

01684

3

21/1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DEL DESTETE PRECOZ SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE CERDAS DE DIFERENTE NUMERO DE PARTOS.

T E S I S

Que para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS:

REPRODUCCION

present a:

MVZ MPA MARIA ELENA TRUJILLO ORTEGA

ASESORES:

DR. LUIS ALBERTO ZARCO QUINTERO

MSc. JOSE MIGUEL DOPORTO DIAZ



MEXICO, D. F.

267333

1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DECLARACIÓN

El autor da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para que la tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.



María Elena Trujillo Ortega

DEDICATORIAS

A Elein, Stephany y Rafael. Los amo.

A mi mamá, gracias por tu apoyo. Te quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Dr. Luis Alberto Zarco Quintero y MSc. José Miguel Doporto Díaz por permitirme aprender a su lado. Gracias.

La autora desea agradecer a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo:

Sr. Manuel Romo Muñoz

Sr. Roberto Romo Ruiz

Sr. Manuel Romo Ruiz

MVZ Alfredo Becerra Flores

De la multiplicadora PROAN S.A. de C.V.

MVZ Clara Murcia, Laboratorio de Endocrinología, Departamento de Reproducción, FMVZ-UNAM

Por la beca otorgada:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Por el apoyo en el financiamiento parcial al proyecto:

- Programa "Apoyo a la investigación" Alumnos de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Programa de Apoyo a las Divisiones de Posgrado (P.A.D.E.P) proyecto No. 016309
- Grupo Hoechst-Roussel Vet. S.A. de C.V. por la donación de Regumate®

Al Honorable Jurado de Examen de Grado:

Dr. Carlos Galina Hidalgo

Dr. Javier Valencia Méndez

Dr. Adela Mujica de Hernández

Dr. Joaquín Herrera Muñoz

Dr. Luis Alberto Zarco Quintero

Dr. Pedro Pradal Roa

Dr. Héctor Sumano López

Resumen

Trujillo OME: Efecto del destete precoz sobre la eficiencia reproductiva de cerdas de diferente número de partos (Bajo la supervisión de: Dr. Luis Alberto Zarco Quintero y MSc. José Miguel Doporto Díaz).

En los años recientes se ha incrementado el uso de destetes tempranos en cerdas con el objeto de mejorar el estado sanitario de las granjas. Esta práctica puede reducir la eficiencia reproductiva, por lo que el objetivo del presente estudio fué evaluar el impacto de los destetes tempranos sobre la actividad ovárica y eficiencia reproductiva de cerdas, así como evaluar diversos tratamientos hormonales diseñados para tratar de reducir dicho impacto. El trabajo se llevó a cabo en una granja de sitios múltiples localizada en los Lagos, Jalisco, México. El estudio se dividió en 3 experimentos: En el experimento 1 se evaluó el efecto de la disminución de la duración de la lactancia en cerdas de diferente número de parto, para lo cual utilizaron 1620 cerdas, las cuales fueron divididas en 9 grupos de 180 cerdas cada uno, en los cuales el destete se realizó respectivamente a los 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 o 21 días de lactancia. Dentro de cada grupo se incluyeron cerdas de primero, segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto parto. Se encontró que en general el reducir la duración de la lactancia tiene un efecto negativo sobre la eficiencia reproductiva, ya que en las cerdas destetadas en forma más temprana aumentó en forma significativa ($P < 0.05$) el intervalo entre el destete y el inicio del estro, se redujo la fertilidad, y disminuyó el número promedio de lechones nacidos vivos. Adicionalmente, se encontraron efectos significativos del número de parto, ya que en general los parámetros mejoraron en las cerdas que tenían varios partos previos. En el experimento 2 se evaluó el efecto del uso de hormonas exógenas en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia, usando 225 cerdas reproductoras y 225 cerdas progenitoras, divididas en 3 tratamientos; a un grupo se le administró PG 600 al destete, al segundo grupo se les suministraron 20 mg de Altrenogest por vía oral por 3 días consecutivos al destete, y el tercer grupo permaneció como testigo, por lo que no recibió tratamiento al destete. En cada grupo se incluyeron 30 animales de 1, 2, 3, 4, y 5 partos. En general la mejor eficiencia reproductiva se encontró en las cerdas testigo. El tratamiento con Altrenogest produjo los peores resultados, ya que aumentó el intervalo del destete al estro, redujo la fertilidad y la prolificidad, además de que fué de mayor costo. En el experimento 3 se analizó la actividad ovárica a través de

