Características y factores de riesgo en repetidoras severas y su rendimiento en granjas comerciales

- **Carlos Piñeiro,** *Director PigCHAMP Pro Europa, S.L*
- **María Aparicio,** *Rps. Gestión y Análisis de Datos, PigCHAMP Pro Europa S.L.*
- **Miguel Ángel de Andrés,** *Técnico Gestión y análisis de datos PigCHAMP Pro Europa, S.L.*
- **Manuel Jiménez,** *Analista de datos PigCHAMP Pro Europa, S.L.*
- **Satomi Tani,** *School of Agriculture, Meiji University, Japan.*
- **Yuzo Koketsu,** *School of Agriculture, Meiji University, Japan.*

RESUMEN

Las cerdas repetidoras incrementan el número de días no productivos y disminuyen la productividad y rentabilidad de la granja. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) definir las repetidoras severas en granjas comerciales; 2) caracterizar el patrón de repetidoras severas por número de parto; 3) examinar factores asociados al riesgo de repetidoras severas y 4) comparar el rendimiento reproductivo de repetidoras severas y el resto de cerdas. Los datos incluyen 501.855 registros de cubriciones y las vidas reproductivas de 93.604 madres en 98 granjas españolas entre 2008 y 2013. Se consideró una repetidora severa aquella con tres o más repeticiones. Las 98 granjas fueron clasificadas en bajo, alto y medio rendimiento basado en los percentiles 25% inferior, 25% superior y el 50% restante, respectivamente, del promedio de lechones destetados

Tabla 1. *Datos reproductivos de cerdas en 98 granjas entre 2008 y 2013.*

			Rango	
Medidas	**Nº**	**Media +- DE**	**Mínimo**	**Máximo**
Datos vida productiva				
Nº parto a la eliminación	93,604	4.6 ± 0.01	0	13
Edad a la 1ª cubrición, días	86,837	251.6 ± 0.15	160	400
Número de nacidos vivos	86,749	58.7 ± 0.11	0	202
Número de días no productivos	93,604	84.9 ± 0.16	0	289
Días de vida de hembra	88,972	942.8 ± 1.26	28	1703
% hembras RS	93,604	1.2 ± 0.03	–	–
Datos parición				
Nº parto a la cubrición	454,058	2.6 ± 0.01	0	12
Datos con dos rpts o más, %	454,058	1.37 ± 0.01	–	–
Riesgo de hembra RS, %	454,058	0.26 ± 0.01	–	–
Número de nacidos vivos	360,454	12.1 ± 0.01	0	25
Número de nacidos muertos	360,454	0.9 ± 0.01	0	19
Duración de la lactación, días	360,454	23.4 ± 0.01	10	41
Intervalo destete-1ª cubrición, días	360,454	5.8 ± 0.01	0	35
Datos cubrición				
Número de cubriciones	501,855	1.1 ± 0.01	1	9
Intervalo de repetición, días	4258	30.8 ± 0.31	11	145

por cerda y año de cada granja. Se utilizaron modelos mixtos de regresión logística multinivel con efectos aleatorios para obtener los resultados.

Un 1,2% de las hembras fueron repetidoras severas. Los factores de riesgo significativos fueron un número de parto bajo, cubrición en verano, tener un intervalo destete-cubrición prolongado y pertenecer a granjas de bajo rendimiento. Se encontró que las nulíparas cubiertas tienen un riesgo 0,81% mayor de ser repetidoras severas que las multíparas. Además, las hembras en granjas de bajo rendimiento tienen 1,19% mayor riesgo de ser repetidoras severas que aquellas en granjas de alto rendimiento. Sin embargo, la edad en la primera cubrición (p=0.08), la duración de la lactación (p=0.05) y el número de lechones nacidos muertos (p=0.28) no fueron asociados con ser repetidoras severas. Las repetidoras severas tuvieron de 14,4 a 16,4 menos lechones nacidos vivos, de 42,8 a 91,3 más días no productivos y de 2,1 a 2,2 menor número de partos que las otras madres (p<0.05). Recomendamos que los productores monitoricen de cerca aquellas cerdas que pertenezcan a los grupos de riesgo de ser repetidoras severas.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente el 7% de las primerizas en granjas comerciales repiten *(PigCHAMP, 2015)*. Un estudio en 539 granjas estadounidenses informó que un 17-20% de las cerdas repetidas tuvieron una segunda repetición, y un 22-27% de dichas segundas repetidas tuvo un total de tres o más repeticiones (*Koketsu Y. , 2003*). Un estudio reciente mostró que no siempre se siguen los protocolos de sacrificio para estas cerdas (*Sasaki, 2012*), por lo que se estima que existe un número sustancial de repetidoras severas en las granjas comerciales (*Koketsu, 2005*), que aumentan el número de días no productivos y afectan al rendimiento.

