

Efecto de la edad a la primera cubrición y de la prolificidad del primer parto sobre la vida útil y productividad numérica en una explotación porcina al aire libre

Mateos San Juan, A.; Callejo Ramos, A.; Ovejero Rubio, I.; Ahumada Del Olmo, P.; Ahumada Gómez, Á.; Ortega De La Obra, A. y Daza Andrada, A.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN

Se han controlado los resultados del primer ciclo reproductivo y los posteriores de 535 cerdas Large White x Landrace en una explotación al aire libre. La edad a la primera cubrición fértil (EPC) no tuvo influencia estadísticamente significativa ($P > 0,5$) sobre las variables del primer ciclo: duración de la gestación (DG), lechones nacidos (LN), lechones nacidos vivos (LV), lechones nacidos muertos (LM), lechones destetados (LD), lechones muertos durante la lactación (LML) e intervalo destete-cubrición fértil (IDCF). El aumento de la DG de la cerda nulípara redujo significativamente ($P < 0,05$) los LN y un aumento de número de LD y cuando el destete acontecía en primavera y verano tendía ($P < 0,10$) a aumentar el IDCF. El aumento de la EPC a valores de ≥ 311 días redujo significativamente el número de ciclos reproductivos que las cerdas cumplieron en la explotación (NC) y valores de la EPC > 291 días disminuyeron significativamente la productividad numérica media anual por cerda presente (PN), habiéndose evidenciado un aumento significativo de la PN con NC. El NC fue significativamente superior en las cerdas que en el primer parto tuvieron más de 10 LV, mientras que la PN aumentó con el número de LV. Se concluye que es interesante adelantar la edad de cubrición de las cerdas nulíparas, y que la prolificidad obtenida en el primer parto puede ayudar a los porcicultores a decidir sobre la reposición y eliminación de reproductoras.

Effect of age at first mating and of first parturition prolificacy on useful life and numerical productivity in an outdoor porcine farm

SUMMARY

Reproductive results of first and posterior reproductive cycles from 535 Large White x Landrace sows were controlled in an outdoor porcine farm. The age at first fertile mating had not significant ($P > 0.05$) on first cycle variables: pregnancy duration, born piglets, born live piglets, born died piglets, weaning piglets, died piglets during lactation and interval weaning-to-conception. The increase of pregnancy duration of gilts reduced significantly ($P < 0.05$) the born piglets. An increasing of weaning piglets number and when the weaning occurred in spring-summer tended ($P < 0.10$) to increase the interval weaned-to-conception. Values of the age at the first fertile mating ≥ 311 days reduced significantly the reproductive cycles number that the sows accomplished in the farm (useful life), while values > 291 days decreased significantly the average annual numerical productivity per present sow. A significant increase of average annual productivity with the useful life was observed. The useful life of the sows was significantly higher when in their first farrowing the number of born alive piglets was > 10 . The average annual numerical productivity increased with the prolificacy of the first litter. It is concluded that is interesting advance the age at the first mating of the gilts, and that the prolificacy obtained in the first litter can help to producers to decide the replacement and removal of sows.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Duración gestación.

Intervalo destete-cubrición fértil.

ADDITIONAL KEYWORDS

Pregnancy duration.

Weaning-to-conception interval.

INFORMATION

Cronología del artículo.

Recibido/Received: 20.12.2018

Aceptado/Accepted: 06.09.2021

On-line: 15.10.2021

Correspondencia a los autores/Contact e-mail:

a.mateos@upm.es

INTRODUCCIÓN

La productividad numérica en producción porcina, definida como el número de lechones destetados por cerda y año, es una variable de una importancia económica relevante en la explotación porcina. En tal variable influyen principalmente el número de partos por cerda y año, la prolificidad, y la supervivencia de lechones durante la lactancia. En el ritmo reproductivo anual inciden la duración de la lactación, elegida por el porcicultor, y el intervalo destete-cubrición

fértil relacionado con la condición corporal de la cerda y tamaño de la camada al destete, duración de la lactación, orden de parto y factores estacionales y de manejo alimenticio y sanitario. En la prolificidad la componente genética y el manejo de la cerda durante la gestación son aspectos esenciales, mientras que en la supervivencia de los lechones durante la lactación influye un conjunto amplio de factores ligados a la cerda y a la camada y a las condiciones ambientales y tipo de alojamiento del binomio cerda-camada (Daza, 1999).

