



## Efecto del método de cubrición sobre parámetros productivos y reproductivos en porcino<sup>1</sup>

Effect of mating service on productive and reproductive parameters in swine

Mónica Madrigal-Valverde<sup>2</sup>, Bryan Aguilera<sup>3</sup>, Anthony Valverde<sup>✉4</sup>

### Palabras clave Resumen

Cerdos, inseminación artificial, monta natural, reproducción.

El manejo reproductivo de la especie porcina se relaciona con la prolificidad y la productividad numérica. Estos factores interactúan con otros relacionados con el desarrollo de los animales y/o el ciclo productivo anterior, lo que influye en el desempeño económico de la empresa porcina. El objetivo del presente trabajo no experimental fue evaluar dos métodos de servicio sobre parámetros productivos y reproductivos de hembras porcinas. Se presentaron diferencias entre los métodos ( $p < 0,05$ ) de monta natural MN ( $7,48 \pm 0,16$ ) e inseminación artificial (IA) ( $6,87 \pm 0,28$ ) para la variable peso del lechón al destete, donde las hembras servidas por medio del primer método presentaron lechones con un peso mayor al destete. Hubo un efecto del tipo de servicio ( $p < 0,05$ ) sobre los parámetros anuales de producción partos/cerda/año, días productivos/cerda/año y días no productivos, en donde las hembras servidas por medio de IA presentaron valores mayores en los primeros dos parámetros sobre las hembras que fueron servidas por MN, mientras que para la variable días no productivos/cerda/año el efecto fue inversamente proporcional con respecto al tipo de servicio. El tamaño de camada y su peso al destete disminuyeron conforme se incrementó el orden de parto definiéndose un punto crítico o umbral sobre el 5-6 parto. El tamaño de camada no se vio afectado por el intervalo destete-celo; sin embargo, se observó una tendencia creciente en el caso de las hembras servidas por MN y decreciente en las hembras servidas por IA posterior a los cuatro días de intervalo en ambos métodos. Deben continuarse los estudios de productividad numérica, ritmo reproductivo y prolificidad para mejorar la rentabilidad de la empresa porcina.

### Key words

Pigs, artificial insemination, natural mating, reproduction.

### Abstract

Swine reproductive management is related to prolificacy and numerical productivity. These factors interact with others related to the development of the animals, and / or the previous productive cycle, which influences the economic performance of the swine industry. The aim of this non-experimental work was to evaluate two service methods on productive and reproductive parameters of sows. There were differences between service methods ( $P < 0.05$ ) natural mating ( $7.48 \pm 0.16$ ) and artificial insemination ( $6.87 \pm 0.28$ ) for the variable piglet weight at weaning, where the females inseminated by natural mating presented piglets with greater weight at weaning. There was an effect of the type of service ( $P < 0.05$ ) on the annual parameters of calving/sow/year, productive days/sow/year and non-productive days/sow/year, where the females served by artificial insemination showed higher values in the first two parameters on the females that were inseminated by natural mating, while for the variable non-productive days/sow/year the effect was inversely proportional with respect to service types. The size of litter and the weight of the litter at weaning were decreased as the calving order was increased, defining a critical point or threshold on the 5-6 calving. The litter size was also not affected by the weaning-to-estrus interval, however, an increasing tendency was observed in the case of the females served by natural mating and decreasing in females served by artificial insemination after 4 days of interval in both methods. The studies of numerical productivity, reproductive rhythm and prolificacy should be continued to improve the profitability of the swine company.

1 Este trabajo formó parte del proyecto de investigación 2151-037, inscrito en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica.

2 Universidade Federal da Bahia, Escola de Veterinária e Zootecnia, CEP 40170-110 Bahia, Brasil.

3 Instituto Nacional de Aprendizaje, Núcleo de Formación y Servicios Tecnológicos Agropecuarios. Apdo. Postal 10107 San José, Costa Rica.

4 Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible del Trópico Húmedo (CIDASTH), Campus San Carlos. Apdo. Postal 223-21001 Alajuela, Costa Rica. ✉anvalverde@tec.ac.cr (autor para correspondencia). Universidad de Valencia, Facultad de Ciencias Biológicas, Campus Burjassot, C/ Dr. Moliner 50, 46100 Valencia, España.

Recibido: 30 de junio del 2018  
Aceptado: 10 de setiembre del 2018  
Publicado: 30 de octubre del 2018  
DOI: 10.18860/rath.v111.3929

## Introducción

Actualmente, es de conocimiento amplio que en la producción porcina no sólo bastan los esquemas nutricionales adecuados y las buenas prácticas de manejo, sino que son necesarios índices reproductivos elevados [1] debido a que el valor primario de cualquier animal doméstico es función de su capacidad reproductiva [2].

Los índices altos de productividad de la porcicultura moderna radican en maximizar la eficiencia reproductiva de las hembras como consecuencia del conocimiento de los aspectos reproductivos de la especie, el monitoreo de los factores que puedan influenciar el desempeño reproductivo, los mecanismos envueltos en la manifestación de estro puberal y pos-destete y el establecimiento de la preñez, relacionados con el buen manejo en granja [1]–[4].