No existe una definición clara de repetidora severa, ni se ha descrito su rendimiento productivo en comparación con otras. Las repeticiones han sido asociadas con cubriciones en meses de verano (*Iida R, 2013*) (*Tummaruk P L. N.-M., 2001*) (*Tummaruk P T. W., 2010*). Otros factores, como temperaturas altas e intervalo destete-cubrición elevado, se han asociado con menor tasa de parto y mayor número de repeticiones. Además, un alto riesgo de aborto se ha asociado con números elevados de nacidos muertos. Sin embargo, los factores de riesgo para repetidoras severas no han sido cuantificados, ni se ha examinado previamente el patrón de repetidoras severas en función del número de parto. Por tanto, los objetivos de este estudio son (1) definir Repetidoras Severas en granjas comerciales, (2) caracterizar su ocurrencia en función del número de parto, (3) cuantificar factores de riesgo y (4) comparar su rendimiento productivo con el de las otras madres.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos productivos de 98 granjas entre 2008 y 2013 fueron proporcionados por PigCHAMP Pro Europa S.L.

Tabla 2. *Riesgo de repetidora severa (RS) en cerdas cubiertas por nº de parto. (a) Ventas debidas a fallos reproductivos. (b) Incluye también eliminaciones debidas a otros problemas no reproductivos (cojeras, enfermedad, muertes).*

	Nº parto						
Medidas	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6+**
Nº cubriciones	93,604	78,243	70,596	62,258	53,371	43,634	52,352
Nº primeras repeticiones	11,458	8734	5625	4730	3772	2694	2614
% primeras repeticiones	12.2	11.2	8.0	7.6	7.1	6.2	5.0
Nº segundas repeticiones	2325	1324	834	695	490	297	290
Nº ventas tras la 2ª repetición[a]	246	142	87	105	68	55	49
Nº eliminaciones tras la 2ª repetición[c]	394	232	168	136	90	68	64
Nº Repetidoras Reveras	532	235	145	104	70	34	38
Riesgo de Repetidora Revera, %	0.57	0.3	0.21	0.17	0.13	0.08	0.07

Tabla 3. *Comparativas de rendimiento durante la vida productiva de 3 grupos de hembras según su número de repeticiones. Los valores dentro de un grupo con letras diferentes (a-c) son diferentes (P>0.05).*

	Grupos de hembras por repeticiones					
	No repetidas		Repetidas 1 ó 2, no RS		RS	
Medidas vida productiva	**N**	**media ±DE**	**N**	**media ± DE**	**N**	**media ±DE**
Media anualizada de nacidos vivos	56,803	27.6 (0.15)[a]	29,093	25.7 (0.15)[b]	853	21.4 (0.26)[c]
Media anualizada de destetados	56,803	23.6 (0.10)[a]	29,093	22.3 (0.10)[b]	853	19.3 (0.20)[c]
Días no productivos totales	61,348	74.0 (1.26)[c]	31,106	122.5 (1.26)[b]	1150	165.3 (1.74)[a]
Nacidos vivos totales	56,803	58.9 (0.80)[b]	29,093	60.9 (0.80)[a]	853	44.5 (1.35)[c]
Edad a la 1ª cubrición, días	57,022	254.6 (3.18)[ab]	28,771	253.7 (3.18)[b]	1044	254.7 (3.33)[a]
Nº de parto a la eliminación	61,348	4.7 (0.07)[b]	31,106	4.9 (0.07)[a]	1150	2.9 (0.10)[c]
Nº de parto a la venta	51,496	4.9 (0.08)[b]	27,389	5.0 (0.08)[a]	1052	2.8 (0.11)[c]
Nº de parto a la muerte	9852	3.2 (0.07)[c]	3717	4.1 (0.07)[a]	98	3.5 (0.24)[b]
Días de cerda	58,482	950.2 (10.28)[b]	29,407	1029.5 (10.28)[a]	1083	807.7 (14.99)[c]
Total acumulado de interv. de repetición, días	61,348	0.0 (0.00)	31,106	56.0 (1.05)[b]	1150	111.3 (1.52)[a]