Hay factores incidentes en la productividad numérica media anual durante la vida de la cerda que han sido menos estudiados que los precisados tales como la edad a la primera cubrición de la cerda y los resultados reproductivos de la primera camada. Trabajos al respecto previamente realizados en explotación intensiva (Daza et al., 1989a, Schukken et al., 1994, Escalante-Rivero et al., 1999, Aparicio et al., 2005) han observado algunos resultados dispares. Como quiera que el adelanto de la edad de la cerda a la primera cubrición puede afectar a los resultados del primer ciclo reproductivo y que tales resultados pueden influir en la vida productiva posterior de la cerda el objetivo fundamental de este trabajo es estudiar estos aspectos, pero, en este trabajo, en el escenario productivo de una explotación al "aire libre".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han controlado los resultados del primer ciclo reproductivo y los posteriores de 535 cerdas Large White x Landrace en una explotación colaboradora de la provincia de Toledo (España). Las cerdas nulíparas se introdujeron en la explotación con 240 días de edad y con buena condición corporal con el hipotético fin de que afrontaran con éxito las condiciones de explotación al "aire libre". La explotación se manejaba por lotes bajo una dinámica similar a la de las explotaciones intensivas en alojamiento cerrado, utilizando la monta natural. Las cerdas vacías y gestantes se alojaron en cercas colectivas con casetas protectoras y las lactantes y sus correspondientes camadas en tiendas individuales tipo "camping" provistas de barras antiplastamiento de lechones. La alimentación de las cerdas seguía las pautas convencionales de la explotación intensiva observando un aumento del aporte energético, próximo al 15%, con el fin de satisfacer las necesidades energéticas adicionales inherentes a la actividad física y regulación térmica en todas las fases fisiológicas de las reproductoras. Ello se tradujo en un aporte medio diario de 2,2 kg de pienso con 3100 kcal de EM/kg, 14% de proteína bruta (PB) y 0,75% de lisina a las cerdas nulíparas durante el periodo previo a la primera monta, 2,8 kg con 2950 kcal de EM/kg, 14,5% de PB y 0,65% de lisina a las cerdas durante la gestación y 5,0 kg de pienso con 3050 kcal de EM/kg 16,5% de proteína bruta y 1,01 % de lisina durante el periodo de lactación. Después del destete las cerdas recibieron el pienso de gestación en cantidad variable según su condición corporal al destete.

Con los datos recabados, para estudiar el efecto de la EPC sobre los resultados del primer ciclo reproductivo, NC y PN se utilizó un análisis de covarianza de estructura:

$$Y_{ij} = \mu + EPC_i + \alpha CV + \epsilon_{ij}$$

en donde:

Y = variables dependientes: EPC medias, LN, DG, LN, LV, lechones, LM, LD, LML, duración de la lactación (DL), primer IDCF, intervalo entre el 1º y 2º partos (IEP), NC y PN (cerda presente desde la entrada de la cerda en la explotación hasta la fecha del último destete).

μ = media general.

EPC = edad a la primera cubrición (clases: ≤ 270 , 271-290, 291-310, ≥ 311 días).

CV = covariable LN para las variables dependientes DG y LM, LV para las variables dependientes LD y LML, DL y LD para la variable dependiente IDCF, NC para la variable dependiente PN.

α = coeficiente de regresión parcial entre CV y las variables dependientes.

ϵ = error residual.

La influencia del número de lechones vivos del primer parto sobre NC y PN se estudió mediante un análisis de varianza/covarianza de estructura:

$$y = \mu + LV + \alpha CV + \epsilon_{ij}$$

en donde:

Y = variables dependientes NC y PN.

μ = media general.

LV = efecto fijo lechones nacidos vivos en el primer parto (≤ 7 , 8-10 y >10).

CV = covariable NC para las variable dependiente PN (análisis de covarianza).

α = coeficiente de regresión parcial entre NC y PN.

ϵ = error residual.

Cuando alguna covariable no era estadísticamente significativa ($P > 0,5$) se retiraba del modelo estadístico.

Dos análisis de varianza adicionales fueron realizados para estudiar el efecto de la DG (<114 , 114 y <114 días) sobre los resultados de la primera camada al parto y de la DL (≤ 21 versus >21 días), LD (<9 versus ≥ 9 lechones) y época de destete ED (octubre-marzo versus abril-septiembre) sobre la duración de primer IDCF y diversos análisis de regresión simple y múltiple fueron realizados para relacionar las variables dependientes NC y PN con EPC, LV e IDCF.

