvieron asumiendo distribución normal. Los promedios ajustados y sus errores estándar asintóticos para ambos caracteres, se calcularon utilizando las fórmulas siguientes (Littell *et al.*, 2002):

$$\%H = \left(\frac{M_{cruza} - 1/2(M_{p1} + M_{p2})}{1/2(M_{p1} + M_{p2})} \right) * 100$$

Donde:

Promedio = media asintótica (binomial).

Estimado = media mínimos cuadrados.

Error estándar = promedio \times (1 - promedio) \times (error estándar del estimado)

Donde:

Error estándar = Error estándar del promedio asintótico (binomial).

Error estándar del estimado = error estándar de la media mínimos cuadrados.

Para verificar la diferencia entre los promedios dentro de cada factor se usó una prueba de "t" Student.

Se calculó la heterosis usando la siguiente fórmula, según Campos (1999):

Donde:

$\%H$ = Porcentaje de heterosis.

M_{cruza} = Promedio de los cruces recíprocos.

M_{p1} = Promedio de la raza paterna.

M_{p2} = Promedio de la raza de la materna.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un promedio de porcentaje de momias de 0,91%, con un error estándar de 0,1; valor similar a lo reportado por Machuca *et al.* (1999) para tres granjas con características parecidas de manejo (1,3, 1,9 y 0,4%). Los grupos raciales de madre, padre y camada no tuvieron efecto sobre el porcentaje de momias, lo que coincide con reportes previos (Rico y Gómez, 1982; Pedrosa *et al.*, 2000 Diéguez *et al.*, 2005), quienes no encontraron diferencias estadísticas entre las razas, agregando los autores que para esa característica en especial no existían diferencias específicas en los genes responsables de la expresión de este carácter, por tanto, es probable que los factores ambientales son los que condicionan en mayor manera la expresión del rasgo productivo analizado. Se encontró efecto ($P < 0,001$) del año de nacimiento sobre el porcentaje de momias, lo que difiere del reporte de Rico y Gómez (1982), quienes señalan que este efecto no es significativo. Sin embargo, Pedrosa *et al.* (2000) señalan que el año de nacimiento si afecta la mortalidad (reportada como mortalidad al nacer y momias), aun cuando no se establece si esta variación fue o no estadísticamente significativa.

De manera general, ocurrió una disminución gradual del número de momias durante los primeros años, observándose mayores valores de mortalidad en los años 1990 (2,4%) y 1991 (2,3%), mientras que los menores valores se observaron en los años 1995(0,4%) y 1998 (0,4%). Galíndez (2004) atribuye las diferencias en sobrevivencia de los lechones entre años a cambios en el manejo alimenticio y sanitario, que en este caso particular favoreció la tasa de sobrevivencia al ocurrir una disminución del porcentaje de mortalidad.

La época de nacimiento no afectó el número de momias. Este resultado coincide con lo encontrado por Pedrosa *et al.* (2000); no obstante, difiere del reporte de Laurentin (2000), quien concluyó que las altas temperaturas encontradas en la época seca aumentaban el número de muertes y por ende las momificaciones y reabsorciones fetales. Sin embargo, los resultados obtenidos son opuestos a los encontrados por Rodríguez *et al.* (1996), ya que aunque evidenciaron una relación entre la época de parto y la mortalidad, señalan que la menor mortalidad se presenta en la época seca. La explicación emitida en este último reporte se basa en el hecho de que en la época seca se presenta una disminución de la prolificidad, lo que origina una menor cantidad de embriones, reduciendo considerablemente la competencia por falta de espacio uterino y recursos, descendiendo de esta manera la mortalidad. La reducción de la prolificidad en la época seca había sido documentada con anterioridad por Fuentes (1988), autor que afirmó que la mayor

radiación solar que ocurre durante la época seca incide de manera negativa sobre el conteo de espermatozoides de los reproductores utilizados, lo que conlleva a una disminución de la prolificidad.

El número de partos tuvo efecto ($P < 0,05$) sobre la momificación, observándose un comportamiento errático en la manifestación del rasgo productivo analizado (Figura 1). Este resultado coincide con el reporte de Pedrosa *et al.* (2000), quienes señalaron que el tamaño o desarrollo del aparato reproductivo de la cerda tiene un efecto directo sobre la proporción de embriones totales dentro de la cavidad uterina. Se observaron valores máximos de mortalidad en el cuarto y sexto parto, lo que coincide con lo observado por Spötter y Distl (2006), quienes afirmaron que esto se debe a un incremento del tamaño de la camada en estos partos, situación que aumenta las probabilidades de que más individuos mueran durante el período de gestación y por ende se incrementen las momificaciones.