La productividad en las granjas porcinas está directamente relacionada con la prolificidad por ciclo, lo cual quiere decir, que este parámetro es el que determina los rendimientos productivos y económicos en las granjas [4]–[6]. Además, estos estudios coinciden en que la prolificidad de las cerdas va en aumento a partir del primer ciclo, hasta alcanzar su pico máximo entre el tercero y el sexto, donde la mayoría de las hembras experimentan una tendencia al descenso; la tasa de nacidos muertos también aumenta con cada ciclo, sobre todo a partir del quinto o el sexto. Ambas tasas determinan la productividad numérica de las cerdas.

Uno de los aspectos más importantes para alcanzar la eficiencia reproductiva es el momento oportuno de efectuar el servicio, ya sea por monta natural (MN) [1], [2] o inseminación artificial (IA) [7]–[10]. Este momento, caracterizado por la expresión de los signos de celo [2], [3], es cuando la hembra está receptiva y permite la cópula. Una vez determinado el momento de la cubrición se procede a la inseminación de la hembra, que es el proceso donde se deposita el semen en el útero de la cerda en celo [11]–[14], y puede ser realizado de forma natural o métodos artificiales [2].

Es de amplio conocimiento que cada uno de los dos métodos de cubrición posee bondades y deficiencias; no obstante, el reporte cuantitativo sobre el impacto de ambos tipos de servicio es limitado. El objetivo del presente trabajo fue

evaluar dos métodos de servicio sobre parámetros productivos y reproductivos de hembras porcinas.

## Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la granja del Programa de Producción Agropecuaria (PPA), de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicado en Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica (10°22'42" N y 84°30'36" O). Según los datos obtenidos en la estación meteorológica 069567 Santa Clara, durante el periodo 2011-2015 en la zona se registró una temperatura mínima de 21,7°C y una máxima de 30,7°C, con una humedad relativa de 88,5% y una precipitación de 3321,1 mm.

Se utilizaron 30 hembras de línea genética comercial (T-40), seleccionadas por habilidad materna y tamaño de la camada, las cuales fueron servidas por medio de monta natural (MN). A partir de 2014 se seleccionaron aleatoriamente 17 hembras, las cuales se sometieron al servicio de inseminación artificial (IA). El número de hembras incluido en cada grupo de servicio reproductivo (MN, IA) dependió del año en que fueron colectados los datos. La información incluida abarcó un total de 119 partos, de los cuales 24 fueron de primíparas y 95 de multíparas (38 registros para el segundo y tercer parto, 53 para el orden 4-6 partos y cuatro para hembras con más de siete partos). En todas las hembras se aplicó un cruzamiento terminal. Los verracos reproductores procedían de una línea genética comercial seleccionada para crecimiento y eficiencia alimenticia y provenían de la misma empresa genética. Los verracos empleados en IA estaban previamente entrenados para realizar las extracciones seminales.

Los animales incluidos en el estudio se encontraban en un sistema de producción semi-intensiva, orientado a la cría. Los lechones son vendidos con 30 días de edad, descolmillados, descolados, con muescas de identificación y castrados en el caso de los machos. La alimentación suministrada en todas sus etapas fue con base en alimentos balanceados, fabricados dentro del sistema productivo, fórmulas de inicio, desarrollo, lactancia y gestación; la dieta fue complementada con una fracción fibrosa de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en fresco y se proporcionó un suministro de agua *ad libitum*. En cerdas multíparas se implementó un programa de

IA; la detección del celo se realizó por medio de la determinación de las fechas potenciales para cada hembra por medio de los registros de la granja, y se observó y dio seguimiento a los signos de celo manifestados por cada hembra.

Durante el periodo anterior a junio 2014, en la granja se realizaba el apareamiento de los animales por medio de MN. En este tipo de manejo, el operador determinaba por medio de la observación de los signos de celo, la condición de la hembra en periodo de monta. El verraco asignado para la cubrición era dirigido al recinto de la hembra la cual era servida por el macho. Durante el año 2014 se implementó un programa de IA en la granja, y se procedió al entrenamiento de los animales utilizados en MN y verracos jóvenes. A partir de julio de 2014, las hembras en celo fueron cubiertas por medio de IA con un mínimo de dos servicios por celo. Se utilizaron sondas intra-cervicales con una dosis seminal de concentración  $4,0 \times 10^6$  millones de espermatozoides totales.

En la granja se mantiene un sistema de registro por medio de hojas de campo que incluyen datos de identificación de las hembras y machos empleados en los servicios, fechas de cubrición, parto y destete, así como peso de las camadas y conteo de lechones al nacimiento y destete. Las hojas de campo existentes en la porqueriza desde el año 2011, fueron colectadas y los datos digitalizados en hojas electrónicas para su posterior análisis. Con el fin de evitar omitir días de gestación y lactancia de las hembras en dos años diferentes (periodo diciembre-enero), se establecieron periodos de 12 meses, lo cual fue base para estimar variables anuales.

Las fuentes de variación fueron minimizadas incluyendo hembras de una sola línea genética y machos de la misma casa comercial, la dieta e instalaciones fueron las mismas durante el periodo de estudio; adicionalmente los grupos de servicio reproductivo contaron con un periodo de análisis que permitió el reflejo de las variaciones estacionales y de mercado típicas de la zona. En total en el análisis se incluyeron los 119 partos registrados para las 30 hembras con ambos tipos de servicio reproductivo (MN, IA).

