



**Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza**

**Aportaciones del uso de buserelina en la inducción y sincronización de la ovulación en la especie porcina. Efecto de esta sincronización sobre la homogeneidad de la camada**

**Autor**

Antonio Vela Bello

DVM, Residente ECPHM

**Directora**

Dra. María Victoria Falceto Recio

Facultad de Veterinaria de Zaragoza

**Zaragoza 20 de noviembre de 2014**

**Facultad de Veterinaria de Zaragoza**

**ÍNDICE**

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>25</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los amigos que me acompañáis desde hace años

Gracias por enseñar, por compartir, por dar sin más...

Gracias por vuestro ejemplo, por vuestro tiempo, por vuestra ilusión contagiosa...

Gracias por vuestro trabajo, por el esfuerzo

Gracias por vuestra paciencia, por vuestra disposición y por vuestro apoyo.

Sois un espejo donde reflejarme, sin vosotros todo sería distinto... Todo sería más difícil.

Gracias Mariví, Ruth y Miquel

## **RESUMEN**

El presente estudio lo integran dos desarrollos experimentales, el objetivo final de estos dos experimentos es determinar como afecta a nivel del aparato reproductor la acción de la buserelina y si existe alguna relación entre la administración de buserelina con el tamaño y uniformidad de la camada.

En el primer experimento se comparan las estructuras del aparato reproductor entre dos grupos de cerdas uno control y otro tratamiento al que se le ha administrado una dosis de buserelina “Porceptal®”.

El segundo experimento trata de averiguar que efecto tiene la administración de buserelina en cerdas destetadas, sobre el peso al nacimiento y la homogeneidad de la camada resultante, cuando dichas cerdas son inseminadas con una única inseminación a tiempo fijo en comparación al grupo no tratado al que se insemina con dos inseminaciones. En ambos casos el semen procede del mismo eyaculado.

Hemos comprobado que la utilización de progestágenos es un método eficaz para la sincronización del estro en cerdas púberes. La aplicación de 10 $\mu$ g de buserelina (2,5 ml de “Porceptal®”) en cerdas jóvenes 120 horas después de la última dosis de altrenogest “Regumate®”, resultó eficaz para reducir la variabilidad del tamaño folicular y para aumentar el número de folículos con tamaño superior a 6mm, resultando en este caso diferencias en el límite de la significación estadística. Además el tamaño y el peso de los cuernos uterinos fue estadísticamente superior en el grupo tratamiento.

De la misma manera al analizar el efecto sobre el tamaño de la camada de la administración 10 $\mu$ g de buserelina (2,5 ml de “Porceptal®”) a cerdas 85 horas después del destete, se observó como el peso de la camada independientemente del tamaño de misma fue significativamente mayor en el grupo Buserelina que en el grupo Control. Continuando esta diferencia a favor del grupo Buserelina a lo largo de las fases de Lactación y transición. También la ganancia media de peso al día en las fases de lactación y transición fue mayor en el grupo Buserelina que en el grupo Control.

## **INTRODUCCIÓN**

### Situación del sector porcino Español

La UE-27 con un censo de 148,4 millones de animales y una producción de 21,9 millones de toneladas durante el año 2012 ocupa un papel de liderazgo dentro del comercio mundial de carne de cerdo siendo el responsable del 41% del volumen de exportación en el mundo lo que equivale a un montante de 3,18 millones de toneladas de carne de cerdo. (Interpig 2013)

España es el cuarto país productor solamente por detrás de China, Estados Unidos y Alemania; con un censo de 25,7 millones de animales una producción de 3,48 millones de toneladas y un volumen de exportación de 1,37 millones de toneladas de carne de cerdo (Magallón et al, 2013)

Desde el punto de vista económico el sector porcino en el año 2013 ha alcanzado los 6279 millones de euros, lo que supone un 40% del aporte total ganadero. Estas cifras suponen un incremento 6% con respecto al año anterior, liderando el crecimiento económico del conjunto de sectores ganaderos. Dentro de los sectores agrícolas y ganaderos en el conjunto del territorio Español representa el 14 % de la producción final, siendo superado únicamente por los sectores de las frutas y verduras. Si bien es cierto que el sector de la transformación tanto en frutas como en verduras no es tan importante como en el del sector porcino. (Excelpork 2014)

### Introducción de la cerda hiperprolífica. Efecto sobre la variabilidad.

La introducción a las explotaciones porcinas de producción de cerdas de carácter “hiperprolífico” ha permitido pasar de una producción de 11.5 nacidos totales en 2004 a una producción de 13.06 en 2012. Este incremento en la prolificidad está suponiendo todo un desafío en las granjas de producción porcina, ya que la selección sobre el incremento del tamaño de la camada esta teniendo una repercusión directa sobre la variabilidad de los pesos al nacimiento.

*Milligan et al.*, (2002), demostraron una correlación negativa altamente significativa entre el número de lechones nacidos vivos y la media del peso al nacimiento (-0.458), el porcentaje de supervivencia hasta el destete (-0.272) y el peso al destete (-0.348). Estas pérdidas se atribuyen a una disminución del peso al nacimiento y a un incremento de su variabilidad. Un lechón de bajo peso será más sensible al frío, se retrasara en su primera toma de calostro y tendrá menos posibilidades de acceder a las mejores “tetas”. El resultado es un lechón con un bajo perfil nutricional y una pobre inmunidad pasiva.

Por otro lado el número de lechones nacidos vivos presenta una correlación positiva altamente significativa con el coeficiente de variación (CV) de pesos al nacimiento (0.394) y el CV al destete (0.370), que como ha quedado demostrado en distintos estudios tiene una relación directa con la variabilidad en el peso de los cerdos en el momento del sacrificio (Fix et al., 2010).

Coeficientes de variación del 20-25% en el peso de los lechones en el momento del nacimiento pueden ser considerados hoy en día normales, este CV debe ser menor en los lechones al final del periodo de transición, 10-15 % y por debajo del 10% a final de la fase de cebo.

La variabilidad en el momento del nacimiento es mayor en camadas de 10 a 15 lechones y se reduce en camadas por debajo de los 10 lechones nacidos totales (NT) y por encima de los 15 NT.

Este hecho tiene mucho que ver con la capacidad uterina de la cerda y el aporte de nutrientes que llega a los lechones (Foscroft, 2008).

Hoy en día al productor le preocupa cada vez más el nivel de variabilidad referente al peso de los animales al sacrificio ya que del control de este peso y de su variabilidad dependerá en buena parte el beneficio económico, una menor variabilidad esta relacionada directamente con un menor coste de producción.

En numerosos estudios se ha tratado de buscar soluciones para incrementar el peso al nacimiento y reducir la variabilidad de pesos en la camada. Todos ellos coinciden en que la variabilidad de pesos al sacrificio viene fundamentalmente explicada por la variabilidad de pesos al nacimiento, y es bajo esta premisa, aceptada por la comunidad científica, sobre la que se trabaja a varios niveles.

