

La administración a cerdas de cloprostenol 24 horas después del parto reduce el intervalo destete-cubrición y mejora la tasa de partos en el ciclo siguiente

Sara Crespo^{1,2,3,*} y Joaquín Gadea^{1,3}

¹ Dept. Fisiología. Universidad de Murcia. 30100 Murcia, España

² Dept. Técnico. Cefu S.A. Paraje de la Costera, s/n, 30840 Alhama de Murcia, Murcia. España

³ Instituto Murciano de Investigaciones Biomédicas Arrixaca (IMIB). 30100 Murcia, España

Resumen

En este estudio se seleccionaron un total de 448 cerdas productivas de diferente paridad (rango de partos del 1 al 7), asignando de forma aleatoria 215 cerdas al grupo control y 233 cerdas al grupo Cloprostenol. A éstas últimas se les inyectaron 2 ml de cloprostenol sódico (87 µg) 24 h postparto. Se registraron los datos productivos individualizados de las cerdas de cada uno de los grupos. El intervalo destete hasta la cubrición fue de $6,20 \pm 0,22$ días para el grupo Control y $5,72 \pm 0,23$ días para el grupo Cloprostenol ($P < 0,01$). En el ciclo siguiente el porcentaje de cerdas cubiertas antes de 6 días fue superior para el grupo Cloprostenol frente al control (73,39 % vs. 62,33 %; $P = 0,01$) y aumentó la tasa de partos en el grupo Cloprostenol (93,99 % vs. 86,51 %; $P < 0,01$), pero no se encontraron diferencias para el tamaño de camada ($13,54 \pm 0,15$ lechones vs. $13,53 \pm 0,15$ lechones; $P = 0,50$). La concentración de progesterona se redujo desde la hora 0 a las 72 h en el grupo Cloprostenol ($0,47 \pm 0,14$ ng/mL vs. $0,35 \pm 0,13$ ng/mL; $P < 0,05$), mientras que la reducción no fue significativa en el grupo control. Los resultados del presente estudio sirven para el control de los parámetros reproductivos mediante la disminución de los días no productivos postparto y el aumento de la fertilidad en el ciclo subsiguiente.

Palabras clave: Fertilidad, producción porcina, prostaglandinas, control reproductivo.

Administration of cloprostenol to sows 24 hours after farrowing improves the subsequent weaning to service interval and farrowing rate

Abstract

In this study, a total of 448 productive sows of different parity (ranging from 1 to 7), including 215 sows of the Control group and 233 sows of the PGF 2α group were used. An intramuscular injection of 2 ml of sodium cloprostenol (87 µg) was given 24 h postpartum to the sows of the Cloprostenol group. The individualized productive data of the sows of each group were recorded. Blood progesterone levels decreased from 0 to 72 h post-partum in the Cloprostenol group ($P < 0.05$), but not in the Control group. Weaning to service interval was reduced in the Cloprostenol group (5.72 ± 0.23 days vs. 6.20 ± 0.22 days; $P < 0.01$). The percentage of sows inseminated before 6 days after farrowing was higher (73.39 % vs.

* Autor para correspondencia: sara.crespo@cefusa.com

62.33 %; $P = 0.01$) in the Cloprostenol group, and there was a tendency for an increase in pregnancy rate (ultrasonography evaluation at 28-30 days post insemination) in the same group (95.28 % vs. 90.70 %; $P = 0.06$). The farrowing rate was significantly increased in the PGF 2α group (93.99 % vs. 86.51 %; $P < 0.01$), although no differences were found for litter size. The application of cloprostenol after farrowing improved fertility rates and reduced non-productive days.

Keywords: Fertility, pig production, prostaglandins, reproductive control.

Introducción

Uno de los principales retos de la industria porcina es mantener el alto nivel de productividad de las explotaciones. Por ello, los parámetros de rendimiento reproductivo son un objetivo de seguimiento y de mejora. Sin embargo, debemos de tener en cuenta que el factor reproductivo a su vez está influenciado por gran variedad de factores como la nutrición, el manejo, el estrés medio ambiental y la selección genética. Actualmente en las granjas de alta productividad la tasa de eliminación de cerdas por problemas reproductivos es de aproximadamente el 16 % (Tumaruk *et al.*, 2009).

Para mejorar el rendimiento reproductivo de la cerda es clave establecer un estricto control sobre el intervalo destete-celo (IDC) que permita mantener elevado el índice de partos por cerda y año, y que posibilite la inseminación del número semanal necesario de cerdas destetadas (Leman, 1992). Mantener el número de cubriciones constante en una explotación es necesario para la consecución de un número constante de partos por cerda/ año y de lechones destetados por cerda/año. Por otra parte, la organización y distribución de los partos y su adecuación con las plazas de parideras disponibles en la explotación debe optimizarse, para evitar sobrecostes económicos para la empresa (Rodríguez-Estévez, 2010).

Este parámetro de IDC, está directamente influenciado por la presencia de anestros postdestete, los cuales son considerados uno de los problemas reproductivos que más afectan

económicamente a una explotación, dando lugar a un aumento en los días no productivos (DNP) (Rodríguez-Estévez, 2010). Cuanto menor es la duración del intervalo entre partos, mayor será el número de partos por cerda/año. Por lo que un día no productivo implica la reducción de un 0,007 en el número de camadas por cerda y año (Rodríguez-Estévez, 2010). Un aumento de dicho intervalo no sólo conlleva una mayor acumulación de días no productivos, sino también una asincronía en el momento de la ovulación que, en ausencia de un protocolo de inducción y sincronización del celo y de la ovulación, puede suponer en un descenso de la fertilidad en la cerda (Cassar *et al.*, 2008).

