

FACTORES NO GENÉTICOS QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CERDAS YORKSHIRE X LANDRACE

C.L. Morejón¹, C.M. Abeledo² e Isabel Santana²

¹Unidad Agropecuaria Militar. Región occidental.

²Instituto de Investigaciones Porcinas Gaveta. Postal No.1, Punta Brava. La Habana, Cuba
email: cabeledo@iip.geg.cu

RESUMEN

Se utilizaron un total de 2065 registros de partos de 906 cerdas del cruce Yorkshire x Landrace, obtenidos entre los años 2016 y 2019, ambos inclusive. Se eliminaron 37 registros procedentes de 11 cerdas que se encontraban en la base inicial y que se correspondían con el año 2016. Finalmente, la muestra quedó formada por 1998 partos de 895 hembras. Se analizaron los rasgos: tamaño de las camadas al nacer y destete, crías nacidas vivas, peso al nacer y al destete e intervalo destete cubrición. Para la evaluación de estos rasgos e indicadores productivos y reproductivos, se utilizaron modelos lineales generalizados mixtos, con ayuda del procedimiento GLIMMIX del SAS v.9.4.

El año de parto y la paridad influyeron ($P < 0.001$) en los tamaños de camada, mientras para los pesos al nacer y al destete solo se reportó diferencias por año y trimestre de parto. El intervalo destete cubrición no mostró diferencias por trimestre de parto dada la poca variabilidad entre los meses. Los indicadores de tamaños de camadas por año de parto evidenciaron un incremento en función del tiempo con los mayores valores para el año 2019 quienes mostraron medias de 10.98, 10.80 y 9.85 crías respectivamente.

Se concluye que la paridad y la procedencia de las cochinitas fueron los factores que más influyeron en los rasgos bajo estudio en cerdas F1 del cruce Yorkshire x Landrace. Por otra parte se confirma que las cerdas entre la tercera y cuarta paridad poseen el mejor potencial reproductivo.

Palabras clave: destete, factores no genéticos, paridad, parto

NON-GENETIC FACTORS AFFECTING THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF YORKSHIRE X LANDRACE SOWS

There were used a total of 2065 farrowing records of 906 Yorkshire x Landrace sows, obtained between 2016 and 2019, including both. There were eliminated 37 records from 11 sows, corresponding to the initial fase, in 2016. Finally, the simple was set by 1998 farrowings from 895 sows. The analyzed traits were size of the litter at birth and at weaning, piglets born alive, weight at birth and at weaning, and weaning-mating interval. To assess these traits and productive and reproductive indicators, there were used some generalized mixed linear models, with the aid of GLIMMIX procedure of SAS v.9.4.

Both year of delivery and parity influenced ($P < 0.001$) the sizes of the litters, whilst weight at birth and at weaning only reported differences for year and trimester of delivery. Weaning-mating interval did not show any differences for delivery trimesters, given the little variability amongst months. The indicators for litter size per year evidenced an increase in time, with the highest values for 2019, with in-crescendo averages of 9.85, 10.80 and 10.98 piglets for the years studied (meaning 2017, 2018 and 2019).

It is concluded that parity and origin of the gilts were the most influencing factors on the studied traits in F1 sows, obtained from the commercial crossbreeding Yorkshire x Landrace. Sows between third and fourth parity achieve the best reproductive potential.

Key words: weaning, non-genetic factors, parity, farrowing

INTRODUCCIÓN

La productividad de una cerda durante su estancia en el hato, es un indicador apropiado para evaluar la productividad de una granja, ya que incluye componentes productivos y reproductivos. Esta se puede medir por el número de cerdos nacidos vivos o destetados o como los kilogramos de lechones producidos al nacimiento o al destete por camada, por año o por toda la estancia en el hato (Hoge y Bates 2011). Al respecto se consideran las condiciones ambientales, temperatura y las horas de luz (foto período) como los dos factores climáticos que determinan los ciclos sexuales anuales, aunque en Cuba el efecto de la temperatura es la más importante (Arias y Pérez 1984).

Las características reproductivas de las cerdas pueden ser afectadas por la duración de la lactancia, número de parto, tamaño de la camada, época de parto, la exposición al semental después del destete, la raza, el tiempo de la ovulación, las enfermedades, las prácticas de manejo, la nutrición en la lactancia, la temperatura, el fotoperiodo, el estrés y la edad de la cerda (Leite et al 2011).