Uno de ellos es trabajar conjuntamente atendiendo dos premisas: el momento de ovulación y la inseminación única a tiempo fijo. Trabajar sobre el momento de ovulación hace referencia a conseguir reducir o acotar el periodo en el que la cerda esta ovulando, presentando en el oviducto el mayor número de óvulos posibles con una vida media parecida. Hay que considerar la vida limitada del ovocito ya que este puede durar 10-20 horas y se considera envejecido a partir de las 8-10 horas. Este hecho se hace coincidir con una única de inseminación a tiempo fijo utilizando baja concentración de espermatozoides procedentes de verracos de calidad contrastada (Foxcroft, 2011). De esta forma por una parte tenemos en un mismo momento un gran número de cerdas en el mismo estado del ciclo reproductivo y por otro la posibilidad de inseminar estas cerdas con semen procedente del mismo eyaculado.

#### Fisiología reproductiva de la cerda (Falceto et al., 2004 a y b)

La cerda se comporta como una hembra poliéstrica continua, con un marcado carácter estacional, en el que durante los meses de junio a septiembre experimenta lo que se conoce como síndrome de infertilidad estacional, debido fundamentalmente al fotoperíodo, temperatura, estrés, nutrición...

En general podemos decir que la cerda presenta un ciclo reproductivo cada 21 días de promedio, con un rango situado entre los 18 y los 24 días, siendo mayor la variabilidad en cerdas nulíparas. De estos días, cinco pertenecen a la fase folicular, periodo en que se produce el crecimiento de los folículos en el ovario que darán lugar a la liberación de los ovocitos en la ovulación y 16 días, aproximadamente, a la fase luteal.

La fase folicular tiene a su vez dos fases, una primera conocida como proestro que dura de dos a cuatro días en la que se produce el inicio del crecimiento y la maduración de los folículos antrales (2-6mm). Las hormonas responsables son la FSH y la LH que en el momento del inicio del proestro incrementa la frecuencia de sus pulsos, acción debida a la presencia de GnRH producida en la hipófisis. Es importante resaltar que es la FSH la que va a producir la maduración de los folículos, pero es la LH la que definitivamente hace que el folículo alcance el tamaño pre-ovulatorio (Guthrie, 2005). A medida que los folículos empiezan a crecer hacia la ovulación producen más estrógenos, responsables de cambios morfológicos de la vulva que aumenta de tamaño y se vuelve rojiza.

La segunda fase del crecimiento folicular terminal es el estro, que apenas dura dos o tres días y es el periodo en el cual el reflejo de inmovilidad se hace evidente, la hembra acepta al macho. La retroacción positiva del pico de estrógenos induce el pico de LH y la acción de la LH produce la ovocitación, esta ocurre en el último tercio del estro sobre las 36 horas (35-45 h) y dura aproximadamente de dos a cuatro horas (Knox, 2005). El número de folículos antrales que terminan de desarrollarse y ovular dependerá de la cantidad de receptores de LH, de manera que aquellos con más receptores son capaces de crecer y madurar más y producir mas estrógenos e inhibina. Esto a su vez hace que se reduzcan los niveles de FSH y GnRH lo que hace que los folículos dejen de crecer y sufran atresia. Finalmente el tamaño del folículo, la luteinización preovulatoria y el aumento de progesterona inducen la ovulación.

La mayor parte del ciclo la cerda se encuentra en la fase luteínica, en la que se distinguen, metaestro y diestro. Durante el metaestro se desarrollan los cuerpos lúteos y se produce la secreción de progesterona. El diestro se caracteriza por ser una fase en la que se alcanzan máximos de producción de progesterona hasta los días 12 del ciclo, a partir de ese momento la acción de la prostaglandina PGF<sub>2α</sub>, hace que los cuerpos lúteos regrese hasta comenzar una nueva fase folicular. En el caso de la cerda parida el ciclo se comporta de manera diferente ya que durante la lactancia la cerda se encuentra en anoestro lactacional y es el momento del destete el desencadenante de una nueva fase folicular de 4 a 7 días después.

### Utilidad de la buserelina

Es conocido y una práctica habitual el realizar la inseminación 24 horas antes de la ovulación (Steverink, et al., 1999), el problema es que existe una gran variación individual en la duración del celo y en el momento de la ovulación, lo que hace que los resultados tanto en fertilidad como en prolificidad sean variables en las granjas comerciales. La correcta detección del celo y la práctica muy extendida de realizar al menos dos inseminaciones por cerda reducen este problema.

Sin embargo el objetivo de ser más eficientes hacen que cada vez más se busquen métodos con los que poder realizar una única inseminación a tiempo fijo.

La buserelina es una gonadotropina exógena análoga de la GnRH, que induce la producción de LH y que se ha utilizado para sincronizar la ovulación en cerdas y reducir la variabilidad del intervalo entre el estro y la ovulación.

Se considera que la ovulación ocurre entre las 38-42 horas tras la administración de buserelina (Van Kaufman, 1982). En cerdas adultas la administración se debe realizar 86 horas después del destete, mientras que en cerdas jóvenes la administración debe ser 120 horas después de la ultima dosis de progestágeno, altrenogest.

El trabajo publicado por Falceto et al.,(2014) nos animó a realizar este proyecto final del Master de Iniciación a la investigación en este tema. En él con una sola inseminación en el grupo Buserelina frente a 2,2 en el grupo control se obtuvieron los mismos resultados de fertilidad, tasa de partos y número de lechones nacidos vivos y totales. El número de camadas con algún lechón muerto fue significativamente menor en el grupo Buserelina que en el grupo control (29,6% vs 51,2% p <0,001). Los partos ocurrieron en un periodo de 9 días, desde la semana anterior a la fecha programada hasta la semana posterior. Estos ocurrieron entre el miércoles y el viernes en 92,96% de las cerdas del grupo buserelina vs 81,25% en el grupo control (p <0,05). El miércoles tuvo lugar el parto en 70,4% de las cerdas en grupo Buserelina, pero sólo 43,7% en el grupo control.

## **OBJETIVOS**

Los objetivos de este estudio son:

- 1- Comparar las características de las estructuras ováricas y del aparato reproductor en el momento de la inseminación entre un grupo control y otro tratado con 10 ug de buserelina (IM) para inducir la ovulación.
- 2- Comparar los datos productivos y las características de la camada (tamaño y homogeneidad al nacimiento, destete) entre un grupo control y otro tratado con 10 ug de buserelina (IM) para inducir la ovulación e inseminación a tiempo fijo.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### Experimento 1:

#### **Estudio post-morten del aparato reproductor en cerdas nulíparas**

#### **Comparativa de un grupo control frente a otro al que se le administró buserelina “Porceptal®” como inductor de la ovulación**

##### Instalación y animales

La prueba se realizará en una explotación de recría de reproductoras con un censo de 1650 cerdas (LW X LD). Que pertenecen a la integración de ganado porcino “Cooperativa ganadera de San Mateo de Gállego”.