Tras el parto de la cerda, debe producirse la regeneración endometrial e involución uterina en aproximadamente tres semanas para que se inicie un nuevo ciclo estral con elevada capacidad fértil (Björkman *et al.*, 2018; Palmer *et al.*, 1965). En algunos animales se producen retrasos en la involución uterina debidas a infecciones uterinas, acompañados de infecciones mamarias, que provocan una disminución en la fertilidad y prolificidad del siguiente ciclo con graves consecuencias en los rendimientos productivos y económicos (Waller *et al.*, 2002; Glock y Bilkei, 2005). Estas infecciones uterinas son más frecuentes en animales longevos, con un número elevado de partos (Sanders y Bilkei, 2004; Glock y Bilkei, 2005). Por otra parte, la existencia de cuerpos lúteos persistentes ha sido detectada casi en el 8 % de las cerdas postparto (Elbers *et al.*, 1994), lo que implica que estos animales presenten elevadas concentraciones

nes de progesterona y un consiguiente retraso en la involución uterina (Dial *et al.*, 1984; Lopez *et al.*, 2009).

La aplicación de prostaglandinas y sus análogos tras el parto puede facilitar las contracciones uterinas y la eliminación de los loquios postparto, estimulando la involución uterina y reduciendo la incidencia de endometritis (Koketsu y Dial, 2002). Además, con esta aplicación se pretende ejercer un efecto luteolítico que permita reducir los niveles de progesterona hasta valores basales para reiniciar la ciclicidad ovárica. Por tanto, uno de los usos más comunes de la inyección postparto de prostaglandinas es como tratamiento para el síndrome de disgalaxia porcina, pudiéndose explicar este síndrome por una incompleta luteolisis que dará como resultado elevadas concentraciones de progesterona en sangre pudiendo inhibir al mismo tiempo la producción de leche (Kirkwood, 1999).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inyección de cloprostenol sódico, un análogo sintético de la prostaglandina F_{2α}, 24 h postparto sobre los diferentes parámetros reproductivos del ciclo siguiente como el intervalo destete cubrición, tasa de gestación, tasas de abortos y de partos, así como el tamaño de camada (número de lechones nacidos totales, nacidos vivos y nacidos muertos). Como los procesos de regeneración endometrial e involución uterina, y los resultados de la aplicación de prostaglandinas pueden estar afectados por la duración de la lactación y la paridad de las cerdas (Morrow *et al.*, 1996; Koketsu y Dial, 2002), se ha tomado especial cuidado en comprobar que los grupos experimentales con un número elevado de animales son similares en estos parámetros, con valores medios de lactación de 27 días y una distribución de frecuencias de paridad equivalente para ambos grupos.

Material y métodos

Animales

El presente estudio fue realizado en una granja porcina situada en el sureste de España y que albergaba madres híbridas Landrace-Large x White y machos finalizadores de raza Duroc. En esta explotación con un censo de 680 cerdas reproductoras, se seleccionaron un total de 448 cerdas productivas de paridad 1-7, identificadas de manera individual mediante un crotal numerado y fueron asignadas al azar en el grupo tratado (233 cerdas grupo Cloprostenol) o Control (215 cerdas).

A las cerdas del grupo Cloprostenol se les aplicó una inyección intramuscular de 2 ml de cloprostenol sódico (87 µg/ml; 175 µg/animal) (Planate®, MSD Animal Health, Salamanca, España) 24 h postparto, mientras que las cerdas del grupo Control no recibieron tratamiento alguno.

Para confirmar la homogeneidad en ambos grupos se recogió la información del ciclo (paridad) y tamaño de camada del parto previo (lechones nacidos vivos, muertos y totales) y se realizó el seguimiento individualizado de los días de lactación tras el tratamiento.

El manejo de la explotación fue el propio de la cerda no hiperprolífica con un 8 % de cerdas nodrizas en la paridera. La alimentación durante todo el ciclo de la cerda fue en forma de harina con un pienso específico para madres lactantes y un solo pienso para las cerdas gestantes. El manejo de la paridera se realizó en un solo destete semanal, con una edad mínima de los lechones destetados de 21 días, con una media de 27 días y un peso superior a los 6 kg al destete correspondientes a una granja comercial.

Parámetros reproductivos

Tras el destete se registraron los datos siguientes: el intervalo destete/cubrición (días), la tasa de gestación (%) y duración de ésta (días), la tasa de abortos (%), la tasa de partos (%) y el tamaño de camada en el ciclo siguiente, registrando el número total de lechones nacidos vivos (LNV), muertos (LNM) y totales (LNT).

La tasa de gestación se determinó como el número de cerdas con diagnóstico ultrasonográfico de gestación positivo sobre el número de inseminadas, realizado entre los días 28 y 30 postinseminación.

Evaluación del nivel de progesterona en sangre

En un total de 23 animales elegidos al azar se realizó la toma de muestras de sangre en el día del parto y 72 h después para la medición de los valores de progesterona (P4). La medición de P4 se realizó por técnicas de quimioluminiscencia (CONVET. Laboratorio Análisis Veterinarios, Lleida, España), donde el valor de detección mínima fue 0,020 ng/mL. En 5 muestras los valores fueron <0,02 ng/mL por lo que se les asignó de forma arbitraria un valor de 0,01 ng/mL.

En dos muestras se realizaron mediciones duplicadas para conocer el error de la medición del sistema, con valores de 0,69-0,74 ng/mL y 0,51-0,50 ng/mL, dando lugar a un coeficiente de variación de 0,03.

Análisis estadístico

Los datos se muestran como media \pm error estándar de la media (sem). Se evaluó la normalidad de las variables comprobando que únicamente el parámetro concentración de progesterona cumplía los requerimientos de normalidad (Test de Shapiro Wilk; $P > 0,05$).

Para la evaluación de este parámetro de progesterona se aplicó una prueba de ANOVA, mientras que el resto de los parámetros que no seguían una distribución normal fueron analizados con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para comparar los valores de los grupos Cloprostenol y Control, fijando se en 0,05 el valor de significación estadística.

Resultados

Primeramente, se confirmó la homogeneidad de los parámetros reproductivos de los animales asignados al azar a los grupos Cloprostenol y Control, ya que presentaban valores similares tanto en paridad como en el tamaño de camada en el parto antes de la inyección de cloprostenol, así como en la posterior de la duración de la lactación (Tabla 1; $P > 0,05$). El test de Kruskal-Wallis con valores de probabilidad superiores a 0,05 indica que la distribución de frecuencias en ambos grupos estudiados fue similar o equivalente.