y utilizados en un estudio retrospectivo coordinando registros de 465.947 partos y vida productiva completa de 94.691 cerdas. De estos datos se excluyeron aquellos que cumplieron alguno de los siguientes criterios: cerdas con número de días no productivos mayores a 289 días (949 registros), menos de 1 o más de 25 nacidos vivos (215 registros), duración de la lactación menor a 10 o mayor de 40 días (3756 registros), intervalo destete cubrición mayor a 35 días (479 registros), o intervalo entre cubriciones mayores a 150 días en cerdas repetidas (479 registros). Los datos de los 454.058 partos y 93.604 cerdas resultantes fueron incluidos en dos *datasets*, el *Dataset 1* conteniendo información de la vida productiva y el *Dataset 2*, conteniendo los registros de cubriciones. Adicionalmente, registros con edad en la primera cubrición menor a 160 o mayor a 400 días fueron excluidos para el modelo con nulíparas y multíparas combinadas (6.767 cerdas, *Modelo 3*).

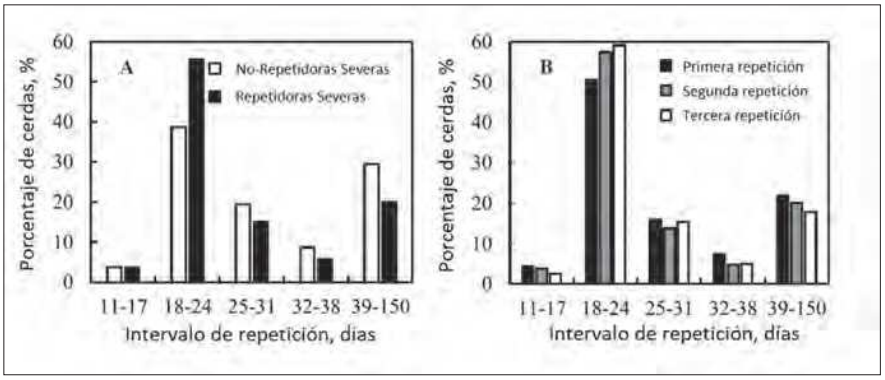

Figura 1: *Frecuencias relativas (%) de intervalos entre repeticiones consecutivas. A) Intervalo de repetición para 5.968 registros de repeticiones de cerdas RS y 41.401 registros de cerdas no RS. B) Intervalos de repetición de la primera (2.469 registros), segunda (2008 registros) y tercera (1.491 registros) repeticiones de cerdas RS.*

Tabla 4: *Comparativo de factores de riesgo de repetidoras severas (RS) por cubrición. Los valores dentro de un grupo con letras diferentes (a-c) son diferentes (P>0.05). (*) IC- Intervalo de confianza.*

Variables explicatorias	N	Riesgo RS (99% IC*)
Grupos por nº de parto		
0	93,604	0.92 (0.67–1.26)[a]
1	78,243	0.49 (0.35–0.68)[b]
2 a 5	229,859	0.24 (0.17–0.34)[c]
6 o más	52,352	0.11 (0.07–0.18)[d]
Mes 1ª cubrición		
Enero-Marzo	113,178	0.29 (0.21–0.42)[b]
Abril-Junio	114,322	0.30 (0.21–0.44)[b]
Julio-Septiembre	112,615	0.40 (0.27–0.56)[a]
Octubre-Diciembre	113,943	0.29 (0.20–0.41)[b]
Grupo por productividad de granja		
Granjas de baja productividad	65,565	1.30 (0.73–2.22)[a]
Granjas de productividad media	196,848	0.57 (0.37–0.85)[b]
Granjas de alta productividad	191,645	0.11 (0.06–0.21)[c]
Grupos por intervalo destete-1ª cubrición		
0-6 días	315,071	0.26 (0.19–0.39)[b]
7-12 días	22,633	0.36 (0.23–0.57)[a]
13 o más días	22,750	0.27 (0.15–0.42)[ab]