Se encontró efecto altamente significativo ($P < 0,01$) del tamaño de la camada. El coeficiente de regresión lineal arrojó un valor de 1,09%. Por ende, se puede decir que a medida que se incrementa en un lechón el tamaño de la camada, aumenta en 1,09% el porcentaje de momias (sobre el promedio). La justificación de este fenómeno puede estar en el hecho de que la madre cuenta con una serie de recursos que debe distribuir en partes iguales a cada integrante de la camada durante la gestación, recursos que son vitales para el desarrollo individual, y que son cada vez menores para cada individuo, si aumenta el número de animales en la camada (Johnson *et al.*, 1999).

Para el porcentaje de momias se presentó un valor de heterosis de 4,5% ($P < 0,05$), siendo la media de

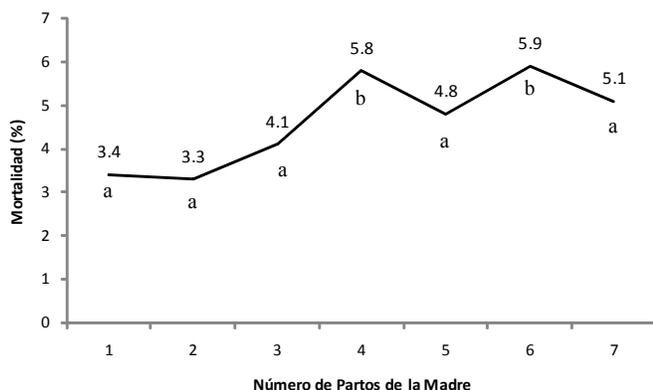


Figura 1. Influencia del número de partos de la madre sobre la mortalidad embrionaria de lechones Duroc, Hampshire y cruces recíprocos. *Letras distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

mortalidad para los puros de 0,88%, mientras que para los cruces fue de 0,92%. Estos valores indican que la heterosis tuvo un efecto desfavorable para el número de momias, puesto que este se incrementa con los cruces. La respuesta obtenida coincide con lo reportado por Jungst *et al.* (1998), quienes encontraron que la media de mortalidad para los cruces Duroc–Hampshire era 0,03% superior a los puros. Es probable que el aumento del tamaño de camada producto del cruzamiento ocasione un incremento de la mortalidad por las razones de competencia por los recursos alimenticios anteriormente descrita (Johnson *et al.*, 1999; Galíndez, 2004).

El promedio de mortalidad al nacimiento resultó en 4,5%, con un error estándar de 0,05%. El resultado coincide con la información reportada por Galíndez (2004) con valores de mortalidad promedio similar. Sin embargo, este promedio es 9,3% inferior al reportado por Rico y Gómez (1982) y 1% superior al resultado obtenido por Mesa *et al.* (2006). Es importante resaltar que estas diferencias pueden ser consecuencia del manejo diferencial realizado en los distintos estudios. Tanto el grupo racial de la madre, como de la camada, este último expresado como la interacción entre el grupo racial de madre y padre, no fueron estadísticamente significativos. Este resultado concuerda con los reportes de Pedrosa *et al.* (2000) y Galíndez (2004) quienes tampoco encontraron efectos significativos del grupo racial de camada sobre la mortalidad al nacer de los lechones, manifestando los autores que los grupos raciales estudiados eran genéticamente similares. Sin embargo, Diéguez *et al.* (2005) y González y Rico (2007) encontraron efecto ($P < 0,01$) de este factor sobre la mortalidad al nacimiento. La explicación del comportamiento observado puede sustentarse con la afirmación de González y Rico (2007), quienes relacionan las diferencias en comportamiento con el manejo, más que con el efecto de la raza en sí. Por otro lado, el grupo racial del padre afectó ($P < 0,05$) la mortalidad al nacimiento, obteniéndose valores de mortalidad más altos para la raza Duroc (Figura 2). Estos resultados difieren de los reportados por Galíndez (2004) quien no encontró efecto alguno de la raza del padre. Por otro lado, Rico y Gómez (1982) y Young (1995) de igual forma reportaron efecto ($P < 0,05$) del grupo racial del padre sobre la mortalidad al nacimiento; sin embargo, emplearon otras razas para su valuación, las cuales presentaron mortalidades superiores a las estimadas por este estudio.