En el estudio participaran un total de 37 cerdas todas ellas procedentes del mismo origen. Las cerdas están distribuidas aleatoriamente en cuadras de 6 animales, todas las cuadras seleccionadas están juntas en la misma nave. En el momento del comienzo de la prueba las cerdas cuentan con 7 meses de vida y todas han presentado al menos un celo controlado, es decir todas son púberes.

Se realiza un sorteo directo para definir que cuadra formará parte del grupo control y que cuadra formara parte del grupo tratamiento. Al final un total de 19 cerdas forman parte del grupo tratamiento por 18 cerdas del grupo control. Todas ellas son identificadas con crotales numerados, además ambos grupos se distinguen por el color del crotal, rojo para el grupo tratamiento y verde para el grupo control.

Todas las cerdas reciben el mismo pienso durante toda la prueba, el sistema de alimentación es en seco y ad libitum, además todas las cerdas tienen acceso libre y continuo a bebederos de agua procedente de red.

##### Tratamiento

Todas las cerdas reciben un tratamiento durante 18 días con 5 ml altrenogest “Regumate®” con el fin de sincronizar el estro de las mismas, la aplicación del tratamiento se hace directamente con el aplicador sobre la boca del animal, para facilitar dicha aplicación durante un periodo de 10 días previos al inicio de la prueba, todas las cerdas han recibido un entrenamiento con el mismo aplicador y zumo de manzana.

120 horas después de la última aplicación se administra al grupo tratamiento una dosis de 2,5 ml de “Porceptal®” correspondientes a 10µg de buserelina por vía intramuscular profunda.

##### Recogida de aparatos reproductores

Los animales fueron trasladados y sacrificados en el matadero frigorífico “Rives” ubicado en el término municipal de Zuera (Zaragoza). Todas las cerdas fueron sacrificadas justamente 30 horas

después de la aplicación del tratamiento con buserelina “Porceptal®”, momento en el cual las cerdas del grupo tratamiento deberían de haber sido inseminadas según las indicaciones del fabricante. Fue necesario tener identificado cada animal a lo largo de la cadena de sacrificio para poder recoger su aparato genital.

El operario extrajo el aparato genital del animal, el cual fue recogido inmediatamente, guardándolo en una bolsa de plástico identificada con el número de crotal. Se recogieron los aparatos genitales completos de todas las cerdas (ovarios, oviductos, útero, vagina, vulva y la vejiga de la orina). Todas las bolsas del mismo lote se introdujeron en una caja de transporte identificada con el grupo de estudio. Se mantuvo el material de análisis en refrigeración utilizando placas congeladas de ácido acético en las cajas de transporte para evitar el crecimiento bacteriano y enlentecer el proceso de descomposición.

Una vez en el laboratorio, se llevó a cabo un estudio macroscópico de los diferentes órganos del sistema reproductivo, mediante unas fichas que posteriormente se informatizaron. Las balanzas utilizadas fueron una Cobos precisión y una Ohaus Scout (0-500 gramos), para las medidas de longitud se usó un calibre convencional.

Los ovarios se pesaron y se midió su longitud, anchura y profundidad diferenciando izquierdo y derecho. Luego se contaron los folículos de distintos tamaños (< 2 mm, 2-4 mm, 4-6 mm, > 6 mm) cuerpos rubrum, cuerpos lúteos y cuerpos albicans y se clasificaron en una fase del ciclo. Conjuntamente de medir el peso y longitud de la vagina, cuello uterino, cuerpo uterino, cuernos y oviducto, se observó y se anotó si había o no patología macroscópica a nivel del oviducto, útero, vagina y de la vejiga de la orina.

#### Análisis estadístico

Los resultados son estadísticamente procesados con el paquete estadístico SPSS 20.0. El test de Kolmogorov-Smirnov es utilizado para comprobar la normalidad de la diferentes distribuciones. El cálculo de las diferencias entre las distribuciones se realiza mediante una t-student para muestras independientes en el caso de paramétricas y U de Mann-Whitney como test no-paramétrico. El P-valor que marca la significancia estadística es de 0,05. Para valorar diferencias entre variables cualitativas se utiliza una Chi-cuadrado o F de Fisher si fuera necesario. Análisis de frecuencias.

## Experimento 2:

### **Valoración de la variabilidad de las camadas resultantes de dos grupos de cerdas uno experimental al que se le ha administrado buserelina “Porceptal®” frente a otro control**

#### Instalación y animales

La prueba se realizará en una explotación de producción de lechones con un censo de 1250 cerdas pertenecientes a una genética convencional (Lw x Ld). La explotación se sitúa en la zona noroeste de España en la provincia de Zaragoza.

En el estudio participan un total de 60 cerdas. Se realizan dos réplicas con 30 cerdas por réplica durante dos semana consecutivas.

Todas las cerdas tienen como movimiento anterior un destete antes de comenzar el estudio. Todas ellas fueron seleccionadas previamente por un método no probabilístico basado en criterios objetivos como son número de parto, prolificidad, condición corporal, y duración de la lactación de manera que no hubiera entre ellas diferencias significativas en relación a estas características al comienzo del estudio.

Una vez seleccionadas y en la zona de cubrición-control a cada una de ellas y por sorteo directo se les asigna bien el grupo Buserelina “Porceptal®” o el Grupo Control, repartiéndose 15 cerdas en cada grupo y en cada réplica, es decir quedando 30 cerdas seleccionadas por grupo.

Una vez confirmada la gestación todas las cerdas son trasladadas a un mismo parque de gestación confirmada que cuenta con sistema electrónico de alimentación de cerdas en grupo. Todas las cerdas reciben la misma curva de alimentación hasta el momento del parto.

#### Tratamiento e inseminación

Todas las cerdas se recelan desde dos días después del destete hasta el momento de la cubrición, la recela se realiza con un verraco adulto y entrenado dos veces al día, a las 7 horas de la mañana y a las 17h de la tarde como método de detección de celo.

Las cerdas del grupo Control se inseminan con dos dosis de 30ml y una concentración de 1500 millones de espermatozoides, la inseminación es post-cervical en todos los casos, comienza 12 horas después de la detección del celo y con un intervalo entre ambas inseminaciones de 24h.

Exactamente 85 horas después del destete a todas las cerdas pertenecientes al grupo tratamiento y en ambas réplicas se administra 2,5 ml de Buserelina “Porceptal®” correspondiente a 10µg de buserelina por vía intramuscular profunda. Son inseminadas siempre tras la confirmación del celo 31 horas después de haber sido tratadas con buserelina.

Todas las cerdas se inseminarán con el semen procedente del mismo Verraco en ambas réplicas.

Todas las cerdas dentro de una misma réplica se inseminarán con el semen procedente del mismo eyaculado.