El efecto de granja, se considera que involucra principalmente la habilidad y capacitación del personal, el alojamiento y equipo, la línea genética de la pira reproductiva, el número de cerdas y promedio de parto, así como la aplicación de técnicas reproductivas y nutricionales (Tummaruk et al 2010).

En este sentido Koketsu et al (2017) agregaron que para planificar los sistemas de producción y conocer las causas de variación de las particularidades de importancia económica para la ganadería y sus efectos, se hace necesario el conocimiento de estos factores, pues permiten la identificación de las fuentes de variación no genética y por tanto considerados en los modelos matemáticos, permiten comprender y aumentar la precisión de las estimaciones.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar los factores no genéticos que afectan el comportamiento reproductivo de cerdas Yorkshire x Landrace.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un Centro Integral Porcino perteneciente a la Unión Agropecuaria Militar de la región occidental de Cuba. El centro cuenta con un rebaño compuesto por 420 cerdas F1 procedentes del cruce Yorkshire x Landrace y 27 verracos CC21.

El trabajo de manejo y alimentación fue regido por el Manual de Buenas Prácticas para la Producción Porcina en Cuba (MBPPC 2016). La alimentación se basó en piensos secos y balanceados, de acuerdo a las normas vigentes de dicho manual. Las instalaciones cuentan con una tecnología de producción en cadena, con ciclos uniformes y continuos que permiten una mejor organización del trabajo, así como la producción intensiva de los animales con eficiente utilización de las instalaciones.

Se utilizaron un total de 2065 registros de partos de 906 cerdas del cruce Yorkshire x Landrace, obtenidos entre los años 2016 y 2019, ambos inclusive. Las reproductoras habían sido apareadas a sementales CC21. La información se captó de forma manual en una hoja de cálculo y se digitalizó a través del paquete (Microsoft Excel del Office 2016).

En la depuración de los datos, se fijó el criterio de que todos los años bajo estudio tuvieran similar representación en cuanto al número de registros y que todas las cerdas tuvieran toda la información completa.

Se eliminaron 37 registros procedentes de 11 cerdas que se encontraban en la base inicial y que se correspondían con el año 2016. Finalmente, la muestra después de ser depurada, quedó formada por 1998 partos de 895 hembras con registro de parto entre los años 2017 al 2019 como se muestra en la figura 1.

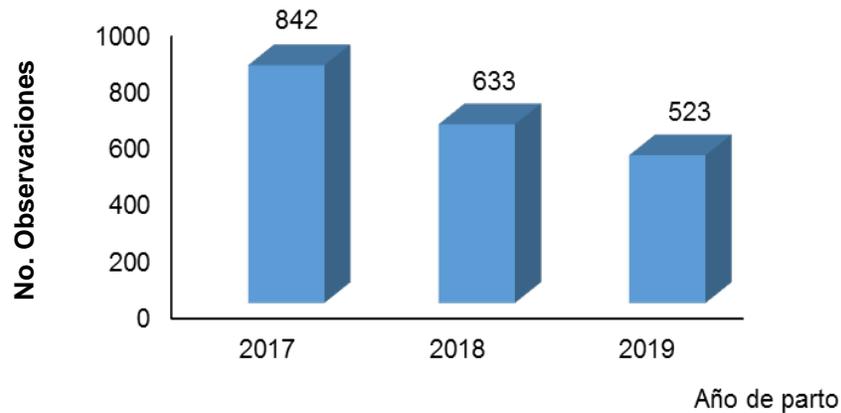


Figura 1. Registro de partos en los años 2017, 2018 y 2019

La cantidad y distribución de los registros por paridad se muestra en la figura 2.

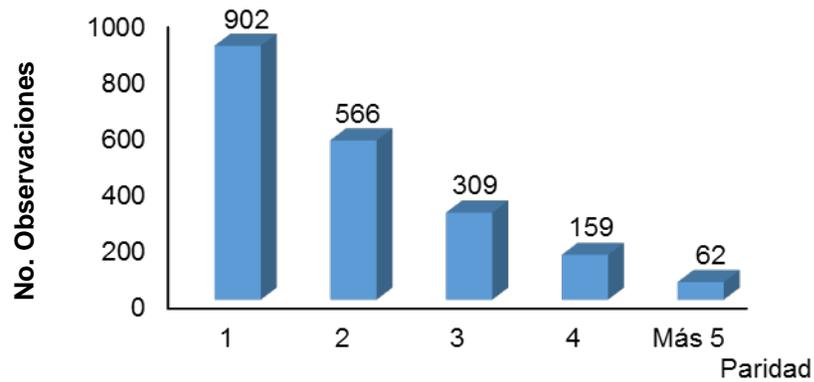


Figura 2. Cantidad y distribución de los registros por paridad

La cantidad y distribución de los registros por rebaño de procedencia se muestra en la figura 3.