Dentro del modelo mixto, el efecto individual fue considerado como efecto aleatorio, mientras que el tipo de cubrición y el orden de parto fueron

clasificados como efectos fijos, así como las interacciones entre estos factores.

Las variables de respuesta incluidas en el estudio fueron los parámetros productivos: número total de lechones nacidos, número de lechones nacidos vivos, número de lechones en condición de momia, peso de la camada al nacimiento, peso del lechón al nacimiento, número de lechones al destete, peso de la camada al destete, peso del lechón al destete y mortalidad pre-destete. Los parámetros reproductivos evaluados fueron los días del intervalo destete-celo y la edad a la primera cubrición de las cerdas nulíparas. Adicionalmente, se incluyeron en el análisis las variables anuales de número partos/cerda/año, días productivos totales/cerda/año y número de días no productivos/cerda/año.

Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y homocedasticidad mediante las pruebas Shapiro-Wilk y Levene respectivamente. Se realizó un análisis de varianza mediante un modelo mixto lineal empleando el método de máxima verosimilitud y, en caso de que los efectos fueran significativos, se realizaron pruebas de comparación de medias de Bonferroni para el análisis *a posteriori* de las variaciones entre los diferentes métodos de servicio. Los resultados se presentan como medias  $\pm$  error estándar de la media (SEM). La significancia estadística se consideró en  $p \leq 0,05$ . Los análisis estadísticos se realizaron usando Statgraphics Centurion XVII, 17.2.04. (32-bit) (1982-2016 por Statpoint Technologies Inc., USA).

## Resultados

No hubo interacciones entre los factores ni diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) por individuo, y entre tipos de servicio reproductivo ( $p > 0,05$ ) para los parámetros reproductivos. Tampoco se presentaron diferencias significativas entre los tipos de servicio reproductivo para los parámetros evaluados al parto: número de lechones nacidos totales, número de lechones nacidos vivos, número de lechones en condición de momia, peso del lechón al nacimiento y peso de la camada al nacimiento. En relación con las variables productivas al destete (número de lechones destetados, peso de la camada al nacimiento y el número de lechones que murieron durante la lactación), no se encontraron diferencias entre tipos de servicio. No obstante,

hubo diferencias ( $p < 0,05$ ) en el peso del lechón destetado entre los tipos de servicio reproductivo evaluados (Cuadro 1).

El orden de parto influyó ( $p < 0,05$ ) en el tamaño de camada de las hembras que fueron servidas mediante MN y se observó que conforme aumentó el número de partos, el tamaño de camada se redujo significativamente (Figura 1). El orden de parto no fue significativo en el tamaño de camada de las hembras servidas mediante IA; sin embargo, se pudo observar una tendencia similar, aunque menos evidente que en el caso de la MN. Cuando se realizó el análisis de regresión no lineal y se obtuvo el mejor ajuste, los parámetros *alfa* y *beta* de la ecuación  $Tamaño\ de\ camada = alfa * exp(beta * OP)$  fueron significativos y se comprobó la tendencia descrita en la Figura 1. Además, se observó que después del quinto parto fue posible fijar un nivel umbral, que indica la necesidad de estudiar el

posible reemplazo de la hembra dentro de la granja (Figura 2).

En relación con los parámetros anuales, las hembras servidas mediante IA presentaron una media de partos/cerda/año, significativamente mayor que el grupo servido por medio de MN ( $1,93 \pm 0,12$ ;  $1,40 \pm 0,07$  respectivamente). Los días productivos/cerda/año y días no productivos/cerda/año, presentaron entre sí un comportamiento indirectamente proporcional, es decir, los animales apareados por medio de la IA mostraron significativamente un mayor número de días productivos ( $290,57 \pm 16,82$ ) y un menor número de días no productivos ( $74,43 \pm 16,82$ ), en comparación con el grupo apareado por medio de MN (Cuadro 2).

No hubo un efecto del tipo de servicio sobre el tamaño de camada en función del intervalo destete-celo; sin embargo, se observó una tendencia decreciente en el caso del servicio por