El año afectó ($P < 0,01$) la mortalidad al nacimiento, observándose el máximo valor de mortalidad se observó en el año 1990 (7,9%) y el mínimo se presentó en el año 1996 (2,2%). Los resultados coinciden con lo señalado por Rico y Gómez (1982) y Galíndez (2004), pudiendo atribuirse como causa de este comportamiento, a los efectos directos consecuencia de las mejoras realizadas

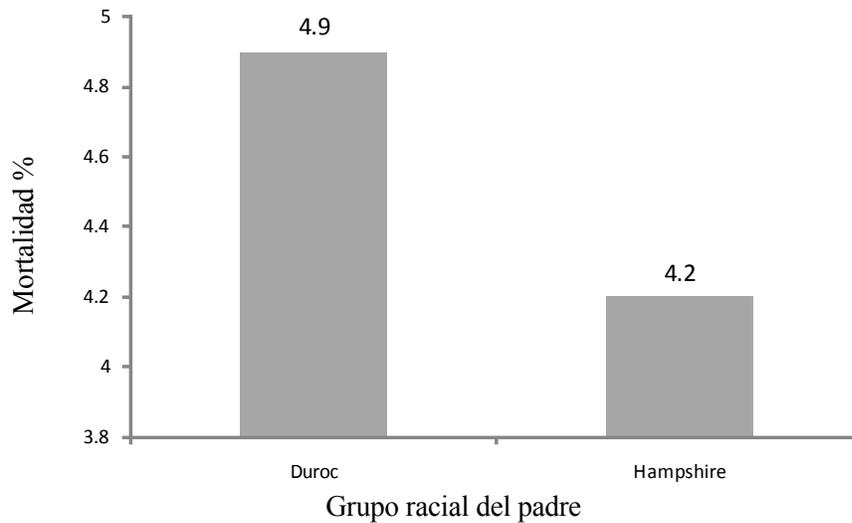


Figura 2. Influencia del grupo racial del padre en la tasa de mortalidad al nacimiento de lechones Duroc, Hampshire y cruces recíprocos. *Letras distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

a las instalaciones y a los cambios efectuados en el sistema de manejo de los animales entre un año y otro.

La época de nacimiento no presentó efecto alguno sobre la mortalidad al nacimiento, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Ortiz *et al.* (2004), quienes señalaron que aun cuando no se expresa significancia alguna en los resultados, es posible que la época más cálida del año ocasione estrés sobre las madres al momento del parto, aumentándose el riesgo de mortalidad de los lechones. Sin embargo, Rico (1981) y Rico y Gómez (1982) reportaron diferencias ($P < 0,001$) para la época de nacimiento. El resultado obtenido en este estudio se puede deber a que los datos provienen de una granja de producción intensiva donde el ambiente es semi-controlado (uso de ventilación forzada, controles de humedad relativa con microaspersores, etc), lo que puede enmascarar el efecto de la época del año sobre la mortalidad.

El número de partos tuvo influencia ($P < 0,01$) sobre la mortalidad al nacimiento, lo que coincide con lo reportado por Rico y Gómez (1982) y Galíndez (2004), quienes señalaron una alta significancia de este efecto. En la Figura 3 se observa que la mortalidad al nacimiento presentó una ligera disminución para el segundo parto, así como un incremento gradual de la misma en los partos sucesivos, resultados que se asemejan a los encontrados por Pedrosa *et al.* (2000), Galíndez (2004) y Ortiz *et al.* (2004).

El incremento gradual de la tasa de mortalidad al nacimiento entre el tercer y cuarto parto puede ser atribuido al desgaste fisiológico de la madre, como consecuencia de

una serie de gestaciones consecutivas con cortos o ningún período de descanso entre lactancia y gestación, lo que ocasiona una disminución en la capacidad de la cerda para proporcionar nutrientes al lechón durante el período de gestación. Este aspecto sumado al incremento de la competencia de los lechones por alimentarse (consecuencia directa del aumento del tamaño de camada), disminuye las posibilidades de sobrevivencia de estos (Galíndez, 2004).