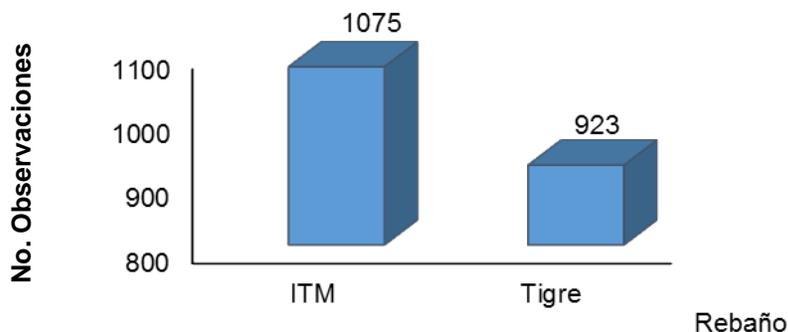


Figura 3. Cantidad y distribución de los registros por rebaño de procedencia

La cantidad y distribución de los registros del rebaño por meses se muestra en la figura 4.

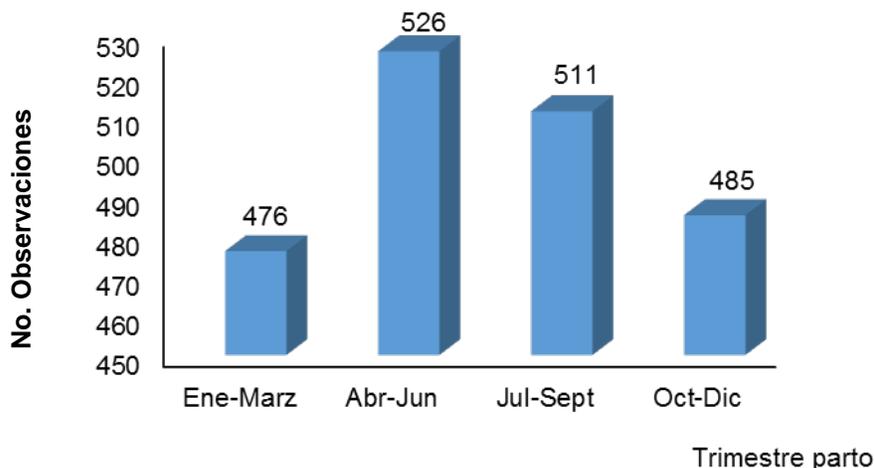


Figura 4. Cantidad y distribución de los registros del rebaño por meses

Se analizaron los rasgos: tamaño de las camadas al nacer (TCN, Cbz.) y destete (TCD, Cbz.), así como las crías nacidas vivas (CNV, Cbz.), peso al nacer (PN, kg.) y al destete (PD, kg.) e intervalo destete cubrición (IDC, días).

Como fuentes de variación, se estudiaron los efectos fijos: año de parto (AP) y trimestre de parto (TP), así como el efecto de la paridad (P) y la procedencia de los animales (Pr). Como efecto aleatorio dentro del modelo se consideró la reproductora (R). En el caso del PD fue ajustado con la respectiva edad al destete (ED) quien se utilizó como covariable lineal (β_1) y cuadrática (β_2) por no presentar diferencias significativas en estudios previos otro grado de ajuste de mayor orden.

Para la evaluación de estos rasgos e indicadores del comportamiento productivo y reproductivo, se utilizaron varios modelos lineales generalizados mixtos según Wolfinger y O'Connell (1993), con ayuda del procedimiento GLIMMIX del SAS v.9.4 (2013) según los siguientes modelos matemáticos:

a) Modelo para los rasgos: TCN, CNV, TCD, IDC y PN

$$y_{ijklmn} = \mu + R_i + AP_j + TP_k + P_l + Pr_m + e_{ijklmn}$$

Dónde:

- y_{ijklmn} $f(\mu)$ valor esperado de TCN, CNV, TCD, IDC y PN.
- μ Media general.
- R_i Efecto aleatorio del *i*-ésima reproductora (n = 1998)
- AP_j Efecto fijo del *j*-ésimo año de parto (*j* = 2017,... 2019).
- TP_k Efecto fijo de la *k*-ésimo trimestre de parto
- P_l Efecto fijo de la *l*-ésima paridad (1, 2...5).
- Pr_m Efecto fijo de la *m*-ésima procedencia (ITM y Tigre).
- e_{ijklmn} Error aleatorio debido a cada observación NID ~ (0, s^2_e).