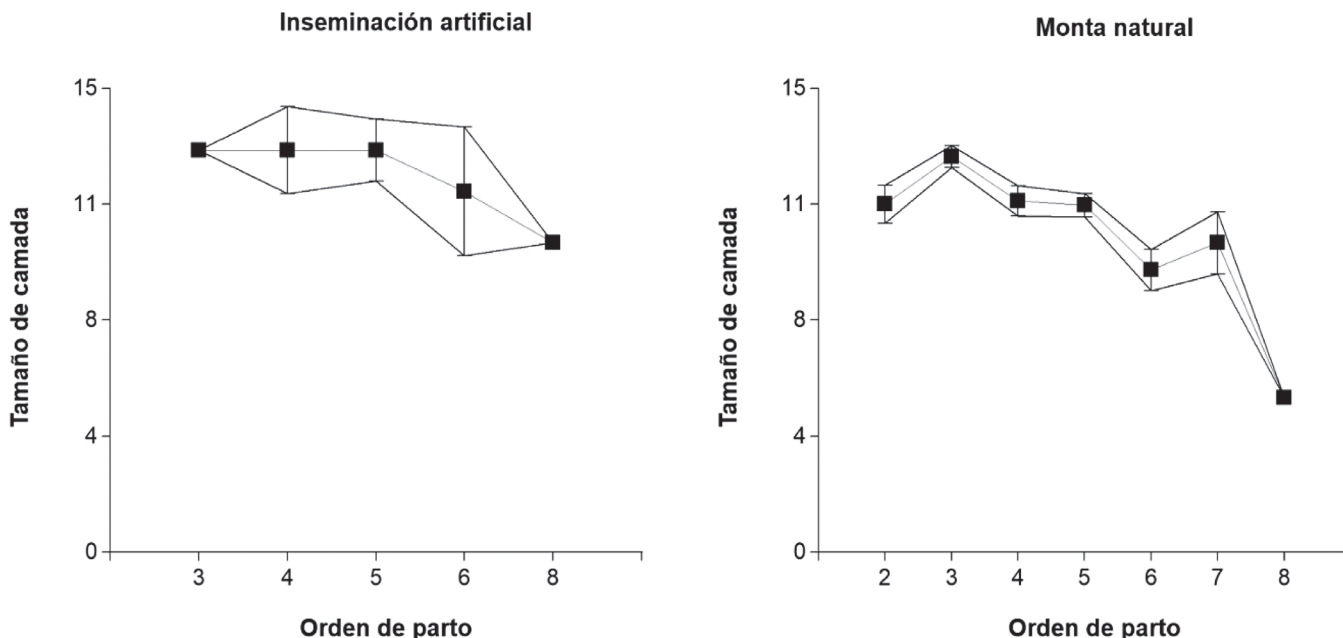
**Cuadro 1.** Parámetros reproductivos y productivos (media  $\pm$  error estándar) según método de inseminación en hembras porcinas, Alajuela, Costa Rica, 2011-2015.

**Table 1.** Reproductive and productive parameters (mean  $\pm$  standard error) by insemination method in sows, Alajuela, Costa Rica, 2011-2015.

	Monta natural	Inseminación artificial
<b>Ritmo reproductivo</b>		
Edad primer servicio (días)	234,70 $\pm$ 10,63	234,97 $\pm$ 10,72
Intervalo destete-celo (días)	8,46 $\pm$ 1,44	4,67 $\pm$ 3,65
<b>Productividad</b>		
Lechones nacidos totales (n)	12,51 $\pm$ 0,31	13,06 $\pm$ 0,60
Lechones nacidos vivos (n)	11,06 $\pm$ 0,23	11,27 $\pm$ 0,46
Lechones momificados (n)	0,30 $\pm$ 0,08	0,19 $\pm$ 0,15
Peso lechón al nacimiento (kg)	1,41 $\pm$ 0,03	1,33 $\pm$ 0,05
Peso camada al nacimiento (kg)	15,39 $\pm$ 0,36	14,74 $\pm$ 0,65
Lechones muertos pre-destete	0,38 $\pm$ 0,07	0,29 $\pm$ 0,16
Lechones destetados	10,68 $\pm$ 0,23	10,97 $\pm$ 0,47
Peso lechón destetado (kg)	7,48 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	6,87 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>
Peso camada al destete (kg)	78,87 $\pm$ 1,31	73,33 $\pm$ 2,82

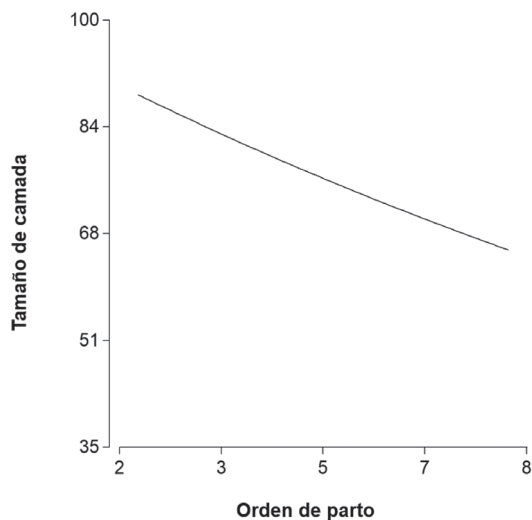
<sup>a,b</sup> Dentro de fila, valores con diferente superíndice presentan diferencias significativas  $p < 0,05$ .

<sup>a,b</sup> Within row, values with different superscripts indicate significant differences  $p < 0,05$ .



**Figura 1.** Curvas de prolificidad (media  $\pm$  error estándar) en función del orden de parto y el método de inseminación en hembras porcinas, Alajuela, Costa Rica, 2011-2015.

**Figure 1.** Prolificity curves (mean  $\pm$  standard error) according to the calving order and insemination method in sows, Alajuela, Costa Rica, 2011-2015.



**Figura 2.** Análisis de regresión del efecto del orden de parto sobre el peso de la camada al destete en hembras inseminadas mediante monta natural, Alajuela, Costa Rica, durante 2011-2015.  $\alpha = 98,30 \pm 5,48$ ;  $\beta = -0,05 \pm 0,01$ .  $p < 0,05$ .