Una Repetidora Severa (RS) se define como una cerda que ha tenido tres o más repeticiones en el mismo número de parto, basándose en una modificación de la definición usada en vacas *(Ferreira R, 2011*). El riesgo de RS (%) se definió como el número de repetidoras severas dividido entre el número de cerdas cubiertas por primera vez. Los intervalos de repetición se categorizaron en repeticiones tempranas (11-17 días tras la cubrición), normales (18-24 días), irregulares (25-38 días) y tardías (39-150 días).

Se definieron tres categorías de granjas: Alto rendimiento (más de 24,7 lechones destetados por cerda y año, percentiles 75 a 100), rendimiento medio (entre 21,2 y 24,7 lechones/cerda/año, percentiles del 25 al 75) y bajo rendimiento (menos de 21,2 lechones/cerda/año, percentiles 0 a 25). El tamaño promedio de las granjas fue de 699 ± 64,3 cerdas, con un rango entre 81 y 3.222. El mes de cubrición se categorizó en cuatro grupos estacionales (enero a marzo, abril a junio, julio a septiembre y octubre a diciembre). Así mismo, se definieron tres grupos de intervalo destete-cubrición (0 a 6 días, 7 a 12 días, y 13 días o más).

El análisis y los modelos estadísticos se realizaron con SAS, versión 9.3. Se ajustaron dos modelos para examinar la asociación de los factores productivos con el rendimiento en la vida productiva (*Modelo 1, Dataset 1*), y con el rendimiento reproductivo en partos anteriores (*Modelo 2, Dataset 2*). Estos modelos incluyeron todos los grupos definidos previamente, así como un efecto fijo de año y un efecto aleatorio de granja. También se comparó la frecuencia relativa (%) de los intervalos de repetición entre las repetidoras severas y el resto de las cerdas.

Otros dos modelos se usaron para analizar los registros de cubriciones para nulíparas y multíparas (*Modelo 3, Dataset 2*) y sólo para multíparas (*Modelo 4, Dataset 2*). Estos fueron modelos lineales generalizados multinivel para el riesgo de RS, con efectos aleatorios jerárquicos, agrupando cubriciones en cerdas, y cerdas en granjas. Sin embargo, la varianza a nivel de cerda fue muy cercana a cero (<0.0001) por lo que el nivel de cerda se eliminó en ambos modelos. Los modelos 3 y 4 incluyeron los 4 grupos estacionales, los tres grupos de rendimiento de granja y el año de entrada como efectos fijos, y un efecto aleatorio de granja. El *Modelo 3* incluyó además la edad a primera cubrición, mientras que el *Modelo* 4 incluyó factores específicos de multíparas como el número de lechones nacidos muertos, los tres grupos de intervalo destete cubrición y la duración de la lactación. Se examinaron, así mismo, efectos cuadráticos de las variables continuas, y se eliminaron todos aquellos efectos no significativos (P≥ 0.05).

RESULTADOS

El riesgo de RS promedio por cubrición fue de 0.26% ± 0.01% (*Tabla 1*) y fue mayor en números de parto bajos, con 0,57% y 0,30% en número de parto 1 y 0, respectivamente, comparado con sólo 0,07% -0.21% en números de parto 2 o más (*Tabla 2*). Las repetidoras severas tuvieron más repeticiones normales que las demás

cerdas (p<0.05; *Figura 1*), aunque la media (±S.E.) del intervalo entre cubriciones para RS fue de 30,8 ±0.21 días porque el 20% de las RS tuvo repeticiones tardías. Además, la proporción de RS con repetición normal en la primera, segunda y tercera cubrición fue del 50, 57 y 59% respectivamente (p<0.05). Se encontraron diferencias significativas de tamaño entre los grupos de granjas con rendimiento alto (482 ±60 cerdas) y medio (617 ±83 cerdas) con respecto a las granjas de alto rendimiento (1095 ± 169 cerdas, p<0.01).