Los resultados se expresan en medias de mínimos cuadrados considerando medias diferentes para $P < 0,5$ y la tendencia estadística para $P < 0,10$.

Todos los análisis fueron realizados mediante el programa SG Centurión 18.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los resultados reflejados en la **Tabla I** puede inferirse que la edad a la primera cubrición fértil no tuvo influencia estadísticamente significativa ($P > 0,5$) sobre las variables DG, LN, LV, LM, LD, LML, IDCF y IEP. La covariable LN afectó significativamente a las variables DG y LM en el sentido que la DG se reducía al aumentar LN y LM aumentaba al incrementarse LN. La covariable LV tuvo influencia significativa sobre las variables LD y LML. El valor de LD se reducía con el aumento de LV mientras que el de LML aumentaba. En la línea de lo observado en este estudio Daza et al. (1989) encontraron que la edad al primer parto de la cerda, entre 285 y 366 días, no tuvo influencia significativa sobre los resultados del primer parto y lactación (LN, LV, LM y LD) ni sobre la duración del primer

Tabla I. Efecto de la edad a la primera cubrición fértil (EPC) sobre los resultados del primer ciclo reproductivo (Effect of age at first fertile mating on of results of first reproductive cycle).

EPC (días)	EPC (media en días)	n	DG (días)	LN	LV	LM	LD	LML	DL (días)	IDCF (días)	IEP (días)
≤ 270	266,70 ^d	108	114,56	10,46	9,35	1,12	7,97	1,18	22,23 ^{ab}	13,31	150,11
271-290	281,44 ^c	237	114,35	10,46	9,18	1,27	7,75	1,40	21,98 ^a	15,00	151,34
291-310	297,90 ^b	116	114,35	10,59	9,06	1,54	7,60	1,60	21,95 ^a	18,94	155,24
≥311	348,51 ^a	74	114,34	10,31	8,77	1,61	7,70	1,43	21,08 ^b	17,01	152,45
eem	1,12	-	0,13	0,43	0,23	0,15	0,14	0,14	0,21	1,77	1,79
P <	0,0001	-	0,63	0,91	0,56	0,16	0,38	0,29	0,02	0,20	0,29
P cov LN		-	0,012	-	-	0,010				-	-
P cov LV							0,0001	0,0001			
P cov DL										0,94	
P cov LD										0,30	

n = n° de observaciones, LN = lechones nacidos, LV = lechones nacidos vivos, LM = lechones nacidos muertos, LD = lechones destetados, LML = lechones muertos durante la lactación, IDCF = intervalo destete cubrición fértil, IEP = intervalo entre el 1° y 2° partos, DL = duración de la lactación, eem = error estándar de la media, P cov = probabilidad de las covariables. Medias con distintos superíndices difieren P <0,05.

IDCF, resultados análogos a los evidenciados por Aparicio et al. (2005) en lo que respecta a LV y LD, aunque otros experimentos (Brooks y Smith, 1980., Schukken et al., 1994., Escalante-Rivero et al., 1999) observaron un aumento significativo de la prolificidad en el primer parto con el aumento de la edad a la primera cubrición de la cerda nulípara. Cuando la primera cubrición fértil acontece en celos postpuberales el nivel de ovulación aumenta y la tasa de mortalidad embrionaria disminuye debido al mayor desarrollo y preparación del sistema reproductor y a un estado hormonal de la futura reproductora más adecuado (Esbenshade et al., 1982., Moore, 1985) Dado que en nuestro trabajo la edad a la primera cubrición fértil ha sido elevada, lo más probable es que todas las cerdas nulíparas quedaron gestantes en celos postpuberales muy alejados del puberal, lo que puede explicar la inexistencia de efecto de la EPC sobre los resultados reproductivos del primer ciclo reproductivo.