**Figure 2.** Regression analysis of the effect of calving order on litter weight at weaning in sows inseminated by natural matings, Alajuela, Costa Rica, during 2011-2015.  $\alpha = 98.30 \pm 5.48$ ;  $\beta = -0.05 \pm 0.01$ .  $p < 0.05$ .

**Cuadro 2.** Parámetros anuales de producción (media  $\pm$  error estándar) en hembras porcinas inseminadas mediante monta natural e inseminación artificial, Alajuela, Costa Rica, 2011-2015.

**Table 2.** Annual production parameters (mean  $\pm$  standard error) in sows inseminated by natural matings and artificial insemination, Alajuela, Costa Rica, 2011-2015.

Variables	Monta natural	Inseminación artificial
Partos/cerda/año	1,40 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	1,93 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>
Días productivos/cerda/año	204,68 $\pm$ 9,83 <sup>a</sup>	290,57 $\pm$ 16,82 <sup>b</sup>
Días no productivos/cerda/año	160,32 $\pm$ 9,83 <sup>a</sup>	74,43 $\pm$ 16,82 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Dentro de fila, valores con diferente superíndice presentan diferencias significativas  $p < 0,05$

<sup>a,b</sup> Within row, values with different superscripts indicate significant differences  $p < 0.05$ .

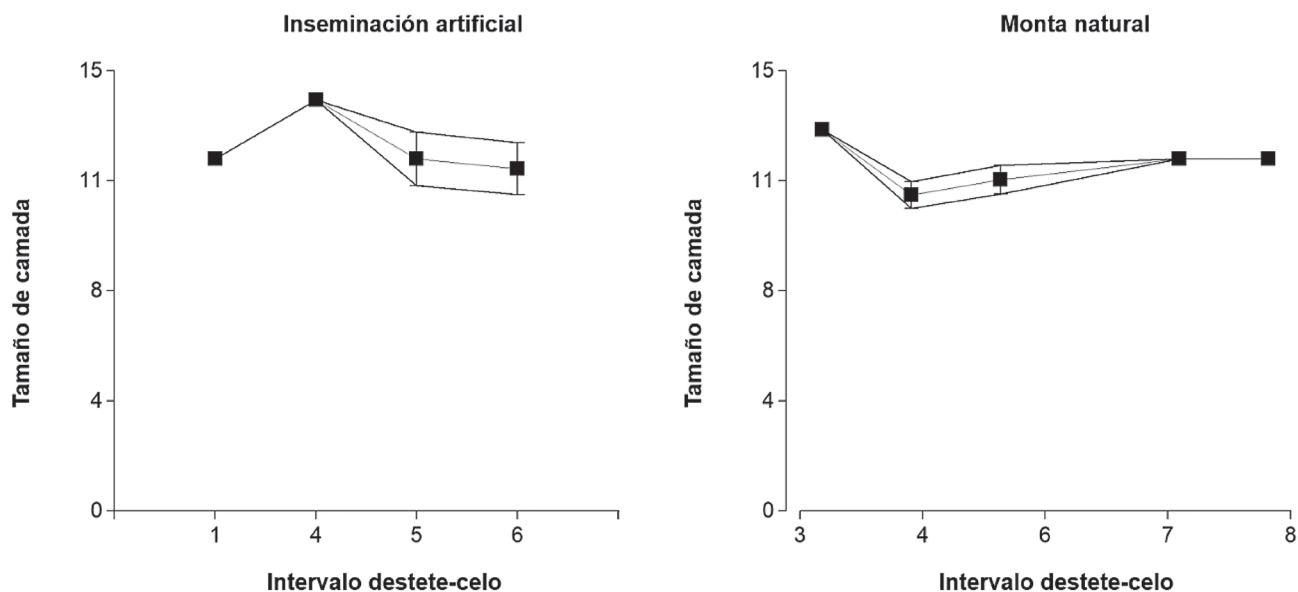


IA y creciente en el servicio de MN en el intervalo destete-celo de 4-6 días (Figura 3).

### Discusión

El número de lechones totales fue similar al descrito por Cuevas [12], pero superior al reportado por Sbardela *et al.* [9] donde las cerdas servidas por IA tuvieron partos con una media del número de lechones totales menor a 12,5; lo cual puede deberse a que en ese estudio se contempló únicamente cerdas primíparas, difiriendo del presente estudio que incluyó también hembras múltiparas. En otros trabajos se ha reportado un menor número total de lechones nacidos (9,20; 9,52) cuyos progenitores provenían de razas clásicas [10] o de progenitores en esquemas de cruzamiento con razas clásicas (9,45; 10,73) [11]. Los componentes genéticos paterno y materno tienen influencia sobre el tamaño de la camada [4]. En cuanto al número de lechones vivos por parto para MN e IA estos valores fueron superiores a lo reportado en razas clásicas [10], [11], o en cruzamiento con estas razas [12], [15], los cuales presentaron un máximo de lechones nacidos vivos de 9,96 animales. Resultados similares al del presente estudio