El coeficiente de regresión lineal para tamaño de la camada al nacimiento, con respecto a la mortalidad al nacer, resultó en un valor de 3,4% ($P < 0,01$). De tal manera, se puede afirmar que por cada lechón adicional en el tamaño de la camada, aumenta en 3,4% la mortalidad al nacimiento (sobre el promedio). Esto se explica básicamente porque la madre posee una cantidad limitada de nutrientes para suministrar a la camada durante su crecimiento fetal, así en la medida que aumenta el número de lechones, disminuye la cantidad de nutrientes disponibles para cada uno. Debido a la importancia de dichos nutrientes para el lechón, existe una influencia en la mortalidad. Resultados similares fueron documentados con anterioridad por Galíndez (2004).

La heterosis para este carácter fue de $-0,88\%$ (NS). Valores de heterosis bajos (0,34 a 1,14%) fueron reportados por Galíndez (2004). Por otra parte, Cassidy *et al.* (2002) explican que cuando el índice de herencia para una característica es bajo, como es el caso de la mortalidad al nacimiento, la heterosis permite un mejor aprovechamiento de la combinación de genes de razas distintas. Sin embargo, considerando el bajo porcentaje de

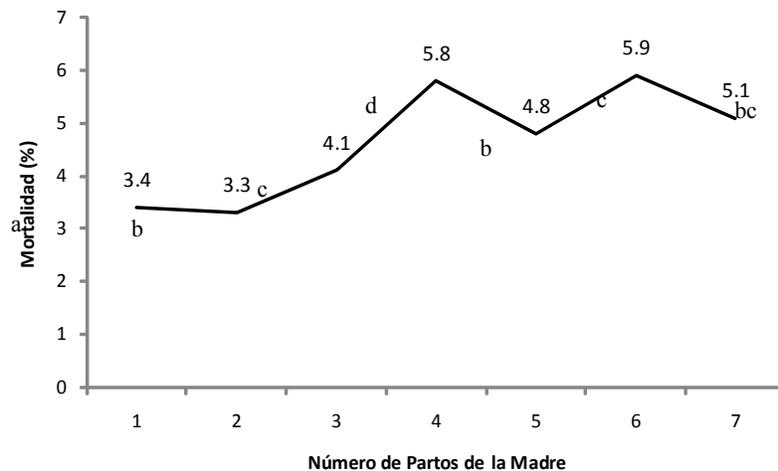


Figura 3. Influencia del número de partos en la tasa de mortalidad al nacimiento en lechones de las razas Duroc, Hampshire y cruces recíprocos. *Letras distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0,01$)

heterosis y sabiendo que el índice de herencia es bajo ($h^2 = 0,01 - 0,1$) para este carácter, se puede asumir que existe mayor influencia del ambiente sobre este rasgo productivo, que los efectos genéticos aditivos y no aditivos que puedan presentarse (Galíndez, 2004).

CONCLUSIONES

Para esta investigación, el uso de reproductores de la raza Duroc incrementó la mortalidad al nacimiento. El año de nacimiento afectó las dos variables estudiadas, pudiendo atribuirse como causa de este comportamiento a las mejoras realizadas a las instalaciones y a los cambios efectuados en el sistema de manejo de los animales. Por otra parte, las mortalidades incrementaron con el número de partos y con el aumento del tamaño de la camada. La heterosis resultó perjudicial al aumentar la mortalidad embrionaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, J. 1999. Melhoramiento Genético Aplicado a Producao Animal. FEP – MVZ Editora. Belo Horizonte, Brasil. 496 p.
- Cassady, J.; L. Young; A. Leymaster. 2002. Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. *J. Anim. Sci.* 80: 2303-2315.
- Diéguez, F.; T. Arias; G. Trujillo; I. Santana. 2005. Análisis del cruzamiento entre cerdos Yorkshire, Duroc y Hampshire en Cuba. *Rev. Comp. Prod. Porcina*. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/Rev.32/PACO.htm>. [Consultado: 10 agosto 2008].
- Echevarría, A.; J. Parsi; J. Trolliet; P. Rinaudo. 2005. Tipo de parideras y productividad de las cerdas y sus camadas en un sistema de producción porcina al aire libre. *Inv. Vet.* 7: 75 - 86.
- Fuentes, A. 1988. Estudio del comportamiento reproductivo de verracos a nivel de granjas en el trópico. Tesis de Postgrado. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 95 p.
- Galíndez, R. 2004. Sobrevivencia de lechones y tamaño de camada hasta el destete en dos granjas comerciales. Tesis de Postgrado. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 83 p.
- Galíndez, R.; O. Verde; G. Martínez. 2004. Parámetros genéticos para sobrevivencia al nacer en porcinos. *Zoot. Trop.* 22:191-200
- González, F.; C. Rico. 2007. Principales causas de mortalidad y desechos en dos razas porcinas. Empresa Genética Porcina. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/cuba/carlos%20pag%20web.htm>. [Consultado: 05 septiembre 2008].
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 2009. Sistema Ciclón de estadísticas mensuales por estación y parámetro. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Maracay, Venezuela. Formato digital.
- Johnson, R.; M. Nielsen; D. Casey. 1999. Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. *J. Anim. Sci.* 77:541-557.
- Jungst, S.; D. Kuhlers; J. Little. 1998. Heterosis losses resulting from incorrect mating in a three-breed rotational crossbreeding system in pigs. *J. Anim. Sci.* 76: 29-35.