No fue posible realizar una asignación de forma estratificada según paridad por las limitaciones técnicas de realizar estudios bajo condiciones comerciales. Al analizar la distribución de frecuencias del ciclo/paridad, así como los parámetros de asimetría y curtosis que definen las mismas, se observa que son muy similares. Esa similitud se confirma al aplicar diversas pruebas no paramétricas, como el mencionado Kruskal-Wallis, U de Mann-Whitney y Kolmogorov-Smirnov. Según estas pruebas estadísticas la distribución de frecuencias de paridad no es diferente significativamente.

Al medir los niveles de progesterona en sangre a las 0 h y 72 h tras el primer parto, se obtuvieron valores en el rango entre 0,10 ng/mL y 0,72 ng/mL, con valores medios de $0,41 \pm 0,02$ ng/mL a las 0 h, sin diferencias entre los grupos Cloprostenol y Control ($P > 0,05$; Tabla 2, Figura 2). A las 72 h se obtuvieron valores medios de

Tabla 1. Parámetros reproductivos de los animales objeto de estudio (media \pm sem) agrupados en grupo Cloprostenol y Control. Paridad, tamaño de camada del ciclo antes del tratamiento y duración de la lactación tras el tratamiento. Se aplicó un test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comprobar las posibles diferencias en la distribución de frecuencias, con un nivel de significación estadística $P = 0,05$.
Table 1. Reproductive parameters of the animals (mean \pm sem) grouped in Cloprostenol and Control groups. Parity, cycle litter size before treatment and lactation duration after treatment. A non-parametric Kruskal-Wallis test was applied to check the possible differences in the frequency distribution, with a level of statistical significance $P = 0.05$.

Variable	Control (n = 215)	Cloprostenol (n = 233)	P Kruskal-Wallis
Paridad	3,50 \pm 0,11	3,36 \pm 0,12	0,47
LNV	12,64 \pm 0,09	12,60 \pm 0,09	0,66
LNM	0,92 \pm 0,06	1,03 \pm 0,07	0,74
LNT	13,56 \pm 0,12	13,63 \pm 0,12	0,50
Días lactación	27,19 \pm 0,23	26,96 \pm 0,30	0,43

LNV: Lechones nacidos vivos. LNM: Lechones nacidos muertos LNT: Lechones nacidos totales.

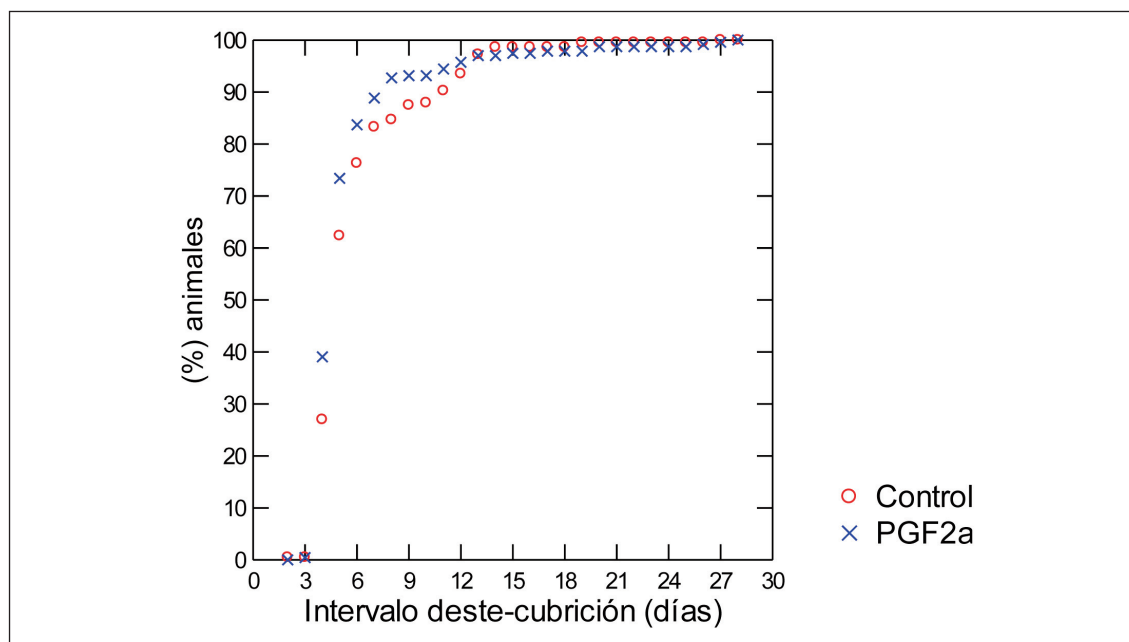


Figura 1. Frecuencias acumuladas de animales que salen en celo, tras sucesivos días de intervalo deste-cubrición en los animales a los que se le inyectó 24 h tras el parto un análogo de prostaglandinas, Cloprostenol (PGF2) o no (Control). La distribución de frecuencias fue significativamente diferente entre grupos (Chi cuadrado $P = 0,03$).

Figure 1. Cumulative frequencies of animals in heat, after successive days of weaning-mating interval in animals that were injected 24 h after parturition with a prostaglandin analog, Cloprostenol (PGF2) or not (Control). The frequency distribution was significantly different between groups (Chi square $P = 0.03$).

Tabla 2. Valores de progesterona en muestras séricas medidas a las 0 h y 72 h tras el parto en animales a los que se le inyectó 24 h tras el parto un análogo de prostaglandinas Cloprostenol o no (Control). Se muestra la media \pm sem (ng/mL).

Table 2. Progesterone (P4) values (ng / mL) in serum samples measured at 0 h and 72 h after parturition in animals that were injected 24 h after parturition with a prostaglandin analog Cloprostenol or not (Control). The mean \pm sem is shown.

	Control (n = 11)	Cloprostenol (n = 12)
Paridad	3,08 \pm 0,40	3,00 \pm 0,47
P4 a 0 h	0,44 \pm 0,16	0,47 \pm 0,14*
P4 a 72 h	0,38 \pm 0,20	0,35 \pm 0,13*
Reducción de P4 a las 72 h (%)	8,89 \pm 12,04	26,83 \pm 6,53

* Diferencia entre el valor de P4 a las 0 h y 72 h. $P = 0,04$.