Con respecto al rendimiento durante la vida productiva, 1150 (1.2%) de las 93,604 cerdas fueron RS durante su vida (*Tabla 3*). Adicionalmente, las cerdas que fueron RS en su primer parto tuvieron un 5.2% menor tasa de partos en dicho primer parto que las no RS (82,4 vs 87,6, p<0.01). Sin embargo, no hubo diferencia ni en la tasa de partos en el resto de partos ni en el intervalo destete-cubrición entre RS y las demás cerdas (p ≥0.001). Tanto en el *Modelo 3* (nulíparas y multíparas) como en el *Modelo 4* (multíparas), el riesgo de RS se asoció con números de parto 0 y 1, cubrición en verano y pertenecer a granjas de bajo rendimiento (p <0.01). Además, el riesgo de RS en multíparas se asoció con un intervalo destete-cubrición elevado. Por ejemplo, las nulíparas tuvieron entre un 0,43 y un 0,81% mayor riesgo de RS que las multíparas (p<0.01; *Tabla 4*). Así mismo, las cerdas en granjas de bajo rendimiento tuvieron 0.73 ± 1.19% mayor riesgo de RS que aquellas en granjas de alto rendimiento.

También, el riesgo de RS en cerdas con un intervalo destete-cubrición de 7 a 12 días fue un 0,10% más alto que en cerdas con un intervalo de hasta 6 días (p<0.05; *Tabla 4*). Sin embargo, la edad a primera cubrición (p=0.08), la duración de la lactación (p=0.05) y un menor número de lechones nacidos muertos (p=0.28) no fueron asociados con ser RS. El efecto aleatorio de granja explicó un 25,5% y 30,1% de la varianza total para los valores de riesgo de RS en los modelos 3 (nulíparas y multíparas) y 4 (sólo multíparas), respectivamente.

DISCUSIÓN

Este estudio mostró que, del 1,2% de primerizas que fueron RS, solo una quinta parte tuvo intervalos entre cubriciones de 39 a 150 días, con el consiguiente aumento de días no productivos. Además, las repeticiones son uno de los factores de riesgo para abortos y por tanto un mayor incremento de los días no productivos (*Koketsu, 2016*). El intervalo entre cubriciones y los intervalos previos a ser sacrificadas son responsables de un 70% de los días no productivos, estos DNPs deben ser minimizados para mejorar la productividad. Adicionalmente, el hecho de que las RS tuvieron más repeticiones regulares (18-24 días) que las cerdas no RS indica que las RS son más propensas a tener fallos en la concepción o fallos en el reconocimiento maternal (*Iida R, 2013*). Otros factores pueden haber contribuido a la mayor propensión de las RS de tener repeticiones regulares, como la calidad del semen y su conservación (*Nutthee A, 2011*), así como la pauta de inseminación (*Soede NM,* 1995).

En nuestro estudio hemos encontrado efectos claros del número de parto en el riesgo de RS, con mayor riesgo en números de parto bajos. Una posible razón es que el sacrificio no es una opción tan recurrente como para cerdas más viejas, pues las cerdas con pocos partos todavía están creciendo y los productores quieren recuperar el coste inicial de las cerdas de renovación. No obstante, algunas cerdas con problemas reproductivos pueden ser sacrificadas antes del segundo parto. Datos recientes de granjas españolas, portuguesas e italianas mostró que el 41% y 36% de las nulíparas y primerizas que repitieron, respectivamente, tuvo una segunda repetición en el mismo parto (*Tani S,* 2016). Por tanto, es crítico tener una detección del celo más precisa y unos criterios de selección estrictos en las nulíparas para reducir el número de nulíparas y primerizas repetidoras severas. Hay que tener en cuenta que las nulíparas tienen normalmente una duración del celo menor, y además un % de ellas muestra un comportamiento del celo menos claro. Una manera de mejorar el desarrollo de las nulíparas puede ser un protocolo de estimulación con verraco (Patter*son JL, 1999*), que ayude a distinguir entre nulíparas fértiles y aquellas con mayor riesgo de convertirse en repetidoras severas.