### Manejo de los lechones

Todos los animales se crotalan con un crotal numerado en el momento del nacimiento. Los lechones permanecen en su camada y en el caso de realizar un traslado de camada se realiza dentro del mismo grupo. Todos los lechones se pesan con una báscula calibrada en el momento del nacimiento, a los 21 días de vida y a los 60 días de vida. Además de conocer el peso de los lechones y su variabilidad en cada grupo y en cada momento se estudia la ganancia media diaria en las fases de Lactación desde el nacimiento a los 21 días y en la fase de transición, desde los 21 a los 60 días de vida.

En el momento del destete todos los lechones son trasladados a la misma sala de transición y se reparten aleatoriamente en cuadras de 35 animales. Durante la fase de transición todos los lechones reciben la misma estrategia de alimentación en cuanto a número y características nutricionales del pienso.

### Lechones sacados del estudio

En el momento del destete un total se 23 lechones nacidos en el grupo Control y 19 en el grupo Buserlenina son sacados de la prueba ya que se trasladaron a camadas que no pertenecían al estudio

### Análisis estadístico

Los resultados son estadísticamente procesados con el paquete estadístico SPSS 20.0. El test de Kolmogorov-Smirnov es utilizado para comprobar la normalidad de la diferentes distribuciones. El cálculo de las diferencias entre las distribuciones se realiza mediante una t-student para muestras independientes en el caso de paramétrica, para el cálculo de las diferencias entre los pesos al nacimiento se utiliza una ANOVA univariante con el que se realiza una corrección del peso de los medio de los lechones para cada grupo en función del número de lechones nacidos en cada camada . El P-valor que marca la significancia estadística es de 0,05.

## RESULTADOS

### Experimento 1:

#### **Estudio post-mortem del aparato reproductor en cerdas nulíparas.**

#### **Comparativa de un grupo control frente a otro al que se le administró buserelina como inductor de la ovulación.**

En todos los casos tanto en cerdas del grupo control como en cerdas del grupo tratamiento se observó que las cerdas se encontraban en la fase folicular del ciclo, lo que nos indica que el tratamiento para sincronizar el celo resultó efectivo al 100%.

Además todas las cerdas presentaban múltiples cuerpos albicans procedentes de una fase luteal anterior, lo que indica que efectivamente la totalidad de las cerdas empleadas en el estudio eran púberes al comienzo del mismo. (Fig.1 & Fig. 2)



Fig. 1

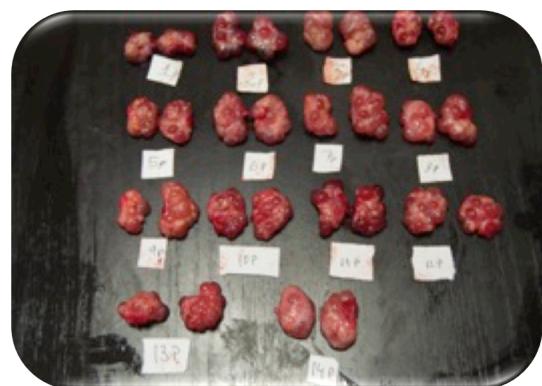


Fig. 2

En todos los casos se observó edema y congestión (Fig.3) en la mucosa de cuernos uterinos, y la gran mayoría de los folículos ováricos presentaban una intensa vascularización (Fig. 4).

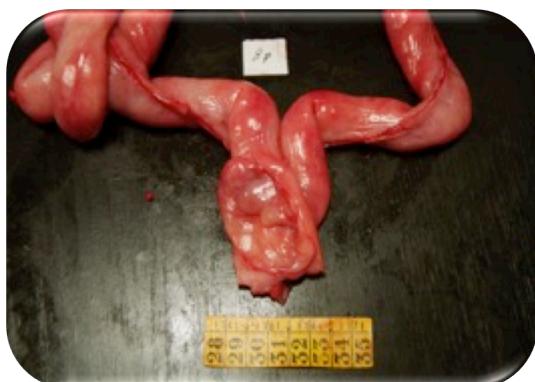


Fig. 3



Fig. 4

En cuanto a la descripción de las diferentes partes anatómicas del aparto reproductivo, se concluyen los siguientes resultados descritos en la Tabla nº 1.

TABLA-1	Vagina cm	Vagina gr	cuerpo cm	Cuello cm	Cuello gr	Cuernos cm	Cuernos gr
Grupo control	27,1 <sup>a</sup>	154,4 <sup>a</sup>	6,8 <sup>a</sup>	10,1 <sup>a</sup>	23,1 <sup>a</sup>	238,0 <sup>a</sup>	685,8 <sup>a</sup>
Grupo Buserelina	25,3 <sup>a</sup>	158,8 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	31,3 <sup>b</sup>	306,0 <sup>b</sup>	912,3 <sup>b</sup>
P-valor	0,095	0,726	0,42	0,197	0,03	0,001	0,026

Letras distintas en cada una de las categorías por columnas indican diferencias significativas (P<0.05)

En la Tabla nº 2 se muestran los resultados del estudio ovárico (los resultados hacen referencia a la suma de los dos ovarios).

TABLA-2	ovarios cm <sup>3</sup>	ovarios gr
Grupo control	21,7 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>
Grupo Buserelina	20,4 <sup>a</sup>	11,6 <sup>a</sup>
P-valor	0,529	0,1

Letras distintas en cada una de las categorías por columnas indican diferencias significativas (P<0.05)

Los resultados referentes al número de folículos atendiendo al tamaño folicular según sean menores o mayores de 6mm en cada uno de los grupos se reflejan en Tabla nº 3.

TABLA-3	< 6mm	>6mm
Grupo control	0,7 <sup>a</sup>	22,3 <sup>a</sup>
Grupo Buserelina	0,8 <sup>a</sup>	25,4 <sup>a</sup>
P-valor	0,69	0,05

Letras distintas en cada una de las categorías por columnas indican diferencias significativas (P<0.05)

En la Tabla nº 4 se refleja el número de folículos en función de su tamaño. Como quedaron distribuidos en porcentaje puede verse en la figura nº 5

	Control	Porceptal
Folículos 8mm	47	100
Folículos 10mm	195	292
Folículos 12mm	95	27
Folículos >12mm	2	0
C.Rubrum*	63	63
	402	482

\*no están incluidos en el sumatorio

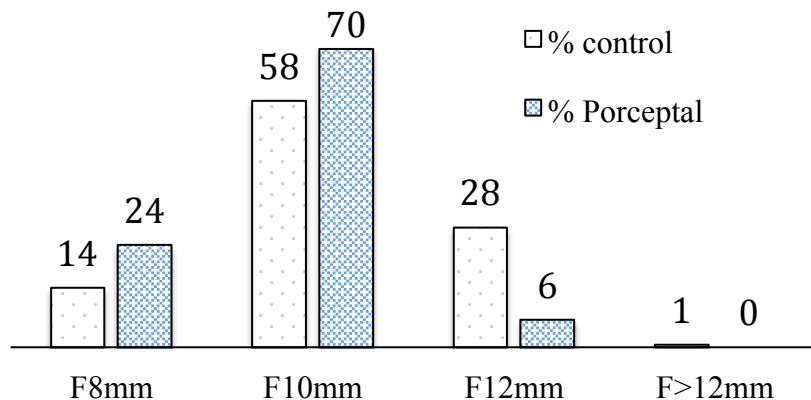


Fig.5

Las figuras reflejan como se distribuyen las cerdas en función del número de folículos, agrupados en categorías, mayores (Fig.6) o menores (Fig.7) de 6mm.