0,36 \pm 0,03 ng/mL que tendían a ser menores a los obtenidos a las 0 h ($P = 0,06$; Tabla 2). Esta disminución a las 72 h con respecto a la de 0 h fue significativa para el grupo de animales inyectados con Cloprostenol ($P = 0,04$; Tabla 2), mientras que no lo fue para el grupo control ($P > 0,05$). La paridad de los animales donde se pudo analizar la progesterona fue equivalente (Control: 3,08 \pm 0,40 y Cloprostenol: 3,00 \pm 0,47; test de Kruskal Willis $P = 0,85$; Tabla 2, Figura 2) y no se encontró correlación entre la paridad y los valores de progesterona medidos a las 0 h y 72 h tras el tratamiento ($P > 0,05$).

Al analizar el número de días desde destete hasta la cubrición observamos una reducción significativa desde los 6,20 \pm 0,22 días para control hasta los 5,72 \pm 0,23 días para el grupo Cloprostenol (Tabla 3; $P < 0,01$). Al observar con más detalle la distribución de los días destete cubrición conjuntamente para ambos grupos se observa como el día de cubrición está adelantado en el grupo Clo-

prostenol (Figura 1; Prueba de Chi cuadrado $P = 0,03$) y se confirma al observar que el porcentaje de cerdas cubiertas en ≤ 6 días es superior en el grupo Cloprostenol (73,39 % vs. 62,33 %; $P = 0,01$; Tabla 3).

Por otra parte, se observó una tendencia a que la tasa de gestación fuera superior en el grupo Cloprostenol (Tabla 3; 90,7 % vs. 95,28 %; $P = 0,06$), y una menor tasa de abortos (Tabla 3; 4,61 % vs. 1,36 %; $P = 0,04$), mientras que la tasa de partos fue superior en el grupo Cloprostenol (86,51 % vs. 93,99 %; $P < 0,01$; Tabla 3). Por el contrario, no se detectaron diferencias entre los dos grupos en el número de lechones vivos, muertos y totales ($P > 0,05$; Tabla 3 y Figura 3).

Este aumento en la tasa de parto fue especialmente marcado en las cerdas de mayor número de partos, de manera que, para cerdas con 6 y 7 partos, la tasa de partos aumentó del 69,57 % del grupo control al 96 % del grupo PGF2 α ($P < 0,01$; Figura 3).

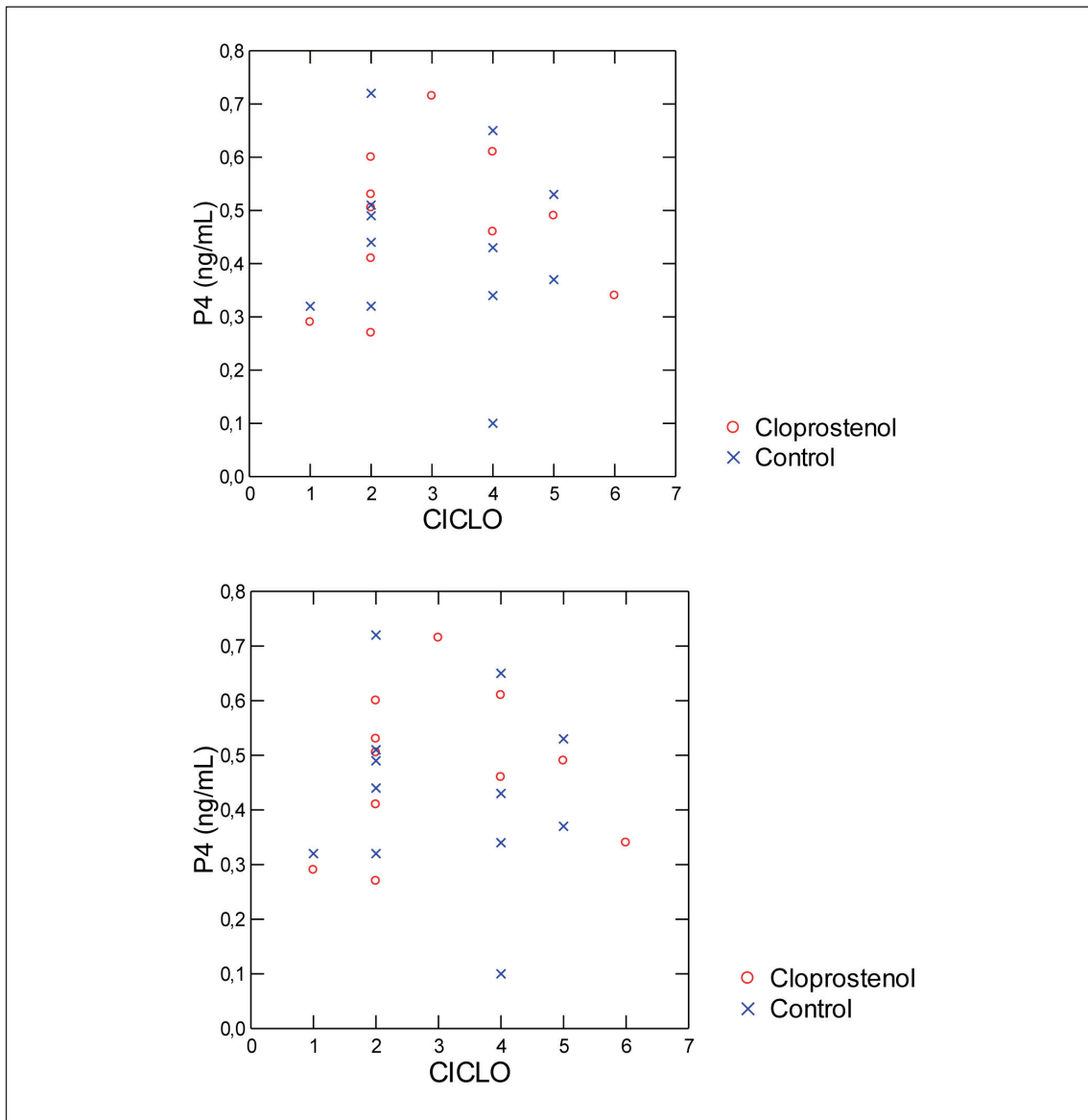


Figura 2. Valores de progesterona (P4; ng/mL) en sangre de los animales en el día 0 del tratamiento. Valores individuales y medias de valores en los grupos Control y Cloprostenol agrupados por paridad. *Figure 2. Progesterone values (P4, ng / mL) in the blood of the animals on day 0 of treatment. Individual values and mean values in the Control and Cloprostenol groups grouped by parity.*