En este estudio, las cerdas cubiertas en verano tuvieron un 0,1% mayor riesgo de RS que aquellas cubiertas en invierno. Por tanto, parece que altas temperaturas o

baja ingesta en lactación en verano pueden incrementar los fallos en la concepción o las pérdidas de gestación. Otros estudios también han mostrado que las primerizas son más sensibles a altas temperaturas que las cerdas con dos o más partos con respecto a las repeticiones (*Iida R, 2013*). Se ha sugerido que una interrupción de la gestación en verano está relacionada con una combinación de una baja secreción de GnRH. Una liberación de LH disminuida afecta el desarrollo del folículo ovárico y en consecuencia degrada las funciones del cuerpo lúteo, produciendo bajas concentraciones de progesterona (*Bertoldo MJ, 2012*).

El intervalo destete-cubrición en cerdas RS puede estar relacionado con una baja secreción de gonadotropina y posiblemente con un sistema endocrino dañado. Por ejemplo, un intervalo destete-cubrición prolongado puede deberse a una baja secreción de LH causada por una ingesta disminuida durante la lactación (*Koketsu Y D. G., 1996*). Hemos encontrado que los riesgos principales de RS fueron número de parto 0 o 1, una cubrición en verano y un intervalo destete-cubrición entre 7 y 12 días. Estos resultados son consistentes con estudios previos en Estados Unidos, Suecia y Japón, que reportaron un mayor riesgo de repetición asociado los mismos tres factores (*Iida R, 2013*) (*Tummaruk P T. W., 2010*).

También encontramos que el rendimiento productivo de la granja influye en el riesgo de RS. Esto sugiere que la monitorización de temperatura, el diagnóstico de gestación y el protocolo de sacrificio no son suficientes en las granjas de bajo rendimiento, probablemente porque estas pequeñas granjas de bajo rendimiento no tienen sistemas de producción avanzados, suficientes cerdas de renovación, ni equipos ni trabajadores profesionales. En contraste, las granjas grandes de alto rendimiento tienen mejores instalaciones y trabajadores más cualificados (*Koketsu Y D. G., 1997*). Finalmente, nuestros resultados sugieren que la duración de la lactación, la edad a primera cubrición o el número lechones nacidos muertos no son factores de riesgo para RS.

Respecto al rendimiento en la vida productiva, el hecho de que las RS tuvieron 90 días no productivos más que las no RS indica que las directrices de sacrificio no se implementaron de forma estricta en las cerdas repetidas de las granjas estudiadas. Mantener cerdas RS demasiado tiempo en la granja incrementa los días no productivos y disminuye la productividad, ya que estas producen lechones de forma un 30% menos eficiente que las cerdas no RS y su mayor intervalo hasta la siguiente cubrición aumenta el número de días no productivos.

Este estudio muestra que las RS con pocos partos tienen, para el mismo número de parto, una menor tasa de partos en su parto anterior que las no RS. Probablemente algunas de las RS tuvieron un problema reproductivo latente que les causó una menor tasa de partos en los partos anteriores, a pesar de no haber sido lo suficientemente grave como para repetir. Un posible problema reproductivo

en estas cerdas son los quistes ováricos y un reciente estudio informó que las cerdas con quistes ováricos tienen un 20% más de repeticiones que aquellas sin quistes (*Castagna CD, 2004*). Sin embargo, la falta de diferencias en la tasa de parto e intervalo destete cubrición entre RS y no RS en cerdas de paridad 1 o mayor indica que el motivo de repetición severa fue probablemente debido a problemas en la lactación y el periodo post-destete. Por último, el efecto de granja relativamente alto para nulíparas y multíparas (25,5% de la varianza), así como para sólo multíparas (30,1% de la varianza) indica una influencia sustancial de la granja, por ejemplo, debido a diferencias en sus programas de monitorización de temperatura y protocolos de sacrificio.