b) Modelo para el peso al destete PD

$$y_{ijklmn} = \mu + R_i + AP_j + TP_k + P_l + Pr_m + \beta_1(ED_{ijklm} - \overline{ED}) + \beta_2(ED_{ijklm} - \overline{ED})^2 + e_{ijklmn}$$

Dónde: y_{ijklm} es el $f(\mu)$ valor esperado del PD según, la función de enlace, específica. β_1 y β_2 Coeficientes de regresión de la edad al destete (ED) como covariable lineal (β_1) y cuadrática (β_2) según el rasgo analizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de varianza para los rasgos bajo estudio. Como se puede apreciar el año de parto y la paridad influyeron ($P < 0.001$) en los tamaños de camada, mientras para los pesos al nacer y al destete solo se reportó diferencias por año y trimestre de parto.

Tabla 1. Resultado del análisis de varianza para los rasgos bajo estudio

F.V	GL	TCN	CNV	TCD	PN	PD	IDC
AP	2	0.0016	0.0006	0.0057	<.0001	<.0001	0.2553
TP	3	0.2779	0.2065	0.1149	0.0003	<.0001	0.7558
P	4	<.0001	<.0001	<.0001	0.7216	0.3687	<.0001
Pr	1	0.5528	0.6419	0.2514	0.9386	0.0468	0.0380
ED						0.4834	
ED ²						0.5013	
Medias		10.86	10.66	9.74	1.06	6.72	7.15

Fuente de variación (F.V), grados de libertad (GL), valores del p-valor, donde **($P < 0.01$), ***($P < 0.001$) n.s ($p > 0.05$). Año (AP) y trimestre de parto (TP), paridad (P), procedencia (Pr), edad al destete como covariable lineal (ED) y cuadrática (ED²), unidades de medidas por rasgo: TCN, CNV y TCD (Cbz), Pesos PN y PD (Kg), Intervalos IDC (días).

Por su parte el intervalo destete cobertura no mostró diferencias por trimestre de parto dada la poca variabilidad entre los meses, sin embargo, estos resultados no coinciden con lo encontrado por Kilbride et al (2012) y Krupa et al (2016) quienes aseguran la existencia de una relación entre la época con el IDC y por tanto sobre la productividad de la granja (lechones destetados/cerda cubierta y año).

Resultados similares para el TCN fueron descritos por Díaz et al (2011), quienes informaron una media de 10.86 crías nacidas vivas por camada, mientras Abeledo et al (2012) reportaron valores superiores a 13.1 y 11.6 crías respectivamente, muy por encima de la media obtenida en este estudio. Estos resultados pueden estar asociados principalmente con efectos ambientales y a las diferencias genéticas existentes, así como la utilización de tecnologías de puntas con una alimentación estrictamente balanceada según la categoría.

Otros autores como Baxter et al (2013) y Knecht et al (2015), agregaron que parte de estas variaciones son atribuibles a la superioridad genética, resultado de la agrupación en algunos años de reproductores con un alto potencial genético, lo que demuestra que el efecto de año de parto, no es una causa aislada de variación, sino un conjunto de factores complejos difíciles de aislar en un análisis estadístico.

La figura 5 muestra los indicadores de tamaños de camadas por año de parto. Aspecto que evidenció un incremento de estos en función del tiempo con los mayores valores para el año 2019 quienes mostraron medias de 10.98, 10.80 y 9.85 crías respectivamente, resultados estos que pueden estar dados por la realización de un conjunto de acciones de manejo que han permitido aumentar la eficiencia reproductiva.