Tabla 3. Parámetros reproductivos en el ciclo siguiente al tratamiento de los animales a los que se le inyectó 24 h tras el parto un análogo de prostaglandinas (Cloprostenol) o no (Control). Se muestra la media \pm sem. *Table 3. Reproductive parameters in the cycle following the treatment of animals that were injected 24 hours after parturition with a prostaglandin analog (Cloprostenol) or not (Control). The mean \pm sem is shown.*

Variable	Control (n = 215)	Cloprostenol (n = 233)	P Kruskal-Wallis
Días destete-cubrición	6,20 \pm 0,22	5,72 \pm 0,23	<0,01
% cerdas cubiertas <6 días	62,33	73,39	0,01
Tasa gestación (%)	90,70 (195/215)	95,28 (220/233)	0,06
Tasa abortos (%) sobre inseminadas	4,18 (9/215)	1,29 (3/233)	0,06
Tasa abortos (%) sobre gestantes	4,61 (9/195)	1,36 (3/220)	0,04
Días gestación	115,33 \pm 0,14	115,66 \pm 0,12	0,07
Tasa de partos (%)	86,51	93,99	0,01
LNV	12,21 \pm 0,11	12,29 \pm 0,12	0,67
LNM	1,32 \pm 0,10	1,26 \pm 0,09	0,74
LNT	13,53 \pm 0,15	13,54 \pm 0,15	0,50

LNV: Lechones nacidos vivos. LNM: Lechones nacidos muertos LNT: Lechones nacidos totales.

Discusión

La aplicación de prostaglandinas es una práctica ampliamente utilizada en el sector porcino con diversas aplicaciones y finalidades (De Rensis *et al.*, 2012). Actualmente se utilizan principalmente dos tipos de compuestos, por una parte, Dinoprost-trometamina (equivalente a la PGF₂ α natural) y por otra, el análogo sintético cloprostenol sódico, aunque se han utilizado otros compuestos como Luprostriol y Alfaprostol. El Cloprostenol presenta una mayor afinidad que el Dinoprost por los receptores de PGF₂ α y una mayor vida media en la circulación sanguínea, del orden de 3 h frente a unos pocos minutos de este último (Revisado por De Rensis *et al.*, 2012).

Así pues, la efectividad del análogo sintético es superior al compuesto natural.

Una de las aplicaciones de las prostaglandinas y sus análogos está destinada a disminuir el intervalo destete cubrición y acelerar la aparición de un nuevo ciclo estral (Morrow *et al.*, 1996; Kirkwood, 1999; Koketsu y Dial, 2002; Vanderhaeghe *et al.*, 2008; Lopez *et al.*, 2009; Roongsitthichai *et al.*, 2015). Sin embargo, el efecto de su aplicación sobre la tasa de partos y el tamaño de camada ofrece resultados contradictorios, con estudios que detectan mejoras en el tamaño de camada (Vanderhaeghe *et al.*, 2008) y otros que no encuentran diferencias frente a los grupos control (Morrow *et al.*, 1996; Kirkwood, 1999). En nuestro estudio, la aplicación de prostaglan-