Según los resultados de la **Tabla II** el aumento de la EPC a valores iguales y por encima de 311 días redujo significativamente el NC que la cerda cumplía en la explotación, y valores de la EPC superiores a 291 días disminuyeron significativamente la PN habiéndose evidenciado un aumento significativo de PN con la

variable NC introducida en el modelo estadístico, para el cálculo de la PN, como covariable. Algunos trabajos previos (Dagorn et al., 1997; Koketsu et al., 1999) observaron que un aumento de la EPC se traducía en una disminución de la vida útil de la cerda y del número de lechones destetados a lo largo de su vida productiva y, en un experimento más reciente, también Aparicio et al. (2005) encontraron una disminución del NC y una reducción del número total de lechones destetados a lo largo de la vida productiva conforme aumentaba la EPC, aunque, en este trabajo, los valores medios de LD por ciclo, según la EPC, fueron similares. Sin embargo, en un estudio de Daza et al. (1989a) la edad al primer parto, entre 285 y 366 días no tuvo influencia significativa sobre los valores medios, a lo largo de la vida productiva, de las variables LN, LV, LM, LD e IDCF.

Adicionalmente, en este trabajo, hemos observado que el aumento de la duración de la gestación de la cerda nulípara redujo significativamente (P<0,05) los LN. Los LN fueron 10,19, 10,71 y 10,76 para valores de la DG de >114, 114 y <114 días, respectivamente. También Gutiérrez-Barquín et al. (1993) encontraron una disminución de la prolificidad con el aumento de la DG. Así mismo, en la duración del primer IDCF la DL no tuvo efecto significativo (P<0,58) aunque un aumento de número de LD tendía (P<0,08) a au-

Tabla II. Influencia de la edad a la primera cubrición fértil (EPC) sobre el número de ciclos (NC) y la productividad numérica media anual por cerda presente (PN) (Influence of the age at first mating on number of cycles and the average annual numerical productivity per present sow).

EPC (días)	n	NC	PN
≤ 270	108	5,84 ^a	19,68 ^a
271-290	237	5,50 ^a	19,60 ^a
291-310	116	5,55 ^a	18,12 ^b
≥311	74	4,97 ^b	18,51 ^b
eem	-	0,14	0,30
P <	-	0,0062	0,0006
P covariable NC <	-	-	0,0001

n = n° de observaciones, eem = error estándar de la media. Medias con distintos superíndices difieren P <0,05.

Tabla III. Efecto del número de lechones nacidos vivos (LV) en el primer parto sobre el número de ciclos (NC) que la cerda cumple en la explotación y la productividad numérica media anual por cerda presente (PN) (Effect of number of piglets born alive in the first parturition on number of cycles that the sow accomplished in the farm and the average annual numerical productivity per present sow).

LV	LV (media)	n	NC	PN
≤ 7	5,17	124	5,14 ^b	17,47 ^c
8-10	9,20	247	5,47 ^b	19,17 ^b
> 10	12,01	164	5,84 ^a	20,38 ^a
eem	0,10	-	0,12	0,26
P <	0,0001	-	0,0014	0,0001
P covariable NC	-	-	-	0,0001

n = nº de observaciones, eem = error estándar de la media. Medias con distintos superíndices difieren P < 0,05.

mentar el IDCF (16,36 versus 13,20 días para ≥ 9 y < 9 LD, respectivamente) resultado que concuerda con el observado por Fahmy et al. (1979) en cerdas primíparas. Un aumento del tamaño de la camada al destete genera la cerda pierda más peso y más grasa durante la lactación y que se alargue el intervalo destete-celo (Reese et al., 1982), fenómeno que ocurre preferentemente en cerdas primíparas (Daza, 1999) al no satisfacer la capacidad de ingestión durante la lactancia las necesidades nutritivas de la cerda. Así mismo, Daza et al. (1989b) también evidenciaron un aumento del IDCF conforme se elevaba el tamaño de la camada al destete. Además, la disminución del estímulo de tetada en camadas pequeñas deriva en un acortamiento del IDCF (Thompson et al., 1981). El IDCF tendió (P < 0,10) a aumentar cuando el destete acontecía en primavera-verano frente al destete de otoño-invierno (16,52 versus 13,04 días respectivamente) resultado acorde con los encontrados por Fahmy et al. (1979), Cox et al. (1983) y Peretrello y Peretrello (1986). El estrés calórico deriva en cambios hormonales importantes: reducción de los niveles de progesterona, aumento de los de estradiol y reducción de las descargas pulsátiles de LH, que conducen a un aumento del intervalo destete-celo (Enne y Greppi, 1993).

Experimentos clásicos revisados por Vesseur et al. (1996) y Daza et al. (1999) han demostrado que duraciones de la lactación demasiado cortas o largas también alargan el IDCF. Sin embargo, en nuestro estudio la baja variación de la DL entre las dos clases de DL consideradas (≤ 21 y > 21 días con medias de 19,83 y 23,65 días respectivamente) probablemente haya sido la causa de no haber observado influencia significativa de dicha variable sobre la duración del primer IDCF.