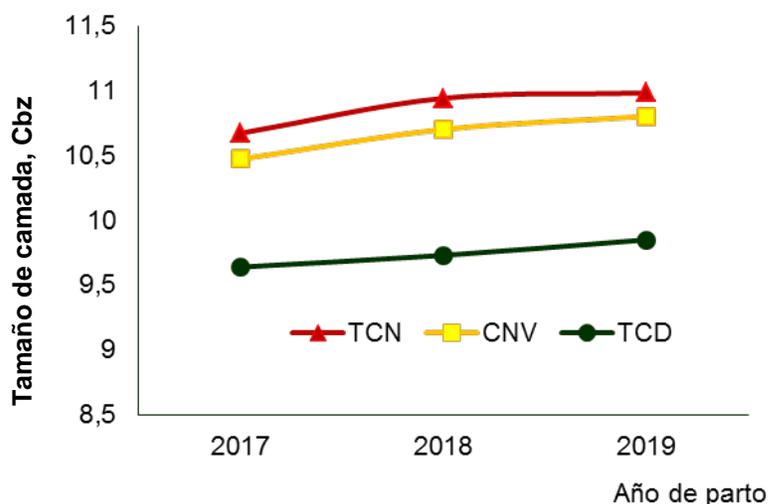


Figura 5. Tamaño de la camada por año de parto

Diéguez y Roque (2012) encontraron un mayor comportamiento de estos indicadores al lograrse el mayor desarrollo del tracto reproductivo alcanzado por la cerda, además de la condición corporal de las madres durante los partos tres y cuatro, lo que justifica el comportamiento obtenido en este estudio, resultado que pueden asociarse en este trabajo al intentar mejorar el peso a la cubrición de las reproductoras lo cual formó parte de una estrategia en el año 2019.

Por otra parte, en la literatura se refiere que otros factores como el manejo del ambiente y del verraco en la monta, conforman un conjunto de factores que pudieron influir en este comportamiento; mientras González et al (2002), demostraron que no se debe olvidar los efectos de la paridad de las cerdas y el nivel de nutrición.

La figura 6 muestra los resultados de las medias para los pesos al nacer y destete. Podemos ver que los rasgos mostraron diferencias por año de parto, con una superioridad para el PN en el año 2019, el cual mostró una media de 1.1 kg, sin embargo, el mejor año para el PD fue el 2017 con valores de 7.03 kg, resultados que coinciden con lo referido por Lay et al (2002).

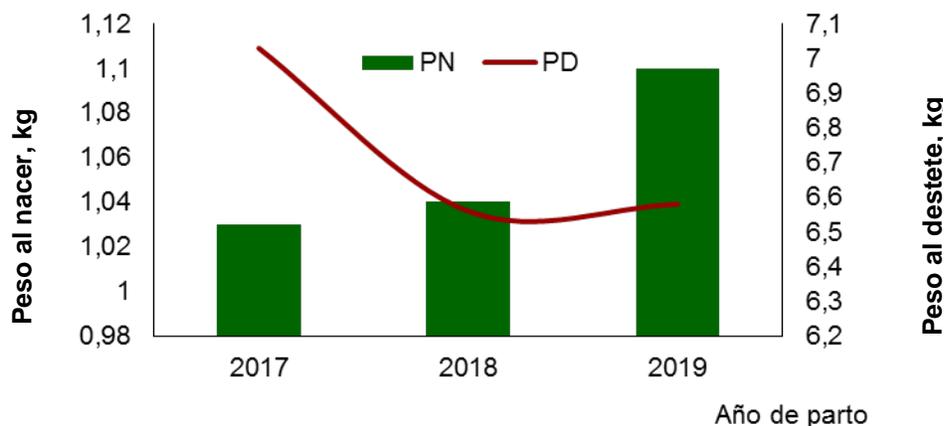


Figura 6. Comportamientos de los pesos por año de parto

Por su parte, Díaz et al (2011) refieren que el peso al nacer es un factor importante en la supervivencia de los lechones, ya que un bajo peso al nacimiento los compromete fisiológicamente en términos de almacenamiento de energía y susceptibilidad al frío, además este guarda una estrecha relación con el PD a partir de valores de correlaciones altos y positivos. Sin embargo, este bajo comportamiento del año 2019 para el PD, pudo estar asociado con una relación inversa existente entre el tamaño de camadas con el peso, aspecto descrito en los trabajos de Rodríguez et al (2015).

Gutiérrez et al (2008) en cerdos Duroc obtuvieron valores similares para el PN (1.4 kg), no así para el PD, cuyos estimados se comportaron por debajo de lo referido por estos autores, los cuales informaron una media de 7.05 kg para el PD a una edad de 33 días promedio al destete.

Pérez (2000), en una prueba de comportamiento en campo demostró que la época es uno de los principales efectos que han de incluirse en este tipo de estudio, por mostrar diferencias ($P < 0.001$), tanto cuando se clasifica por mes como por otras combinaciones, lo que se corresponde con lo reportado por López (2002) quien no encontró gran variabilidad en las diferencias en los grados de ajustes entre el mes, bimestre y trimestre.