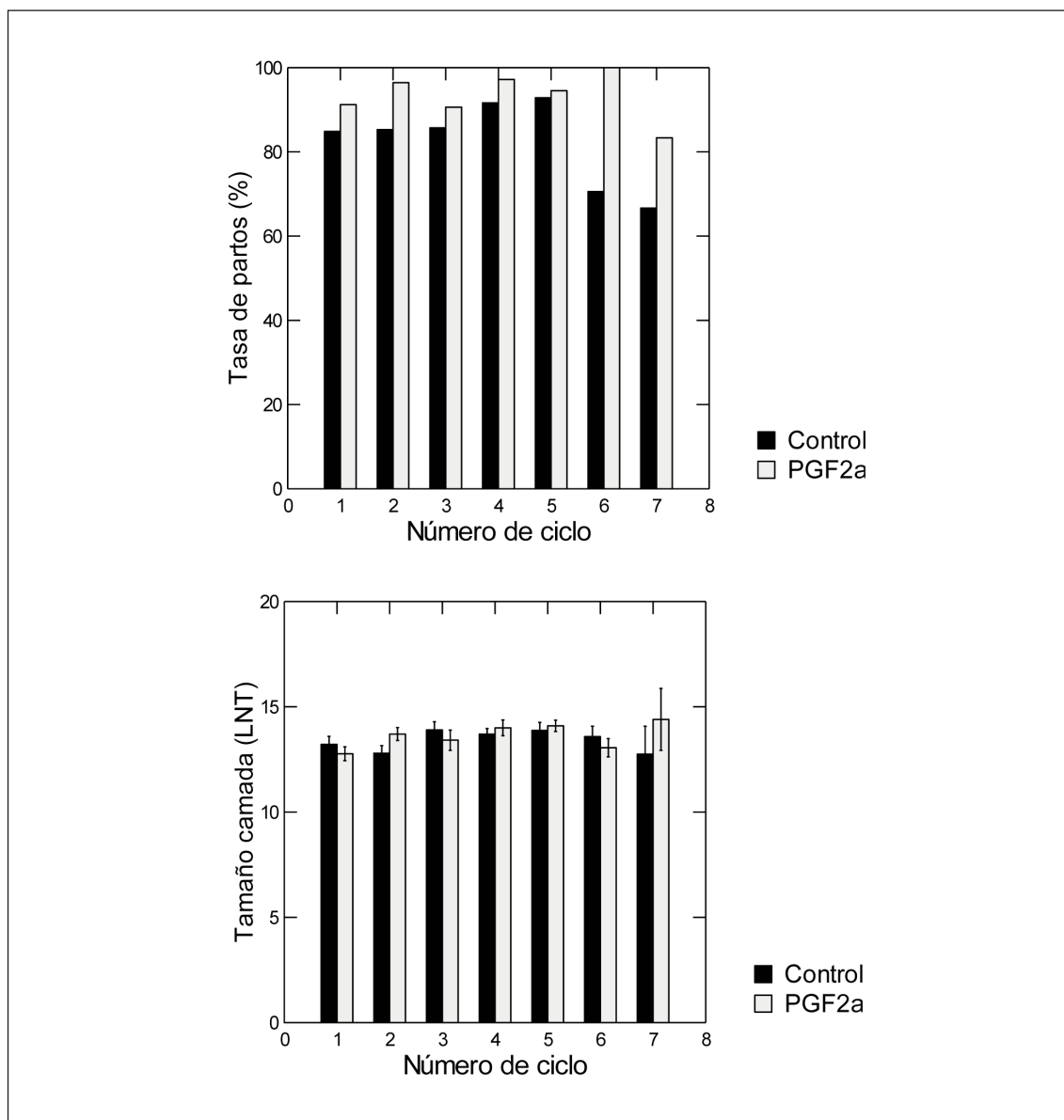


Figura 3. Tasa de partos y tamaño de camada (lechones nacidos totales; LNT) en el ciclo siguiente al tratamiento en los animales a los que se le inyectó 24 h tras el parto un análogo de prostaglandinas Cloprostenol (PGF2) o no (Control).

Figure 3. Parturition rate and litter size (total born piglets; LNT) in the cycle following treatment in animals that were injected 24 h after parturition with a prostaglandin analog Cloprostenol (PGF2) or not (Control).

dinas tras el parto en una explotación sin problemas reproductivos tuvo un efecto positivo sobre diversos parámetros en el ciclo productivo subsiguiente como reducir el intervalo destete cubrición, la reducción de la tasa de abortos y el incremento en la tasa de partos. Aunque no se vio afectado el tamaño de camada.

Por una parte, la acción luteolítica de las prostaglandinas podría haber favorecido el descenso de los niveles de progesterona en sangre en los primeros días del postparto. En nuestro estudio, con un número limitado de muestras ($n = 23$), se detectaron niveles de progesterona en el primer día post parto inferiores a 0,75 ng/mL en todas las muestras. Estos valores son inferiores al nivel de referencia 1 ng/mL e indican que no se presentaron problemas de cuerpos lúteos persistentes, o casos de liberación excesiva de progesterona por parte de la placenta o procedente de la grasa corporal que se moviliza en las primeras fases de la lactación (de Pasillé *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 2004). Aun así, la administración de prostaglandinas supuso un descenso significativo de los niveles de progesterona entre el día del parto y 72 h después, mientras que ese descenso no fue significativo para el grupo control, lo que pone de manifiesto la efectividad del tratamiento, aunque quizá por las limitaciones del tamaño muestral no se encontraron diferencias al comparar los valores de progesterona entre los grupos. Estos resultados están en coherencia con los descritos previamente en estudios en los que se inyectaron prostaglandinas en las primeras horas del postparto en condiciones similares (Tarrier *et al.*, 1989; Vanderhaeghe *et al.*, 2008).

Es igualmente probable que la administración de PGF 2α acelere la involución uterina postparto y la eliminación de loquios y células dendríticas inmunitarias. En este sentido, las prostaglandinas inducen un aumento de la frecuencia y la amplitud de las contracciones

uterinas en cerdas durante el estro (Langendijk *et al.*, 2002) y estos compuestos podrían tener una actividad similar tras el parto. Diversos estudios muestran que los niveles elevados de progesterona tienen un efecto supresor de los mecanismos de inmunidad innata, lo que hace al útero más susceptible a la infección y endometritis (revisado por Lewis, 2004). La aplicación de PGF 2α postparto puede reducir los casos de metritis e inflamaciones mamarias, como se puso de manifiesto al calcular el porcentaje de cerdas que requieren el uso de antibióticos (Izeta-Mayorga *et al.*, 1998). Por el contrario, se ha descrito que la inyección de prostaglandinas tras el parto puede tener como efecto secundario molestias abdominales en una proporción variable de los animales tratados, y que en todo caso son transitorias debido a la reducida vida media de estos compuestos (Widowski y Curtis, 1989).

Los efectos de la administración de la prostaglandina durante las primeras horas postparto se pueden comprobar de forma diferida aproximadamente un mes después cuando se valora el intervalo destete celo. En el presente estudio se pone de manifiesto que se adelanta la curva de la presentación del estro tras el destete al aplicar prostaglandina (Figura 1; $P < 0,05$) y aumenta el porcentaje de cerdas que salen en celo en los primeros 6 días postdestete ($P = 0,01$; Tabla 3), y una reducción de los valores medios de intervalo celo ($P < 0,01$; Tabla 3). Estudios previos han mostrado resultados variables para este parámetro; por una parte, algunos detectan una reducción en el intervalo destete celo (Chenault *et al.*, 1996; Izeta-Mayorga *et al.*, 1998) mientras que otros estudios no detectaron diferencias significativas (Morrow *et al.*, 1996; Kirkwood, 1999; Koketsu y Dial, 2002; Keita *et al.*, 2008; Vanderhaeghe *et al.*, 2008).

Por otro parte, la mejora observada en la tasa de abortos, siendo superior en el grupo control (Tabla 3; $P = 0,04$) y en la tasa de partos, siendo superior en el grupo PGF 2α ($P < 0,01$;

Tabla 3) puede explicarse de la siguiente manera: debemos tener en cuenta que después del parto la regeneración endometrial y la involución uterina ocurre aproximadamente entre los 15 y 21 días (Bazer *et al.*, 1993) condicionada por un aumento en las concentraciones de $\text{PGF2}\alpha$ endógena, al realizar el aporte exógeno de prostaglandinas conseguiríamos una mejor involución uterina y por consiguiente una mejora en las condiciones de alojamiento de los embriones (Vanderhaeghe *et al.*, 2008).