para esta variable fueron reportados en hembras de líneas comerciales, lo que podría explicar la similitud entre los datos con medias entre 11-12 lechones nacidos vivos [16]. Los lechones nacidos vivos presentaron un peso tanto para MN e IA superior al reportado por [10] (0,82 kg); en dicho estudio se emplearon hembras F1 difiriendo del presente ensayo donde se emplearon como madres hembras de línea comercial seleccionadas por habilidad materna. Este componente genético podría explicar las diferencias reportadas, siendo que el componente genético tiene influencia sobre el número de lechones nacidos vivos [4]. Los valores del peso total de la camada y peso del lechón fueron superiores a los descritos en otros trabajos [12], [15], ambos datos reportados en razas clásicas y sus cruzamientos. El peso de la camada encontrada en este estudio para MN e IA coincide con lo reportado por otros autores que reportaron un peso promedio de 15,96 kg para cerdas de línea genética comercial [17]. El alimento de la cerda es elaborado por fábricas comerciales de alimentos concentrados, en las cuales la formulación se hace con programas de mínimo costo; por lo cual, los alimentos comerciales suplen las cantidades mínimas de nutrientes que



**Figura 3.** Curvas de prolificidad (media  $\pm$  error estándar) en función del intervalo destete-celo y método de inseminación en hembras porcinas, Alajuela, Costa Rica, durante 2011-2015.

**Figure 3.** Prolificity curves (mean  $\pm$  standard error) according to the weaning-heat interval and insemination method in sows, Alajuela, Costa Rica, during 2011-2015.

cubren los requerimientos básicos del animal. Varios estudios han evaluado la suplementación con minerales orgánicos en la dieta de cerdas gestantes y lactantes sobre el rendimiento de los lechones y las características fisiológicas de las hembras; los minerales orgánicos más utilizados son el calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio, azufre, cobalto, cobre, yodo, hierro, entre otros y se suministran durante la gestación tardía. El número de lechones momificados tanto en MN e IA fue menor al descrito en otras investigaciones [9], [10]. Este hallazgo no se encuentra ligado a factores de cubrición de la hembra, por lo que probablemente las variables ambientales externas y uterinas pueden condicionar que se presenten estos casos.

Para las características al destete no hubo diferencias en el tipo de servicio para las variables número de lechones, mortalidad pre-destete, peso del lechón y el peso de la camada al destete. El número de lechones destetados en MN e IA fue superior a lo reportado para razas clásicas porcinas ( $8,85 \pm 1,94$ ) [11]. Respecto al peso del lechón al destete en MN e IA este fue inferior al reportado por Colson et al. [18] donde los lechones destetados con cuatro semanas presentaron un peso promedio individual de 9,41 kg, aunque en dicho estudio se uniformaron las camadas a ocho individuos, lo cual difiere del presente estudio donde las camadas superaron los diez lechones, lo que repercute en el peso alcanzado por los mismos. Por otro lado, la mortalidad pre-destete presentada del nacimiento al destete fue menor al 4%, lo que difiere de otras investigaciones que presentaron una mortalidad mayor del orden del 10% al 18%, lo cual se relaciona con las condiciones ambientales y sanitarias inherentes de cada granja [16], [19], [20]. Respecto al peso de los animales al destete para ambos tipos de servicio se presentaron valores superiores a los encontrados en otras investigaciones [15], [21], en donde la principal diferencia con la presente investigación fue el componente racial. Las variables reproductivas tuvieron un comportamiento similar a lo encontrado en investigaciones previas, donde la edad al primer servicio para el método de MN así como para el de IA coincide con el rango de 8 meses descrito previamente [14], [15], [19]. Así mismo, el intervalo de días entre el destete y el próximo celo se encontró dentro del rango señalado por [16].

El número de partos al año para ambos tipos de servicio fue sensiblemente inferior al reportado por otros autores [10], quienes refieren una media de 2,3 partos por año. Esta diferencia podría explicarse por la producción bajo demanda realizada en la porqueriza estudiada, lo cual influye en el momento en que la hembra es nuevamente servida y preñada, pudiéndose alargar este periodo según la demanda del mercado futuro, e influir así sobre este parámetro. Respecto a los días productivos y no productivos, los días productivos al año en que las hembras se encontraron gestantes o lactantes difieren entre los tipos de servicio. En otros trabajos se ha reportado un rango de 237 a 318 días productivos para animales en sistemas extensivos e intensivos en IA, lo que se encuentra por encima de lo reportado por Akos y Bilkei [22] para animales en MN y dentro del parámetro para animales inseminados artificialmente. Así mismo, para días no productivos, los datos encontrados en este estudio coinciden con los reportados por otros autores [22] para animales servidos mediante IA. No obstante, esta variable en animales servidos por MN supera lo reportado en la literatura [3], [22]. Para la granja, esta diferencia implica una disminución de sus ingresos debido a que aloja hembras que no se encuentran alimentando lechones, los cuales representan la fuente de ingresos de los sistemas de producción porcina. El sistema de MN depende directamente del operador, quien debe concertar todos los factores del macho y la hembra para proceder a un encuentro entre ambos y así realizar el apareamiento. En esta técnica, es fundamental la continua vigilancia y control del potencial reproductivo del macho [2]; además de la correcta detección del celo, siendo este último aspecto el de mayor importancia para la IA [13], en donde el operador debe obligatoriamente apoyarse en registros para verificar el momento de la cubrición, realizar una correcta evaluación del semen a utilizar y proceder a servir a la hembra en el momento indicado.