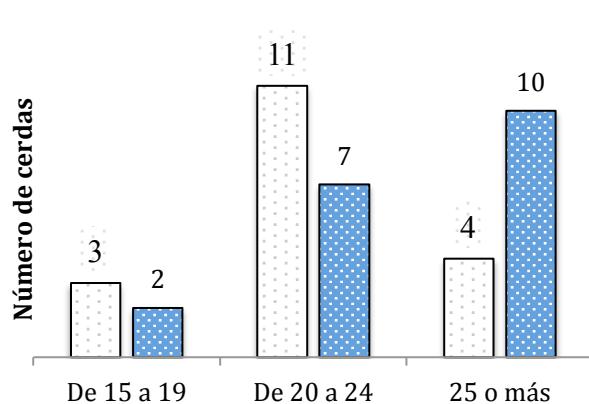


fig.6 folículos >6mm

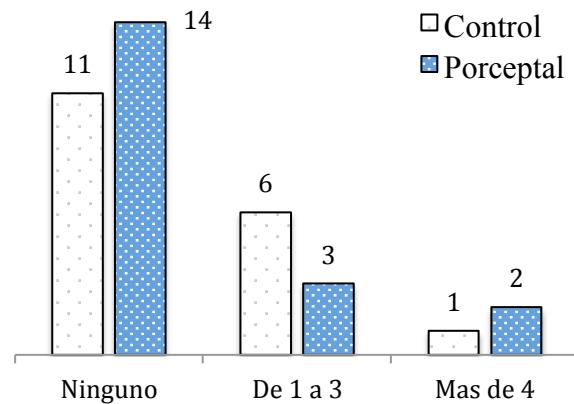


fig.7 folículos<6mm

## Experimento 2:

### **Valoración de la variabilidad de las camadas resultantes de dos grupos de cerdas uno experimental al que se le ha administrado buserelina “Porceptal®” frente a otro control**

Tabla 1. Resultados en cuanto a Lechones nacidos vivos y nacidos muertos en ambos grupos.

<b>Tabla-1</b>	<b>Nacidos vivos</b>	<b>Nacidos muertos</b>
Grupo Control	12,88 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>
Grupo Buserelina	12 <sup>a</sup>	0,92 <sup>a</sup>
P-Valor	0,226	0,167

Letras distintas en cada una de las categorías por columnas indican diferencias significativas (P<0.05)

Tabla 2. Muestra el peso de los lechones al nacimiento

<b>Tabla-2</b>	<b>Nº de lechones</b>	<b>Peso medio kg</b>	<b>C.V. %</b>
Grupo Control	322	1,47	22
Grupo Buserelina	312	1,65	20

Tabla 3. Diferencias estadísticas entre ambos grupos teniendo en cuenta el número de lechones nacidos totales como factor de corrección en cada camada

<b>Tabla-3</b>	<b>Nº de lechones</b>	<b>Peso medio kg</b>
Grupo Control	322	1,49 <sup>a</sup>
Grupo Buserelina	312	1,63 <sup>b</sup>
P-Valor		0,001

Letras distintas en cada una de las categorías por columnas indican diferencias significativas (P<0.05)

La siguientes tablas muestran el estudio de percentiles de peso (kg) al nacimiento en función del número de nacidos totales

<b>Tabla 4- NT≤10*</b>	<b>Nº de lechones</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>95</b>
Grupo Control	12	1,20	1,24	1,45	1,72	2	2,17	
Grupo Buserelina	52	1,60	1,75	1,9	1,97	2,18	2,25	2,32

\*Para camadas de 10 o menos lechones nacidos totales

<b>Tabla 5- NT 11-14*</b>	<b>Nº de lechones</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>95</b>
Grupo Control	75	1	1,13	1,35	1,55	1,75	1,9	2,05
Grupo Buserelina	121	0,99	1,2	1,4	1,65	1,9	2,05	2,1

\*Para camadas de 11 a 14 nacidos totales

<b>Tabla 6- NT≥15*</b>	<b>Nº de lechones</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>95</b>
Grupo Control	235	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6	1,75	1,88
Grupo Buserelina	139	0,87	1,1	1,4	1,6	1,8	1,98	2,05

\*Para camadas de 15 o más nacidos totales

Fig. 1. Distribución de los pesos al nacimiento en porcentaje.

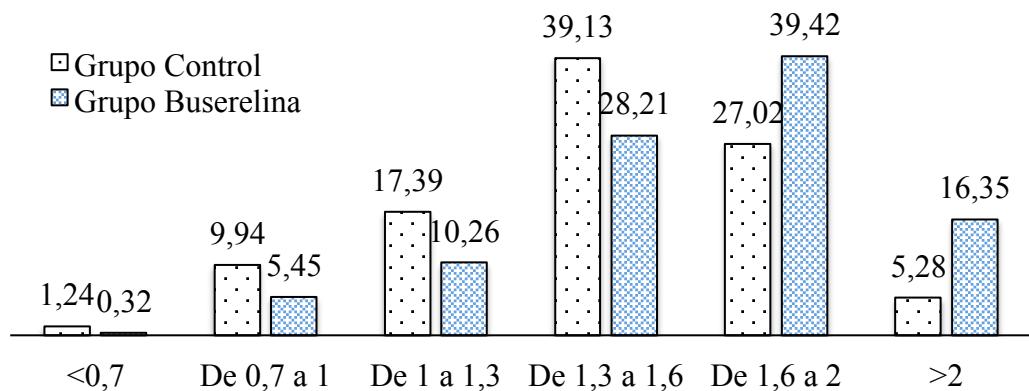


Fig.1

Tabla 7. Muestra el peso de los lechones a los 21 días de vida

Tabla-7	Nº de lechones	Peso medio kg	C.V. %
Grupo Control	284	5,66	24
Grupo Buserelina	280	6,21	22

Tabla 8. Diferencias estadísticas entre ambos grupos teniendo en cuenta el peso al nacimiento, y destetados por camada, como factores de corrección en cada camada

Tabla 8	Nº de lechones	Peso medio kg
Grupo Control	284	5,83 <sup>a</sup>
Grupo Buserelina	280	5,98 <sup>a</sup>
P-Valor		0,329

Letras distintas en cada una de las categorías por columnas indican diferencias significativas ( $P<0.05$ )

Fig. 2. Distribución de los pesos a los 21 días de vida en porcentaje.