- Laurentin, H. 2000. Fallas Reproductivas II. Ven. Porc. 14: 26 - 29.
- Littell, R.; W. Stroup; R. Freund, R. 2002. SAS for Linear Models. 4th ed. SAS Institute Inc. Cary, EUA. 466 p.
- Machuca, M.; A. Armocida; J. Idiart; M. Venturini; H. Sanguinetti; A. Massone; C. Di Lorenzo; L. Salas; M. Echeverría; D. Bacigalupe; C. Perfumo. 1999. Mortinatos porcinos: caracterización anatomopatológica y estudios inmunoserológicos en tres criaderos intensivos. Colocar institución u organismo. Disponible en: <http://www.asoporci.org.pe/interes/tecnicos/mort.pdf>. [Consultado: 02 octubre 2009].
- Mesa, H.; T. Safranski; K. Cammack; R. Weaver; W. Lamberson. 2006. Genetic and phenotypic relationships of farrowing and weaning survival to birth and placental weights in pigs. J. Anim. Sci. 84: 32-40.
- Ortiz, R.; R. Ortega; J. Becerril, J. 2004. Efectos Ambientales en cerdas sometidas a lactancias de 12 y 21 días en México. Rasgos del comportamiento reproductivo. Rev. Comp. Prod. Porc. 11: (3):1-79.
- Pedrosa, M.; F. Becerra; R. Duarte; G. Barreto. 2000. Características reproductivas de suínos puros na região semi-árida do Rio Grande do Norte. IV Taxa de mortalidade. Caatinga, Mossoró – R.N. 13: 39 - 42. Disponible en: <http://www.ufersa.edu.br/caatinga/artigos/Caa1306.pdf>. [Consultado: 15 agosto 2009].
- Quemere, P.; S. Richard. 1992. La mortalité des porcelets sous la mere peutetre reduite: Enquete dans 20 elevages. Porc. Magaz. 243: 98 - 105.
- Rodríguez, J.; C. Allaway; M. Álvarez; J. Segura; A. Alzina, A. 1996. Identificación de los factores asociados a la mortalidad de lechones lactantes en una granja porcina en el estado de Yucatán, México. Rev. Biomed. 7: 147 - 152.
- Rico, C. 1981. Factores genéticos y ambientales que influyen en el comportamiento reproductivo de la raza Duroc en Cuba I. Influencia en el tamaño de la camada y peso promedio. Rev. Cub. Cien. Agrí. 15: 165 - 198.
- Rico, C.; J. Gómez. 1982. Factores genéticos y ambientales que influyen en el comportamiento reproductivo de la raza Duroc en Cuba. II Influencias en la mortalidad Rev. Cub. Cien. Agrí. 16: 35 - 40.
- Spötter, A.; O. Distl. 2006. Genetic approaches to the improvement of fertility traits in the pig.. Vet. J. 172 :234-247.
- Young, L. 1995. Survival, body weights, feed efficiency, and carcass traits of $\frac{3}{4}$ white composite and $\frac{1}{4}$ Duroc, $\frac{1}{4}$ Meishan, $\frac{1}{4}$ Fengjing, or $\frac{1}{4}$ Minzhu Pigs. . J. Anim. Sci. 73: 3534 – 3542.