El factor que mayor influencia tiene en la producción total de lechones por cerda es la prolificidad, definida como los nacidos vivos por camada o tamaño de camada [23]. La prolificidad es un parámetro que caracteriza a la especie porcina como una de las más importantes proveedoras de proteína de alta calidad para consumo humano [24]. Varios de los factores que intervienen en la productividad numérica también están asociados

con la prolificidad; y en algunos casos, la influencia es de forma indirecta. El tamaño de camada al destete está correlacionado con el número de lechones nacidos vivos [25]. Otro aspecto que ha sido estudiado es la relación de la prolificidad con el orden de parto y, en diversos trabajos se ha planteado que existe una tendencia general a su aumento en los cinco primeros partos para luego disminuir [4], [6], [26]. Esto coincide con lo encontrado en el presente estudio donde se observó una disminución del tamaño de camada y de su peso al destete para ambos tipos de servicio, aunque más evidente en el caso de la MN a partir del tercer parto. La reducción más drástica se observó a partir del quinto parto, lo que coincide con lo reportado en trabajos previos. Edwards [27], realizó un estudio sobre el efecto del tamaño de la camada en el primer parto sobre la productividad media de la cerda por orden de parto; observó una disminución a partir del 7-8 parto. Esto coincide con lo encontrado en este trabajo en el caso de las hembras servidas por medio de MN donde, a partir del séptimo parto la reducción en el tamaño de camada se hace más evidente. El tamaño de camada mostró una tendencia a disminuir conforme se incrementaba el intervalo destete-celo en las hembras servidas por IA a partir del día 4. Sobre la influencia del intervalo destete-celo sobre la prolificidad, [28], [29], plantean que cuando el mismo se prolonga luego del destete de la primera camada, se observa una tasa de parición menor y un tamaño menor de la siguiente camada. Se ha encontrado que este varía de acuerdo con la granja, el mes del año y el número de parto [30]. Además, se ha descrito que en las cerdas destetadas después de dos semanas, el intervalo destete-celo se ve más afectado por la intensidad del amamantamiento de la camada, la nutrición, el número de parto y la estación del año [31].

## Conclusiones

Con base en el tamaño de la muestra evaluada, el tipo de servicio no tiene efecto en variables al nacimiento, destete y reproductivas. El manejo que se realiza alrededor de la cubrición repercute directamente en índices productivos anuales, presentando en el presente estudio un aumento en el número de partos al año, en días no productivos y consecuentemente una disminución en días productivos debido al manejo de la MN. El orden

de parto influye en el tamaño de camada y el peso de esta al destete. Se deben considerar las implicaciones económicas y genéticas a futuro que conlleva el tipo de servicio reproductivo.

## Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la Fundación para el Fomento y la Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI) y el Programa de Innovación y Transferencia de Tecnología (PITTA) cerdos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Los autores agradecen al Programa de Producción Agropecuaria (PPA) de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## Bibliografía

- [1] UFLA. Universidade Federal De Lavras, Minas Gerais, "Aspectos Reprodutivos E Estresse Na Espécie Suína.," p. 40, 2011.
- [2] D. Moreira, L. Solis, A. Alvarenga, "Manejo da Cobrição na Suinocultura," Lavras/MG, 2008.
- [3] F. P. Bortolozzo, I. Wentz, D. Dallanora, "Situação atual da inseminação artificial em suínos," *Acta Sci. Vet.*, vol. 33, no. 1, pp. 17–32, 2005.
- [4] P. Nocera, L. Fedalto, "A Influência De Fatores Ambientais E De Inseminação Artificial Sobreas Características Produtivas De Suínos," *Arch. Vet. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 159–172, 2002.
- [5] R. Quintanilla, D. Babot, "Gestión de la producción y de la empresa porcina: parámetros implicados en el rendimiento técnico de las explotaciones porcinas.," in *La gestión técnica de explotaciones porcinas en España.*, D. (Ed. . Babot, Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2008.
- [6] J. C. Ribeiro, L. E. Carvalho, K. C. Sousa, R. C. Nepomuceno, "Prolificade de fêmeas suínas na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil," *Arch. Zootec.*, vol. 57, no. 220, pp. 537–540, 2008.
- [7] F. Bortolozzo, I. Wentz, *Inseminação Artificial Na Suinocultura Tecnificada*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Schering- Plough., 2005.
- [8] R. V. Knox, "Artificial insemination in pigs today," *Theriogenology*, vol. 85, no. 1, pp. 83–93, Jan. 2016.
- [9] P. Sbardella *et al.*, "The Post-Cervical Insemination does not Impair the Reproductive Performance of Primiparous Sows," *Reprod. Domest. Anim.*, vol. 49, no. 1, pp. 59–64, Feb. 2014.
- [10] A. Llambiri, L. Papa, "Reproduction and production performances in Large White sows and in Landras\*Large White crossbred sows," *Sci. Pap. Ser. D, Anim. Sci.*, vol. LIX, pp. 38–41, 2016.