En la **Tabla III** presentamos el efecto del número del número de LV del primer parto sobre las variables NC y PN. El NC que las cerdas cumplían en la explotación fue significativamente superior en las cerdas

que en el primer parto tuvieron más de 10 LV, mientras que la PN aumentó con el número de LV nacidos. Estos resultados concuerdan con los observados por Chapman et al. (1978), Noguera y Gueblez (1984), Quemere et al. (1985) y Daza et al. (1989a), aunque en el trabajo de Quemere et al. (1985) el incremento de la PN media se puso de manifiesto cuando en la primera camada se lograban más de 13 lechones nacidos. En un trabajo posterior Daza et al. (1992) encontraron que los resultados reproductivos medios de la cerda aumentaban significativamente conforme se incrementaba la prolificidad acumulada de los dos primeros ciclos.

En la **Tabla IV** puede observarse como la variable PN está relacionada exponencialmente con los LV y de forma cuadrática con el NC. Según la función cuadrática obtenida entre PN y NC se infiere que hasta el segundo ciclo de la cerda la PN disminuye con NC pero por encima del tercer ciclo reproductivo PN aumenta con el incremento del NC. El análisis de las ecuaciones de regresión múltiple de la tabla precitada ha encontrado relaciones positivas entre NC y de PN con los LV y relaciones negativas con las variables EPC y duración del IDCF, lo que corrobora los resultados obtenidos por los análisis de covarianza.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de manejo de una explotación porcina "al aire libre" y a tenor de los resultados obtenidos en este trabajo, es interesante adelantar la edad de cubrición de las cerdas nulíparas futuras reproductoras, ya que tal variable no afecta a los resultados reproductivos del primer ciclo reproductivo y aumenta el número de ciclos que las cerdas cumplen en la explotación y la productividad numérica media anual por cerda presente. De otra parte, el efecto positivo de la prolificidad del primer parto sobre el NC y la PN

Tabla IV. Relación entre las variables dependientes número de ciclos (NC) y productividad numérica media anual (PN) y algunas variables inherentes al primer ciclo reproductivo (Relationship between the dependent variables number of cycles and numerical productivity and some variables of first reproductive cycle).

Ecuación de regresión	R ²	RSD	P <
NC = 6,812 - 0,00682 EPC + 0,113 LV - 0,0122 IDCF	0,16	1,22	0,0001
PN = e ^(2,589 + 0,0362 LV)	0,13	0,25	0,0001
PN = 17,780 - 1,494 NC + 0,290 NC ²	0,35	3,41	0,0001
PN = 20,80 - 0,0243 EPC + 0,764 LV - 0,0338 IDCF	0,28	3,70	0,0001

nº de observaciones = 535, R² = coeficiente de determinación, RSD = desviación residual estándar, P = probabilidad.