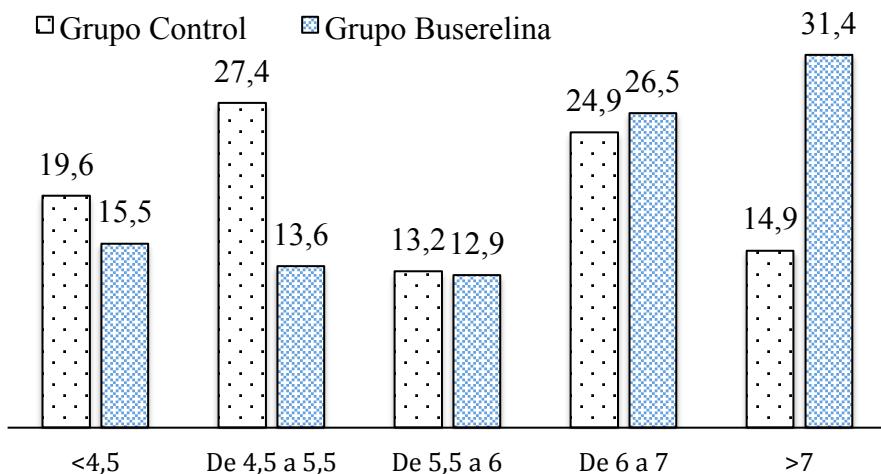


Tabla 9. Muestra el peso de los lechones a los 60 días de vida

Tabla-9	Nº de lechones	Peso medio kg	C.V. %
Grupo Control	272	19,80	18
Grupo Buserelina	269	21,52	16

Fig. 3. Distribución de los pesos a los 60 días de vida en porcentaje.

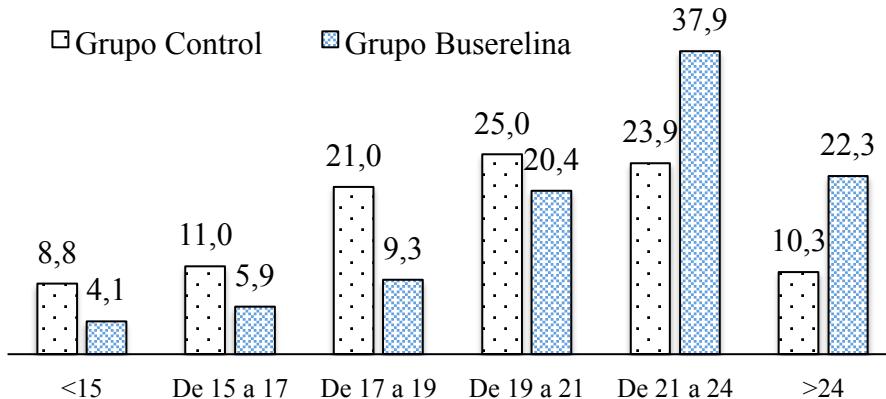


Tabla 11. Muestra los resultados de la ganancia diaria media en las fases de lactación (nacimiento - 21 días de vida, y fase de transición (desde los 21 a los 60 días de vida).

Tabla-11	GMD 0-21d	C.V. %	GMD 21-60d	C.V. %
Grupo Control	198	30	288	20
Grupo Buserelenina	215	28	311	19

Distribución de la GMD en la fase de lactación (Fig.4) y transición (Fig.5)

### GMD 0-21 días

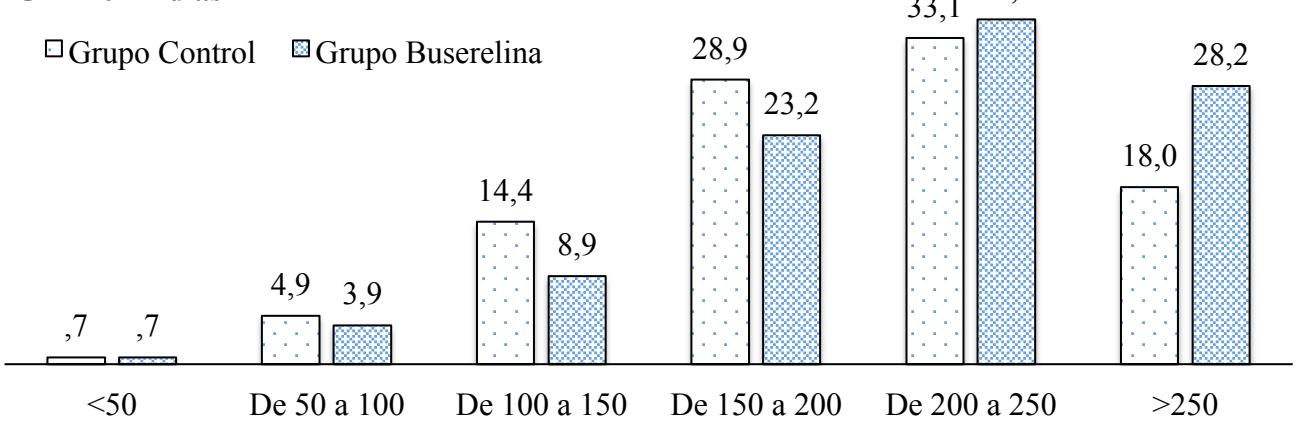


Fig.4

### GMD de 21 a 60 días

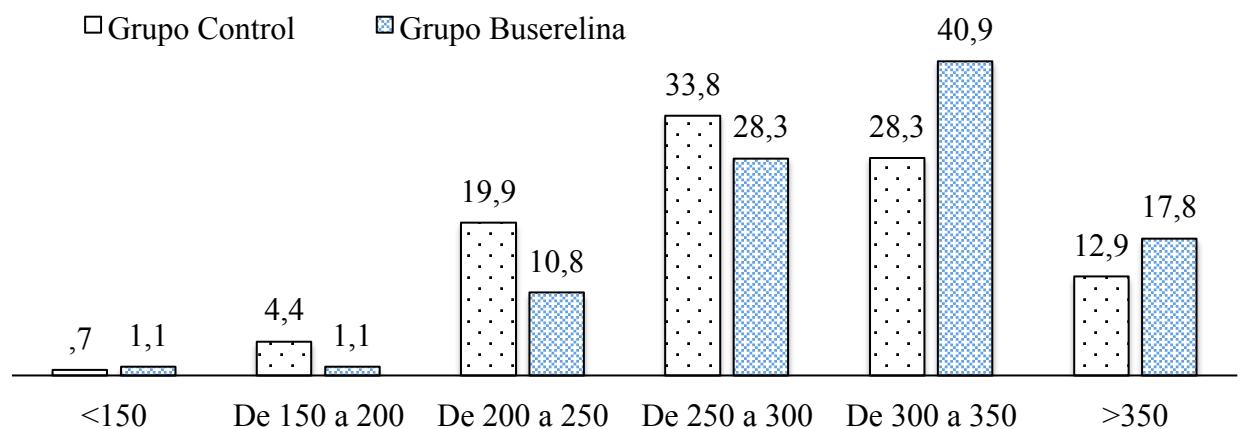


Fig. 5

## **DISCUSIÓN**

### Experimento 1:

#### **Estudio post-morten del aparato reproductor en cerdas nulíparas.**

#### **Comparativa de un grupo control frente a otro al que se le administró buserelina como inductor de la ovulación**

Los resultados evidencian en primer lugar el uso eficiente de los progestágenos como tratamiento de elección para la sincronización del estro siendo del 100% en este estudio, hecho que coincide con los resultados de otros estudios publicados (Martinat-Botte, 1998), y por lo tanto un método que nos permite mejorar la eficiencia reproductiva en cerdas.