Hay algunas limitaciones del presente estudio que deben ser tenidas en cuenta al interpretar los resultados. Los datos utilizados son datos comerciales, y no incluyen estado sanitario, programa nutricional, genotipo, calidad del semen, proporción de inseminaciones dobles o triples, presencia de quistes ni distinción entre abortos tempranos y tardíos. No obstante, pese a estas limitaciones, este estudio proporciona información valiosa para productores y veterinarios acerca de las repetidoras severas en granjas comerciales, así como relaciones entre RS y factores de producción.

Por último, nuestra definición de repetidoras severas es diferente a la de trabajos anteriores, que varía entre una y cuatro repeticiones (*Vargas AJ, 2009*) *(Horvat G, 2006) (Kauffold J, 2006*).

Bibliografía

1. Bertoldo MJ, H. P. (2012). Seasonal variation in the ovarian function of sows. *Reprod Fertil Dev, 24*, 822-34.
2. Castagna CD, P. C. (2004). Castagna CD, Peixoto CH, Bortolozzo FP. Wentz I, Neto GB, Ruschel FcOvarian cysts and their consequences on the reproductive performance of swine herds. *Anim Reprod Sci, 81*, 115-23.
3. Ferreira R, A. H. (2011). The low fertility of repeat-breeder cows during summer heat stress is related to a low oocyte competence to develop into blastocysts. *Livestock Science, 94*, 124-30.
4. Horvat G, B. G. (2006). Exogenous prostaglandin F2α at time of ovulation improves reproductive efficiency in repeat breeder sows. *Theriogenology, 66*, 1816-23.
5. Iida R, K. Y. (2013). Interactions between climatic and production factors on returns of female pigs to service during summer in Japanese comercial breeding herds. *Theriogenology, 80*, 187-93.
6. Iida R, K. Y. (2016). Lower farrowing rate in female pigs associated with higher outdoor temperatures in humid subtropical and continental climate zones in Japan. *Anim Reprod, 13*, 63-8.
7. Kauffold J, M. F. (2006). Chlamydiae in oviducts and uteri of repeat breeder pigs. *Theriogenology, 66*, 1816-23.
8. Koketsu Y, D. G. (1996). Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance and on circulating levels of glucose, insulin, and luteinizing hormone in primiparous sows. *J Anim Sci, 74*, 1036-46.
9. Koketsu Y, D. G. (1997). Returns to service after mating and removal of sows for reproductive reasons from commercial swine farms. *Theriogenology, 47*, 1347-63.
10. Koketsu, Y. (2003). Re-serviced females on commercial swine breeding farms. *J Vet Med Sci, 65*, 1287–91.
11. Koketsu, Y. (2005). Six component intervals of nonproductive days by breeding female pigs on commercial farms. *Journal of Animal Science, 83*, 1406-12.
12. Nutthee A, T. W. (2011). Effect of site of sperm deposition on fertility when sows are inseminated with aged semen. *J Swine Health Prod, 19*(5), 295-7.
13. Patterson JL, B. E. (1999). The effect of gilt age at first estrus and breeding on third estrus on sow body weight changes and long-term reproductive performance. *J Anim Sci, 77*, 801-9.
14. PigCHAMP. (2015). Retrieved from PigCHAMP benchmarks: http://www.pigchamp.com/
15. Sasaki, Y. a. (2012). A herd management survey on culling guidelines and. *Journal of Animal Science, 90*, 1995-2002.
16. Soede NM, W. C. (1995). Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertilization rate and accessory sperm count in sows. *J Reprod Fertil, 104*, 99-106.
17. Tummaruk P, L. N.-M. (2001). Effect of birth litter size, bith parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. *Anim Reprod Sci, 91*, 2667-79.
18. Tummaruk P, T. W. (2010). Influence of repeat-service and weaning-to-first service interval on farrowing proportion of gilts and sows. *Prev Vet Med, 96*, 194-200.
19. Vargas AJ, B. M. (2009). Reproductive performance of swine females re-serviced after return to estrus or abortion. *Anim Reprod Sci, 113*, 305-10.