ayuda a los porcicultores a tomar decisiones sobre la reposición y eliminación de reproductoras en el escenario productivo de la explotación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a OTHIGO, SA. Sin cuya colaboración hubiera sido imposible realizar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, M, Ramírez, LM, Ayllón, S, Morales, J & Piñeiro, C, 2005, 'Efecto de la edad a la primera cubrición sobre la productividad global de cerdas reproductoras', *XI Jornadas sobre Producción Animal*, ITEA Vol Extra 26, pp. 267-269.
- Brooks, PH, Smith, DA, 1980, 'The effect of mating age on the reproductive performance food utilization and live weight change of the female pig', *Livestock Production Science*, 7, pp. 67-78.
- Chapman, JD, Thompson, LH, Gaskins, CT, Tribble, LF, 1978, 'Relationship of age at first farrowing and size of first litter to subsequent reproductive performance in sows', *Journal of Animal Science*, 47, pp. 780-787.
- Cox, NM, Britt, JM, Armstrong, WD, Alhusen, HD, 1983, 'Effect of feeding fat and altering weaning schedule on rebreeding in primiparous sows', *Journal of Animal Science*, 56, pp. 21-29.
- Dagorn, J, Boulot, S, Le Cozler, Y, Dourmad, JY, Pellois, H, 1997, 'Analyse des modalités de mise a la reproduction des cochettes dans les élevages français. Conséquences sur le carrières des truies', *Journées de la Recherche Porcine en France*, 29, pp. 115-122.
- Daza, A, Ovejero, I, Pérez de Guzman, MD, Buxadé, C, 1989a, 'Efecto de la edad y prolificidad al primer parto sobre los resultados reproductivos de cerdas cruzadas Landrace x Large White en explotación intensiva', *ITEA*, 84, pp. 38-50.
- Daza, A, Ovejero, I, Pérez de Guzman, MD, Buxadé, C, 1989b, 'Análisis de algunos factores que influyen en la duración del intervalo destete cubrición fértil de la cerda', *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*, 3, pp. 163-174.
- Daza, A, Ovejero, I, Callejo, A, Buxadé, C, 1992, 'Influencia de la prolificidad acumulada en los dos primeros ciclos en el rendimiento productivo medio de cerdas cruzadas Landrace x Large White explotadas en régimen intensivo', *Archivos de Zootecnia*, 152, pp. 121-130.
- Daza, A, 1999, 'Optimización de la productividad numérica en las reproductoras: perspectivas'. En: *Producción porcina: aspectos clave* Ed C. Buxadé, pp. 151-198, Ed Mundi Prensa, Madrid, Spain.
- Enne, G, Greppi, GF, 1993, 'Effect of temperature on sow performance', *Pig News and Information* Vol 14, 3, pp. 105N-112N.
- Esbenshade, KL, Paterson, AM, Cantley, TC, Day, BN, 1982, 'Changes in plasma hormone concentration associated with the onset of puberty in the gilt', *Journal of Animal Science*, 54, pp. 320-326.
- Escalante-Rivero, A, Alzina-Lópe, A, Segura-Correa, J, Rodríguez-Buenfil, J, 1999, 'Efecto del tipo de apareamiento, edad y momento de servicio en la fertilidad y tamaño de camada de marranas primíparas en condiciones tropicales', *Revista Biomédica*, 10, pp. 85-92.
- Fahmy, MH, Holtmann, WB, Baker, RD, 1979, 'Failure to recycle afterweaning to oestrus interval in crossbred sows', *Animal Production*, 29, pp. 193-202.
- Koketsu, Y, Takahashi, H, Akachi, K, 1999, 'Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms', *Journal Veterinary and Medicine Science*, 61, pp. 1001-1005.
- Gutiérrez-Barquín, M, Daza, A, Ovejero, I, 1993, 'Efecto de la estación de cubrición, número de parto y prolificidad sobre la duración de la gestación en cerdas Landrace x Large White', *Archivos de Zootecnia*, 160, pp. 429-433.
- Moore, NW, 1985, 'The use of embryo transfer and steroid hormone replacement therapy in the study of prenatal mortality', *Theriogenology*, 23, pp. 121-127.
- Noguera, JL, Gueblez, R, 1984, 'Incidence de l'age a la premiere mise-bas et de la taille de la premiere portée sur la carrière de la truie', *Journées de la Recherche Porcine en France*, pp. 135-144.
- Perestrello, H, Perestrello, R, 1986, 'Contribution to a definition of a seasonal infertility problema in swos in portuguese intensive herd', *Proceedings IX Congress IPVS, Barcelona, Spain*, pp. 46.
- Quemere, P, Merdy, M, Willequet, F, 1985, 'Le prolificité des truies: le syndrome de la deuxième portée, evolution et facteurs de variacion dans un élevage expérimental', *Techni Porc*, 8, pp. 47-59.
- Reese, De, Moser, BD, Peo, ER, Lewis, AJ, Zimmerman, DR, Kinder, JE, Stroup, WW, 1992, 'Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows', *Journal of Animal Science*, 55, pp. 590-598.
- Schukken, YH, Buurman, J, Huirne, RBM, Willemsse, AH, Vernooij, JCM, Van der Broek, J, Verdeigden, JHM, 1994, 'Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds', *Journal of Animal Science*, 72, pp. 1387-1392.
- Thompson, LH, Hanford, KJ, Jensen, AH, 1981, 'Estrus in fertility in lactating sows and piglet performance as influenced by limited nursing', *Journal of Animal Science*, 53, pp. 1419-1423.
- Vesseur, PC, Kemp, B, den Hartog, LA, 1996, 'Reproductive performance in the primiparous sows- the key to improve farm production', *Pig News and Information*, 17, pp. 35N-40 N.