Por otro lado atendiendo al efecto que pueda tener el uso de buserelina en cerdas sobre las distintas estructuras del aparato reproductor, se observaron diferencias significativas en el tamaño (control: 238cm vs Buserelina:306cm) y el peso de los cuernos uterinos (Control: 638gr vs Buserelina:912gr), no se han podido encontrar en la literatura diferencias de esta magnitud debidas a la aplicación de buserelina, por lo que se deberían hacer más estudios para comprobar la relación entre el uso de buserelina y un incremento del tamaño y peso del útero.

En cuanto al efecto que tiene la buserelina sobre la actividad folicular, queda de manifiesto en este estudio como el número de folículos con un tamaño mayor de 6mm, es superior en las cerdas tratadas (482) vs control (402). Clark et al., (1982) y Yen et al., (1995), describieron que antes durante la fase luteal predominan los folículos de tamaño pequeño y mediano (< 6.5 mm), mientras que los folículos grandes están ausentes. En el momento que comienza la fase folicular se produce lo que se conoce como reclutamiento folicular dando lugar a folículos de mayor tamaño, Estos folículos de tamaño superior a 6 mm aumentan en número cerca del momento de la ovulación y serán los que definitivamente ovulen.

En término medio en este estudio cada cerda que recibió el tratamiento con buserelina tiene 25,4 folículos con tamaño suficiente para la ovulación versus 22,3 para el grupo Control, esta diferencia se encuentra en el límite de la significancia estadística con un P-valor de 0,05.

Al analizar las cerdas y separar en grupos en función del número de folículos superiores a 6mm se observó como 10 de 19 cerdas del grupo Buserelina presentaron más de 25 folículos con un tamaño superior a 6mm frente a sólo 4 cerdas de 18 en el grupo control. No hubo diferencias en el número de folículos menores de 6mm.

Al estudiar variabilidad en cuanto al tamaño folicular el 94% de los folículos de las cerdas pertenecientes al grupo Buserelina se encontraban entre los 8 y los 10mm mientras que en el grupo Control fue menor (72%).

Esto pone de manifiesto que en este estudio, 150 horas después de la última aplicación del progestágeno el grupo tratamiento tenía más folículos con el tamaño necesario para la ovulación y además el tamaño de los folículos era más uniforme, lo que en diversos estudios se relaciona con una menor variabilidad del momento de ovulación (Wientjes et al.:2012) , además también se puede leer en la bibliografía estudios que demuestran como los análogos de la GnRH producen una mejor calidad del ovocito y consecuentemente del cuerpo lúteo (Zak et al.:1997).

## Experimento 2:

### **Valoración de la variabilidad de las camadas resultantes de dos grupos de cerdas uno experimental al que se le ha administrado buserelina “Porceptal®” frente a otro control**

Los resultados obtenidos muestran una diferencia significativa en el peso medio de los lechones al nacimiento en el grupo Buserelina (1,49 kg) con respecto al grupo Control (1,63kg), incluso esta diferencia es altamente significativa cuando se utiliza un modelo lineal univariante en el que se tiene en cuenta como covariable el número de lechones nacidos totales al nacimiento ( $P=0,001$ ).

Este modelo se utilizó en el estudio porque en diversos estudios publicados se demuestra una relación positiva entre el número de lechones nacidos y su peso (Caugant&Guéblez, 1993).

La diferencia de pesos es más significativa si tenemos en cuenta que se ha descartado el efecto macho al inseminar a todas las cerdas del estudio con el semen procedente del mismo verraco, este efecto macho ha sido descrito por varios autores (Foxcroft et al., 2008).

Estos datos coinciden con otros estudios en los que se trató de ver la relación entre el uso de análogos de la gonadotropina GnRH y el número y peso de lechones al nacimiento (De Jong et al., 2012). La explicación que se da en estos estudios es que se consigue estimular la producción de FSH lo que a su vez estimula un mayor crecimiento de los folículos y un incremento en la calidad del ovocito y del consecuente cuerpo lúteo.

En cuanto al estudio de percentiles en el momento del nacimiento, independientemente del tamaño de la camada, el 10 % de los lechones que menos pesaron en el estudio, fueron de mayor peso en el grupo Buserelina que en el grupo Control siendo esta diferencia en camadas pequeñas (<10 lechones nacidos totales) de 500 gr.

De la misma manera el 25 % de los lechones que más pesaron y que pertenecieron a camadas de más de 11 lechones, el peso fue 200 gr mayor en el grupo Buserelina que en el grupo Control.

Podemos encontrar en la bibliografía estudios relacionados con la importancia del peso al nacimiento y como afecta este en el peso de las siguientes fases de la vida del animal, fase de lactación (0-21 días) y transición (21-60 días). (Quiniou et al., 2002).

En este estudio queda demostrado que el peso en 21 días después del nacimiento fue mayor en el grupo Buserelina (6,21 kg) que en el grupo Control (5,66 kg), Si bien considerando importante el peso al nacimiento y el número de lechones destetados en cada camada, se realizó la correspondiente corrección estadística que dio como resultado una falta de significancia estadística ( $P=0,329$ ). También se pudo observar un mayor porcentaje de lechones destetados con más peso en el grupo Buserelina que en el grupo Control, destacando en este caso el 31 % de lechones destetados por encima de los 7 kg de P.V. en el grupo Buserelina frente al 14% en el grupo Control.

En el estudio queda demostrado como el peso de los lechones a los 60 días de vida es notablemente superior en el grupo Buserelina (21,52 kg) que en el grupo control (19,8 kg), este incremento de las diferencias en el peso a medida que avanza la edad del animal ha sido demostrada en otros estudios consultados como el publicado por Fix et al., (2010) en donde demuestra como un mayor peso al nacimiento se correlaciona positivamente con un mayor peso y supervivencia de los animales en todas las fases productivas de estos y hasta el momento del sacrificio.

Al final de los 60 días de vida de los lechones se muestra en el estudio como el 60 % de los mismos tienen un peso igual o superior a los 21 kg de peso vivo en el grupo Buserelina, por el contrario este porcentaje sólo asciende al 40% en el grupo Control.