Otros estudios desarrollados por Gutiérrez et al (2012) evidencian las diferencias mostradas para el PD en cerdos CC21 por época de parto. Al respecto estos autores encontraron una ligera superioridad para los meses de marzo a junio, aspecto que coincide con lo encontrado en este estudio. Olivera (2015) y Rodríguez et al (2015) para el PD en un estudio similar determinaron un comportamiento afín para estos rasgos, sin embargo, Fuentes et al (2000) señalaron que el trimestre de parto no afecta el número de lechones destetados.

El efecto de paridad de la cerda en los rasgos de tamaño de camada e intervalo destete cubrición se ilustran en las figuras 7 y 8. Como era de esperar, los mayores tamaños de camada, se obtuvieron a partir de la tercera paridad, la que mostró los valores máximos de medias de 11.43, 10.91 y 9.97 crías para el TCN, CNV y TCD respectivamente, resultados que coinciden con los obtenidos por Rendón (2017).

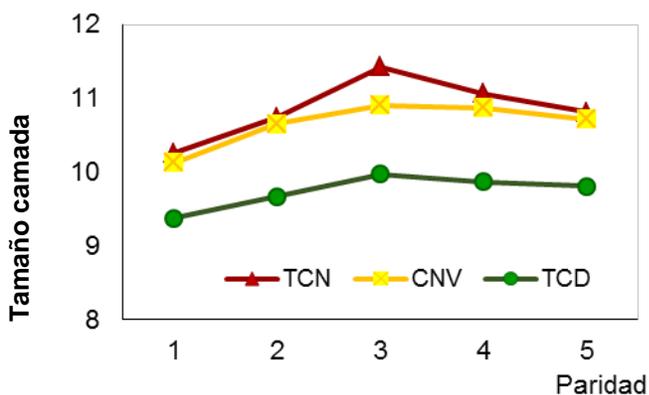


Figura 7. Comportamiento de los tamaños de camada por paridad

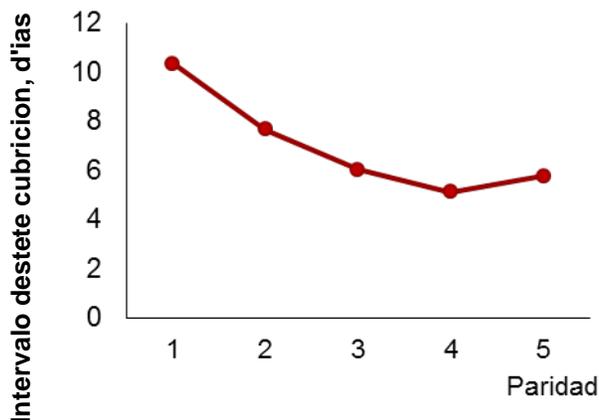


Figura 8. Comportamiento del intervalo destete cubrición por paridad

Estos resultados también están en relación con los descritos por Suriyasomboon et al (2006) quienes agregaron que la paridad influye en la prolificidad de las cerdas, pues a medida que ésta aumenta, la tasa de ovulación, la capacidad uterina, la edad de la cerda y el peso de la camada se incrementan también y alcanzan un pico productivo. Asimismo, demostraron la relación del mayor desarrollo del aparato reproductivo de esta hembra con los mayores tamaños de camada que se obtienen a partir de la tercera paridad.

García et al (2014) determinaron que entre la tercera y cuarta paridad se obtienen los mayores tamaños de camada, aspecto que comienza a decrecer a partir del sexto parto, mientras Roldán y Cetina (2017) agregaron que la paridad influye en la prolificidad de las cerdas, pues a medida que ésta aumenta, la talla y el peso de la camada incrementan y alcanzan un pico productivo, para declinar posteriormente, aspecto relacionado con lo descrito por Chansonboom (2009) quienes agregaron que el número de crías nacidas se incrementa con la edad de la cerda, independientemente del genotipo evaluado.

Rivera (2016) encontraron una variación curvilínea del tamaño de la camada al nacimiento con relación al número de parto. Este autor señaló que en las paridades tres y cuatro, los tamaños de camada al nacer logran una conducta superior a las cerdas del primer parto, muy similar a lo descrito por Fernández et al (2008) quienes encontraron dado la variabilidad en el tamaño de camada, que los lechones de segundo parto pesan más al nacimiento que los de tercero y quinto. No obstante, en Cuba, estudios realizados por Rico y Menchaca (1985), Gutiérrez et al (2014) señalaron que la máxima productividad se logra entre el tercer y quinto parto

Por su parte la figura 8 muestra un comportamiento descendente del intervalo destete cubrición, lo cual guarda estrecha relación con el incremento de la paridad dado el mayor desarrollo del aparato genital de la hembra. Al respecto, Palomo (2000) señaló que el retorno al estro o intervalo destete cubrición está determinado por factores como: estación, paridad de la cerda, estado nutricional, exposición al verraco, tamaño de la camada al destete y la duración de la lactancia.