- [11] H.-J. Kim, "Genetic Parameters for Productive and Reproductive Traits of Sows in Multiplier Farms," Georg-August-University of Göttingen, 2001.
- [12] P. Cuevas, C. Pedroza, C. Jiménez, "Evaluación de la técnica de inseminación artificial postcervical y su relación con los parámetros reproductivos," *Rev. la Fac. Med. Vet. y Zootec.*, vol. 52, no. 2, pp. 144–155, Jul. 2005.
- [13] J. Vazquez, E. Martinez, J. Roca, C. Matas, O. Blanco, "The Fertilizing Ability Assessment of Fresh and Stored Boar Semen," *Reprod. Domest. Anim.*, vol. 33, no. 3–4, pp. 267–270, Jun. 1998.
- [14] F. Bortolozzo, M. Menegat, A. Mellagi, M. Bernardi, I. Wentz, "New Artificial Insemination Technologies for Swine," *Reprod. Domest. Anim.*, vol. 50, pp. 80–84, Jul. 2015.
- [15] M. I. Hossain, M. M. Momin, K. M. F. Islam, M. N. Quader, G. Miah, "Reproductive performance comparison between local and crossbred sows reared under backyard and farming condition in Rangamati district of Bangladesh," *Korean J. Embryo Transf.*, vol. 31, no. 3, pp. 249–254, Sep. 2016.
- [16] L. Houška, M. Wolfová, J. Fiedler, "Economic weights for production and reproduction traits of pigs in the Czech Republic," *Livest. Prod. Sci.*, vol. 85, no. 2–3, pp. 209–221, Feb. 2004.
- [17] A. C. M. Martínez, J. Chamorro, S. J. C. Cardona, J. N. R. Estevez, "Efecto de suplementación mineral en el desempeño productivo de cerdas gestantes y su camada," *J. Agric. Anim. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–33, Aug. 2016.
- [18] V. Colson, P. Orgeur, A. Foury, P. Mormède, "Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses," *Appl. Anim. Behav. Sci.*, vol. 98, no. 1–2, pp. 70–88, Jun. 2006.
- [19] S. Riedel, A. Schiborra, C. Hülsebusch, E. Schlecht, "The productivity of traditional smallholder pig production and possible improvement strategies in Xishuangbanna, South Western China," *Livest. Sci.*, vol. 160, pp. 151–162, Feb. 2014.
- [20] P. Nevrlka, E. Václavková, Z. Hadaš, P. Horký, "Effect of Farm on Productive and Reproductive Performance in Sows of Prestice Black-pied Pig," *Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun.*, vol. 64, no. 4, pp. 1233–1237, Aug. 2016.
- [21] A. G. Kongsted J. E. Hermansen, "Sow body condition at weaning and reproduction performance in organic piglet production," *Acta Agric. Scand. Sect. A - Anim. Sci.*, vol. 59, no. 2, pp. 93–103, Jun. 2009.
- [22] K. Akos, G. Bilkei, "Comparison of the reproductive performance of sows kept outdoors in Croatia with that of sows kept indoors," *Livest. Prod. Sci.*, vol. 85, no. 2–3, pp. 293–298, Feb. 2004.
- [23] E. Marco, M. Collell, "Análisis y diagnóstico de problemas reproductivos," in *Master Sanidad y Producción Porcina*, 2009.
- [24] R. Ortega, F. J. Diéguez, "Valores genéticos y prolificidad en cerdos Yorkshire en México," *Rev. Comput. Prod. Porc.*, vol. 13, no. 1, 2006.
- [25] D. Dial, W. Marsh, D. Polson, "Reproductive failure: differential diagnosis. Diseases of Swine.," Iowa, USA., 1992.
- [26] R. Irgang, J. A. Fávero, B. W. Kennedy, "Genetic parameters for litter size of different parities in Duroc, Landrace, and large white sows.," *J. Anim. Sci.*, vol. 72, no. 9, pp. 2237–46, Sep. 1994.
- [27] S. Edwards, "Management of Gilts, primiparous sows, multiparous sows and boars.," *XVIII Simposium Anaporc. Posted in magazine: Anaporc (181)*, pp. 5–22, 1997.
- [28] P. C. Vesseur, B. Kemp, L. A. Hartog, "Factors affecting the weaning-to-estrus interval in the sow," *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*, vol. 72, no. 1–5, pp. 225–233, Sep. 1994.
- [29] A. Aumaitre, "Sistema de manejo de alta productividad para cerdas en Europa," *Anaporc*, 203, pp. 55–86, 2000.
- [30] J. . Xue, G. . Dial, W. . Marsh, P. . Davies, H. . Momont, "Influence of lactation length on sow productivity," *Livest. Prod. Sci.*, vol. 34, no. 3–4, pp. 253–265, Apr. 1993.
- [31] Y. Koketsu, G. D. Dial, "Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms.," *Theriogenology*, vol. 47, no. 7, pp. 1445–61, May 1997.

De acuerdo con la norma IEEE, este documento debe citarse:

M. Madrigal-Valverde, B. Aguilera, A. Valverde, "Efecto del método de cubrición sobre parámetros productivos y reproductivos en porcino", *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 1 no. 1, pp. 53-61, 2018, DOI: 10.18860/rath.v1i1.3929.