Los lechones pertenecientes al grupo Buserelina presentaron mejores ganancias medias diarias tanto en la fase de lactación (0-21 días), como en la fase de transición (21-60 días), destacando el 10 % más de lechones que crecieron por encima de 250 gr/día en el grupo Buserelina con respecto al control en la fase de lactación. De la misma manera en la fase de transición destaca el 58 % de lechones que en el grupo Buserelina crecieron por encima de los 300 Gr/día frente a los 40% en el grupo Control.

## **CONCLUSIONES**

En nuestras condiciones de trabajo hemos obtenido las siguientes conclusiones:

### Experimento 1:

**Estudio post-morten del aparato reproductor en cerdas nulíparas.**

**Comparativa de un grupo control frente a otro al que se le administró buserelina como inductor de la ovulación**

1. La utilización de progestágenos es un método eficaz para la sincronización del estro en cerdas púberes.
2. El tamaño y el peso de los cuernos uterinos fue estadísticamente superior en el grupo tratado con buserelina que en el grupo control.
3. La aplicación de 10 $\mu$ g de buserelina en cerdas jóvenes 120 horas después de la última dosis de altrenogest, resultó eficaz para reducir la variabilidad del tamaño folicular y para aumentar el número de folículos con tamaño superior a 6mm, resultando en este caso diferencias en el límite de la significación estadística con el grupo no tratado.
4. La aplicación de buserelina en cerdas destetadas tuvo un efecto positivo sobre el peso medio de los lechones nacidos en el siguiente parto, marcando diferencias significativas con el grupo Control. El porcentaje de lechones de poco peso del grupo buserelina fue menor que en el grupo control, por el contrario un porcentaje mayor de lechones del grupo buserelina presentaron mayor peso al nacimiento frente al grupo control. El grupo buserelina presentó mayor peso medio 21 y 60 días después del nacimiento con respecto al grupo control.
5. La variabilidad de pesos medida en términos de coeficiente de variación fue menor en el grupo buserelina en todas las fases estudiadas, nacimiento, 21 y 60 días de vida.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Barry N. Milligan et al Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour.. *Applied Animal Behaviour Science* 73 (2001) 179-191
2. Barry N. Milligan et al. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock Production Science* 76 (2002) 181–191
3. K.-P. Brüssow, M. Wöhner Biological and technological background of estrus synchronization and fixed-time ovulation induction in the pig.. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27 (3), p 533-545 , 2011
4. Falceto, MV; Ubeda, JL; Calavia, M; Gomez, A.B.; Collell, M.; Santamaria, R; Jimenez. M; Menjon, R. (2014) Single fixed time insemination in multiparous sows with an injection of Gonadotropin-releasing hormone agonist (Receptal). 6th European Symposium of porine health management. Sorrento, Italy
5. N. Quinioua, J. Dagorna, D. Gaudre. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance.. *Livestock Production Science* 78 (2002) 63–70.
6. J.S. Fix, J.P. Cassady, J.W. Holl, W.O. Herring , M.S. Culbertson, M.T. See. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *Livestock Science* 132 (2010) 98–106
7. F. Martinat-Botté, É. Venturi, É. Royer, F. Elleboudt, V. Furstoss, B. Ridremont, M.A. Driancourt Selection of impubertal gilts by ultrasonography optimizes their oestrus, ovulatory and fertility responses following puberty induction by PG600.. *Animal Reproduction Science* 124 (2011) 132–137
8. Ivan Stancica, Blagoje Stancica, Aleksandar Bozica, Robin Andersonb, Roger Harveyb, Dragan Gvozdicc. Ovarian activity and uterus organometry in delayed puberty gilts. *Theriogenology* 76 (2011) 1022–1026
9. F. Martinat-Botte<sup>a,b,c,d,\*</sup>, E. Venturi<sup>e</sup>, P. Guillouet<sup>f</sup>, M.A. Driancourt<sup>g</sup>, M. Terqui. Induction and synchronization of ovulations of nulliparous and multiparous sows with an injection of gonadotropin-releasing hormone agonist (Receptal). *Theriogenology* 73 (2010) 332–342
10. Glen Cassar, Roy N. Kirkwood, Zvonimir Poljak, Kristina Bennett-Steward. Effect of single or double insemination on fertility of sows bred at an induced estrus and ovulation. *Journal of Swine Health and Production* — September and October 2005
11. A. Bartletta, S.J. Paina, P.E. Hughesb, P. Stotta, W.H.E.J. van Wettorea. The effects of PG600 and boar exposure on oestrus detection and potential litter size following mating at either the induced (pubertal) or second oestrus. *Animal Reproduction Science* 114 (2009) 219–227
12. Foxcroft GR, Shaw HJ, Hunter MG, Booth PJ, Lancaster RT. Relationships between luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone and prolactin secretion and ovarian follicular development in the weaned sow. *Biol Reprod.* 1987; 36: 175-91.
13. Horsley BR, Estienne MJ, Harper AF, Purcell SH, Baitis HK, Beal WE, Knight JW. Effect of P.G. 600 on the timing of ovulation in gilts treated with altrenogest. *J Anim Sci.* 2005; 83: 1690-5.
14. Kauffold J, Gottschalk J, Schneider F, Beynon N, Wöhner M. Reprod. Effects of feeding level during lactation on FSH and LH secretion patterns, and follicular development in primiparous sows. *Domest Anim.* 2008; 43: 234-238.

15. Kemp B, Soede NM. Relationship of weaning-to-estrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. *J Anim Sci*. 1996; 74: 944-9
16. Knox RV, Naber CH, Zimmerman. Follicle stimulating hormone (FSH) during the secondary surge in gilts as influenced by administration of porcine follicular fluid (pFF). *J. Anim. Sci.* 1991; 69: 761–769.
17. Langendijk P, Dieleman SJ, van Dooremalen C, Foxcroft GR, Gerritsen R, Hazeleger W, Soede NM, Kemp B. LH and FSH secretion, follicle development and oestradiol in sows ovulating or failing to ovulate in an intermittent suckling regimen. *Reprod Fert Develop*. 2009; 21: 313–322.
18. Liu JK, Aronow BJ, Witte DP, Pope WF, LaBarbera AR. Cyclic and maturation- dependent regulation of folliclestimulating hormone receptor and luteinizing hormone receptor messenger ribonucleic acid expression in the porcine ovary. *Biol. Reprod.* 1998; 58: 648–658.
19. Nissen AK, Soede NM, Hyttel P, Schmidt M, D'Hoore L. The influence of time of insemination relative to time of ovulation on farrowing frequency and litter size in sows, as investigated by ultrasonography. *Theriogenology*. 1997; 47: 1571-82.
20. Magallón; E; Tainta; T; Gil; P; Sánchez; F; Barbero; R y Falceto; V. (2013) Situación mundial de la producción de carne de cerdo. *Suis 96*