Casasola et al (2003) demostraron que la estructura ideal de paridad es aquella que mantenga la máxima proporción de hembras en los intervalos más productivos, las cerdas primerizas proporcionan menos cerdos nacidos vivos, y las cerdas viejas son más propensas a destetarse en peor estado de carne, lo que puede perjudicar la fertilidad y los nacidos vivos. Caballer (2017) al respecto, puntualizó que la tendencia con el avance de los partos de una reproductora es a reducir el IDC para así aumentar el número de ciclos por cerda al año y con esto lograr cubrir al 90% de estas con un IDC inferior a 7 días, ya que así se mejorará la tasa de fertilidad y el tamaño de camada.

Se concluye que la paridad y la procedencia de las cochinitas fueron los factores que más influyeron en los rasgos bajo estudio en cerdas F1 del cruce Yorkshire x Landrace, además las medias generales del

comportamiento reproductivo de estas cerdas F1 está acorde a los estándares nacionales. Por otra parte se confirma que las cerdas entre la tercera y cuarta paridad poseen el mejor potencial reproductivo.

REFERENCIAS

Abeledo, C., Diéguez, F. y Santana, I. 2012. Importación de cerdos de origen canadiense en la genética porcina cubana. Informe técnico Ministerio de la Agricultura: genética porcina cubana

Arias, T. y Pérez, R. 1984. Estudio sobre el comportamiento de las cerdas en Cuba, la influencia del año sobre la efectividad entre puercas y cochinas. La Habana. Ciencia y Técnica en la Agricultura, 24(1):236

Baxter, B.E.R.K. and Rutherford, R.K. 2013. The Welfare Implications of Large Litter Size in the Domestic Pig. Management Factors. Animal Welfare, 25(4):369

Caballer, C.E. 2017. Avances genéticos y manejo de la cerda Hiperprolífica. Albéitar PV 202 [en línea]. Thinkin Pig. Versión electrónica disponible en: www.produccion-animal.com.ar

Casasola, R. y Palomo, A. 2003. Interacción entre la condición corporal a nivel de grasa dorsal y eficacia reproductiva porcina [en línea]. Versión electrónica disponible en: <http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenidos/grajun3.htm>

Chansomboon, C.C., Elzo, E.M. and Suwanasopee, S.T. 2009. Genetic and environmental factors affecting weaning to-first service interval in a Landrace-Large White swine. population in Northern Thailand. Kasetsart: Thailand. Kasetsart, Journal National Science, 24(1):36

Díaz, D.C., Rodríguez, R.N. y Vera, V.V. 2011. Caracterización de los sistemas de producción porcina en las principales regiones porcícolas colombianas. Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria, 24 (2):131-144

Diéguez, F.J. y Roque, R. 2012. Cincuenta años de la Genética Porcina en Cuba. En: Cincuenta años de la Genética Porcina en Cuba. Conferencia Magistral. V Seminario Internacional de Porcicultura. La Habana: Porcicultura

Fernández, F.A. y Rodrigáñez, R.J. 2008. Genetic parameters for litter size and weight at different parities in Iberian Pigs. Spanish. Agricultural Research, pp 46-51

Fuentes, F.A. y Argenti, A.P. 2000. Efecto de la época y número de lechones al destete sobre la respuesta reproductiva en cerdas. Zootecnia tropical, 18(3):313-322

García, G.C.A. and Albino, A. 2014. Productive and reproductive performance at farrowing and at weaning of sows of seven genetic line. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 5(2):23-30

González, G.H.C. y De, A.R.I. 2002. Influencia del número de partos y la época del año sobre indicadores reproductivos en una unidad porcina. Revista en Producción Animal, 14(2):69-72

Gutiérrez, G.M., Abeledo, C.M. y Diéguez, D.F. 2014. Estudio de algunos factores relacionados al comportamiento productivo de cerdos CC21 durante la lactancia. Habana

Gutiérrez, G.M.A., Abeledo, C.M. y Santana, S.I. 2012. Factores ambientales y su efecto sobre la conducta reproductiva de cerdas CC21 en el periodo 1997-2010. Revista Computadorizada de Producción Porcina: 19(3):183-196