La falta de resultados concluyentes o divergencia en los mismos puede ser debida en parte por el uso de diferentes tipos de compuestos análogos de las prostaglandinas (entre otros Dinoprost, Cloprostenol, Luprostriol y Alfaprostol) con características y eficiencias diferentes o bien debidas a la aplicación del tratamiento en con características productivas y sanitarias diferentes, especialmente la incidencia de problemas reproductivos como las descargas vaginales como sugiere Kirkwood (1999). Este estudio se ha realizado con un número elevado de animales, realizado en una granja sin problemas productivos, y asegurando la homogeneidad de los grupos a comparar que se han distribuido al azar. Por lo que los resultados y conclusiones alcanzados pueden ser referencia para su aplicación en el sector porcino, bajo condiciones comerciales, y basados en un número elevado de animales que aseguran la potencia estadística.

Las diferencias encontradas en la bibliografía sobre los resultados de la aplicación de prostaglandinas en el postparto pueden también estar influenciadas por diferencias experimentales, entre ellas la duración de lactación y la distribución de las cerdas por paridad (Morrow *et al.*, 1996; Koketsu y Dial, 2002). De manera que, estos autores encontraron efectos positivos en la aplicación de las prostaglandinas sobre el tamaño de camada cuando la duración de la lactación fue menor de

17 días, pero no detectaron un efecto del tratamiento cuando la duración de la lactación fue mayor (Koketsu y Dial, 2002). Teniendo en cuenta que la cerda alcanza el pico de lactación hacia el día 15, momento a partir del cual disminuye la demanda metabólica de la lactación hasta alcanzar el final de ésta (Bruun *et al.*, 2016), un aumento del periodo de lactancia, manteniendo una ingesta adecuada puede suponer una mejora el estado metabólico y corporal de la hembra al destete, con la consiguiente mejora de su función ovárica y posterior fertilidad (Cassar *et al.*, 2008).

Se ha demostrado que los niveles de progesterona descienden tras la inyección de $\text{PGF2}\alpha$ tras el parto (Liptrap, 1980), provocando la regresión completa del cuerpo lúteo. Insuficientes cantidades de $\text{PGF2}\alpha$ pueden producir una luteolisis incompleta (Liptrap, 1980; Vanderhaeghe *et al.*, 2008) o el mantenimiento de cuerpos lúteos persistentes que podrían explicar una disminución en la tasa de partos de las cerdas de mayor paridad (Koketsu y Dial, 2002; Vanderhaeghe *et al.*, 2008). En nuestro estudio, el aumento en la tasa de parto fue especialmente marcado en las cerdas con mayor número de partos (6 y 7 partos) ($P < 0,01$; Figura 2). Por ello, diversos autores han puesto de manifiesto que la efectividad de los tratamientos con prostaglandinas es más eficiente conforme aumenta el número de ciclos reproductivos (Koketsu y Dial, 2002; Vanderhaeghe *et al.*, 2008). Esto pudiera estar relacionado con que las cerdas de más ciclos además de presentar una capacidad de involución uterina más baja pudieran presentar cuerpos lúteos persistentes con mayor frecuencia (Vanderhaeghe *et al.*, 2008).

En términos productivos y económicos la aplicación de este tratamiento de Cloprotenol en nuestras condiciones experimentales supuso una producción adicional de 0,99 LNV en el grupo frente al control, ya que en el grupo Cloprostenol, se alcanzó un 93,99 % de tasa de partos y 12,29 LNV, lo que supone un total

de 11,55 LNV por cerda inseminada mientras que en el grupo Control se obtuvieron 10,56 LNV por cerda inseminada, resultante de un 86,51 % de tasa de partos y 12,21 LNV. Esta mejora en la producción justificaría el coste de la aplicación del fármaco (aproximadamente 1,10-1,50 €/inyección), especialmente en cerdas de mayor paridad. Para determinar con precisión las estrategias de uso de estos fármacos sería de interés aplicar análisis de curvas ROC, como hemos aplicado previamente para otros parámetros productivos (Crespo y Gadea, 2021), para determinar los puntos de corte en paridad a partir del cual es rentable el uso de este tratamiento al superar el beneficio productivo el coste del tratamiento.

Conclusiones

La inyección de cloprostenol tras el parto en cerdas con una lactación media de 27 días permite una mejora en los parámetros reproductivos de una explotación reduciendo los días no productivos y mejorando los índices de fertilidad en el ciclo productivo siguientes. Estos efectos positivos son más evidentes en animales con elevada paridad.

Agradecimientos

Agradecemos el trabajo y dedicación del equipo de operarios de la explotación.

Referencias bibliográficas

- Bazer FW, Geisert RD, Zavy MT (1993). Fertilization, Cleavage, and implantation. En: *Reproduction in farm animals* (Ed. Hafez ESE), p. 188-212. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Björkman S, Oliviero C, Kauffold J, Soede NM, Peltoniemi OAT (2018). Prolonged parturition and impaired placenta expulsion increase the risk of postpartum metritis and delay uterine involution in sows. *Theriogenology* 106: 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.10.003>.
- Bruun TS, Amdi C, Vinther J, Schop M, Strathe AB, Hansen CF (2016). Reproductive performance of "nurse sows" in Danish piggeries. *Theriogenology* 86: 981-987. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.023>.
- Cassar G, Kirkwood RN, Seguin MJ, Widowski TM, Farzan A, Zanella AJ, Friendship RM (2008). Influence of stage of gestation at grouping and presence of boars on farrowing rate and litter size of group-housed sows. *Journal of Swine Health and Production* 16: 81-85.
- Chenault J, Hanson B, Gillette G, Lasvergeres F (1996). Reduction in the days from weaning to oestrus and fertile service in sows following a single post-partum injection of lutalyse®/dinolyctm sterile solution. 14th International pig veterinary society congress, 7-10 julio, Bologna, Italy, p. 628.
- Crespo S, Gadea J (2021). Relación entre el peso al nacimiento de los lechones de cerdas hiperprolíficas y los parámetros productivos y económicos en los cerdos de engorde. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 117: 173-190. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.022>.
- de Passillé AM, Rushen J, Foxcroft GR, Aherne FX, Schaefer A (1993). Performance of young pigs: Relationships with periparturient progesterone, prolactin, and insulin of sows. *Journal of Animal Science* 71: 179-184. <https://doi.org/10.2527/1993.711179x>.
- De Rensis F, Saleri R, Tummaruk P, Techakumphu M, Kirkwood RN (2012). Prostaglandin F2 α and control of reproduction in female swine: A review. *Theriogenology* 77: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.035>.
- Dial GD (1984). Clinical applications of prostaglandins in swine. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 185: 1523-1530.
- Elbers ARW, Van Rossem H, Schukken YH, Martin SW, Van Exsel AdCA, Friendship RM, Tielen MJM (1994). Return to oestrus after first insemination in sow herds (incidence, seasonality, and association with reproductivity and some blood parameters). *Veterinary Quarterly* 16: 100-109. <https://doi.org/10.1080/01652176.1994.9694428>.