Gutiérrez, G.M. y Abeledo, C.M. 2008. Efecto de la paridad en el comportamiento de cerdos Duroc en un centro genético. Revista Computadorizada de Producción Porcina: 15(4):317-319

- Hoge, M. and Bates, R. 2011. Developmental factors that influence sow longevity. Research Report 89. USA. Journal of Animal Science, 12(3):458
- Kilbride, A., Mendl, M. and Statham, P. 2012. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. England: Preventive Veterinary Medicine, 12(5):36-39
- Knecht, K.D. and Srodo, S. 2015. The impact of season, parity and breed on selected reproductive performance parameters of sows. USA. Institute of Animal, 26(1):23-27
- Koketsu, Y., Satomi, T. and Lida, R. 2017. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. Porcine Health Management, 3:1, electronic version available: <https://porcinehealthmanagement.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40813-016-0049-7>
- Krupa, K.E., Žáková, Ž.E. and Krupová, K.Z. 2016. Estimation of (co)variance components for age at first farrowing and farrowing interval in large white. Czech. Supplement Ljubljana. 1(3):59
- Lay, J., Matteri, R. and Carroll, J. 2002. Preweaning survival in swine. USA: Journal of Animal Science, 1(2):369
- Leite, C., Alves, D. and Albuquerque, L. 2011. Environmental and genetic factors affecting the weaning-estrus interval in sows. USA. Genetic and Molecular Research, 12(3):456
- López, L.O.F. 2002. Comportamiento reproductivo de cerdas Yorkshire en la región central de Cuba. En: XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Cuba
- IIP. 2016. Manual de Buenas Prácticas para la Producción Porcina en Cuba. Instituto de Investigaciones Porcinas. ISSN 9789597208297, pp 117
- Microsoft, M.E. 2016. Microsoft Excel del Office. 2016. Training Manual Microsoft office. Disponible en: <http://www.ezref.com/> >. Consultado: 20/03/2019 [en línea]. www.ezref.com. Versión electrónica disponible en: <http://www.ezref.com/>
- Olivera, O.A. 2015. Análisis del desecho de las reproductoras en el centro genético Lage entre los años 2008 y 2012. Trabajo de Diploma. Habana, IIP
- Palomo, P.Y.A. 2000. Manejo de la reproducción porcina. Informativo Porcino. Informativo Porcino [cinta magnética]. Vol. IV (13)
- Pérez, P.S.R.E. 2000. Estabilización de un sistema de producción porcina a través de la tasa de reemplazo. Tesis de Maestría. Morelia Michoacán. FMVZ-UMSNH. México
- Rendón, J., Martínez-gamba, R. y Herradora, L. 2017. Efecto del peso al nacer, tamaño de camada y posición en la ubre sobre el crecimiento de cerdos durante la lactancia y engorda. Revista Mexicana Ciencias Pecuarias, 8(1):75-81
- Rico, R.C. y Menchaca, M.M. 1985. La prueba de comportamiento en campo de cerdos Duroc. Influencias ambientales y parámetros genéticos de los caracteres que integran el índice de selección. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 19(1):233-240
- Rivera, V.J.S. 2016. Efecto del número de parto de la cerda sobre el peso al nacimiento y lechones nacidos vivos. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales
- Rodríguez, D., Abeledo, C.M., Acuña, N., Hernández, S., Camino Y. y Gutiérrez, M. 2015. Comportamiento reproductivo de cerdas por causa de eliminación y paridad a la baja. VI Seminario Internacional Porcicultura Tropical. La Habana. Cuba

Roldán, R.I.R. y Cetina, C.R.M.A. 2017. Evaluación de un programa de Mejoramiento Genético Porcícola de Inseminación Artificial post cervical versus monta natural en la granja del Instituto Técnico Agropecuario Antonio Nariño en el municipio de Sácama. Tesis de Maestría. Santafé de Bogotá. Colombia, Santafé de Bogotá

SAS. 2013. User's guide: Statistics. v.w. 9.4. De SAS Institute. INC, Cary, N.C., USA

Suriyasomboon, A., Lundeheim, N. and Kunavongkrit, A. 2006. Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. Thailand: Theriogenology. 12(3):357

Tummaruk, P., Tantasuparuk, M. y Techakumphu, M. 2010. Seasonal influences on the litter size at birth of pigs are more pronounced in the gilt than sow litters. Toronto. Journal of Agricultural Science, 14(2):369

Wolfinger, W.R. 1993. Generalized linear models: a pseudo-likelihood approach. Journal Statistical, pp 34-38