- Glock XT, Bilkei G (2005). The effect of postparturient urogenital diseases on the lifetime reproductive performance of sows. *Canadian Veterinary Journal* 46: 1103-1107.
- Izeta-Mayorga J, Terminal O, Soto M, Ramos R, Ramirez F (1998). PGF 2α (dinoprost tromethamine) 24 hrs post-farrowing and its effects on the weaning to service interval, fertility and the effects of antibiotic treatments in sows of different parities. En Proceedings 15th International Pig Veterinary Society Congress, 5-9 julio, Birmingham, UK. pp. 89.
- Keita A, Pagot E, Pommier P (2008). Field evaluation of the effect of one injection of cloprostenol (planate®) to sows 24-48 hours post-partum. En Proceedings 20th International Pig Veterinary Society Congress, 22-26 junio, Durban, South Africa. pp. 208.
- Kirkwood RN (1999). Influence of postpartum cloprostenol injection on sow and litter performance. *Swine Health and Production* 7: 121-122.
- Koketsu Y, Dial GD (2002). Administration of prostaglandin F 2α after farrowing alters the association between lactation length and subsequent litter size in mid- or old-parity sows. *Theriogenology* 57: 837-843. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00678-1](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00678-1).
- Langendijk P, Bouwman EG, Kidson A, Kirkwood RN, Soede NM, Kemp B (2002). Role of myometrial activity in sperm transport through the genital tract and fertilisation in sows. *Reproduction* 123: 683-690.
- Leman AD (1992). Optimizing farrowing rate and litter size and minimizing nonproductive sow days. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* 8: 609-621. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30707-6](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30707-6).
- Lewis GS (2004). Steroidal regulation of uterine immune defenses. *Animal Reproduction Science* 82-83: 281-294. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.026>.
- Liptrap R (1980). Prostaglandin F 2α and progesterone in experimental hypogalactia in sows. *Research in Veterinary Science* 29: 240-247. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)32670-5](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)32670-5).
- Lopez JV, Ptaszynska M, Gonzalez P, Jiménez M, Martens MR (2009). Beneficial effects on the reproductive performance of sows of administering prostaglandin analogues after farrowing. *Veterinary Record* 164: 807-809. <https://doi.org/10.1136/vr.164.26.807>.
- Miller HM, Foxcroft GR, Aherne FX (2004). Increasing feed intake in late gestation does not affect plasma progesterone concentration in the sow. *Theriogenology* 62: 1618-1626. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.03.002>.
- Morrow WM, Britt J, Belschner A, Neeley G, O'Carroll J (1996). Effect of injecting sows with prostaglandin F 2α immediately postpartum on subsequent reproductive performance. *Swine Health Production* 4: 73-78.
- Palmer WM, Teague HS, Venzke WG (1965). Macroscopic observations on the reproductive tract of the sow during lactation and early postweaning. *Journal of Animal Science* 24: 541-545. <https://doi.org/10.2527/jas1965.242541x>.
- Rodríguez-Estévez V (2010). El anestro y la infertilidad estacional de la cerda. Editorial Server. 208 pp.
- Roongsitthichai A, Tummaruk P, Am-in N (2015). Postparturient administration of prostaglandin F 2α facilitates weaning-to-service interval in primiparous Sows. *Thai Journal of Veterinary Medicine* 45: 279-282.
- Sanders LM, Bilkei G (2004). Urogenital diseases and their effect on reproductive performance in high-parity sows. *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde* 129: 108-112.
- Tarrier MP, Kattesh HG, Gillespie BE (1989). Progesterone levels and litter performance of sows following postpartum administration of prostaglandin F 2α . *Theriogenology* 31: 393-398. [https://doi.org/10.1016/0093-691x\(89\)90545-1](https://doi.org/10.1016/0093-691x(89)90545-1).
- Tummaruk P, Kerdangsakonwut S, Kunavongkritt A (2009). Relationships among specific reasons for culling, reproductive data, and gross morphology of the genital tracts in gilts culled due to reproductive failure in Thailand. *Theriogenology* 71(2): 369-375. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.08.003>.

Vanderhaeghe C, Dewulf J, Daems A, Van Soom A, de Kruif A, Maes D (2008). Influence of postpartum cloprostenol treatment in sows on subsequent reproductive performance under field conditions. *Reproduction In Domestic Animals* 43: 484-489. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00942.x>.

Waller CM, Bilkei G, Cameron RD (2002). Effect of periparturient diseases accompanied by excessive vulval discharge and weaning to mating interval on sow reproductive performance. *Aus-*

tralian Veterinary Journal 80: 545-549. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2002.tb11033.x>.

Widowski TM, Curtis SE (1989). Behavioral responses of periparturient sows and juvenile pigs to prostaglandin F2 alpha. *Journal of Animal Science* 67: 3266-3276. <https://doi.org/10.2527/jas1989.67123266x>.

(Aceptado para publicación el 13 de octubre de 2021)