la determinación de estradiol en heces y de la biopsia vaginal, para lo cual se contó con 33 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia. Este experimento se subdividió en dos fases: En la primera fase se realizó la validación de los ensayos de estradiol comparando dos diferentes técnicas de extracción, una de ellas utiliza solventes orgánicos y la otra solamente agua, y dos métodos (fase sólida y doble anticuerpo) para la determinación de estradiol, y se realizaron las pruebas de recuperación y de linealidad. En la segunda fase se determinaron los niveles de estradiol en heces y se realizaron biopsias vaginales en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia, las cuales a su vez se dividieron en 3 grupos de 10 cerdas cada uno, A) Control, B) PG 600 al destete, y C) PG 600 a las 48 horas de realizado el destete. A los tres grupos se les tomó una muestra diaria de heces y se les realizó biopsia vaginal diariamente desde el destete hasta el día de la presentación del estro. Adicionalmente, la mitad de las cerdas de cada tratamiento fueron sangradas diariamente con el objeto de determinar si el estrés provocado por el sangrado afecta la actividad ovárica de los animales. Se encontró que el método más efectivo para extraer el estradiol a partir de las heces fue la extracción acuososa y para las determinaciones hormonales fue mejor el método de RIA en fase sólida, con el cual se encontraron resultados positivos en la prueba de paralelismo, aunque la variación intraensayo es mayor a la encontrada cuando se determina estradiol en sangre. Sin embargo, se encontró que los sangrados diarios de las cerdas afectan profundamente su actividad ovárica, por lo que es más conveniente medir hormonas en heces. A partir de los 3 experimentos que conforman este trabajo se concluye que el realizar el destete en forma demasiado temprano afecta la eficiencia reproductiva de la cerda, siendo este efecto más marcado en las cerdas de primer y segundo parto. Los tratamientos con hormonas exógenas que se probaron en este trabajo fueron costosos y no fueron útiles para mejorar la eficiencia reproductiva de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia, por lo que no puede recomendarse su utilización. Es necesario realizar más estudios para aumentar la eficiencia y precisión de las determinaciones de estradiol en heces, lo que permitirá en el futuro realizar un seguimiento más adecuado de los efectos de diversos tratamientos experimentales sobre la actividad ovárica de la cerda.

Palabras claves: Destete temprano, duración de la lactancia, PG 600, Altrenogest, Estradiol en heces, cerdas.

Abstract

Trujillo OME. Effect of early weaning on reproductive efficiency of sows of different parity, (Under the supervision of Dr. Luis Alberto Zarco Quintero and José Miguel Doperto Díaz).

The practice of early weaning of sows has become more popular in recent years as an effort to improve the sanitary status of pig farms. However, this practice can reduce the reproductive efficiency of the animals. The objective of this study was to evaluate the impact of early weaning on the ovarian activity and reproductive efficiency of the sow, and to evaluate some hormonal treatments intended to reduce such an impact. The work was carried out on a multiple-site farm in Lagos, Jalisco, México. Three experiments were conducted. The first experiment was designed to evaluate the effect of reducing the lactation length in sows of different parity. A total of 1620 sows were used; they were divided into 9 groups of 180 sows each, that were weaned respectively at 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, or 21 days of lactation. Within each group were included 30 sows of each first, second, third, fourth, fifth or sixth farrowing. It was found that reducing lactation length has a general negative effect on reproductive efficiency, since those sows with the shortest lactations there was a significant ($P < 0.05$) increase in the interval from weaning to first estrus, as well as a reduction in fertility and the mean number of live piglets. Effects of parity were also found, so that in general the best parameters were found in sows with several previous farrowing. On the second experiment we evaluated the effect of using exogenous hormones on sows weaned at 15 days of lactation, to do this 550 sows divided into three treatments: The first group was treated with PG 600 at weaning, the second group was orally treated with 20 mg of Altrenogest for 3 consecutive days at weaning, and the third group was the control group. Each group was formed by 30 animals of each parity (1 to 5 farrowings). In general the best reproductive efficiency was found in the control animals. The treatment with Altrenogest resulted in the worst results, since it increased the interval from weaning to estrus and reduced both fertility and prolificacy, besides being the most costly treatment. In experiment 3 we evaluated the ovarian activity through the determination of fecal estradiol and vaginal biopsies. The experiment was divided into two phases. In the first phase two different methods of extraction (with solvents or with water) and two methods for estradiol determination (solid phase and double antibody) were compared. The best combination of extraction and radioimmunoassay methods was then validated through tests of

recuperation, precision and linearity. In the second phase the validated assay was used to determine the daily fecal concentration of estradiol in three groups of sows (n=10) that were treated with PG 600 at weaning, PG 600 48 h after weaning, or not treated. Vaginal biopsies were also obtained daily in order to determine if the stress associated with bleeding alter the ovarian activity. It was found that the best method for estradiol extraction is the one using water, and the best one for the assay is solid-phase method. There was linearity and paralelism, but the coefficient of variation is higher than that usually found when measuring hormones in plasma. However, it was found that daily bleeding of the animals causes notorious alterations in ovarian activity, so that the determination of hormones in feces is a good alternative. Based on three experiments included in this study it is concluded that when weaning is carried out too early the reproductive activity of the soe is affected, this effect being more marked in young sows in their first or second puerperal periods. The hormonal treatments that were test in this study were costly and did not improve the reproductive efficiency of sows weaned at 15 days of lactation, so that their use can not be recommended. More studies are needed in order to improve the efficiency and precision of estradiol determination in feces in order to have a method for the monitoring of the effects of diverse treatments on the ovarian activity of the sow.

Key word: Early weaning, lactation length, PG 600, Altrenogest, fecal estradiol, sow.

Contenido

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de la literatura	3
2.1 Morfología del aparato reproductor	3
2.1.1 Ovario	3
2.1.2 Oviducto	7
2.1.3 Útero	7
2.1.4 Cérvix	8
2.1.5 Vagina	9
2.2. Ciclo estral de la cerda	10
2.2.1 Proestro	11
2.2.2 Estro	12
2.2.3 Metaestro	13
2.2.4 Diestro	13
2.2.5 Niveles hormonales	14
2.2.6 Cambios uterinos	17
2.3 Lactancia e involución uterina	19
2.3.1 Duración de la lactancia	19
2.3.2 Fisiología de la lactancia	19
2.3.3 Cambios morfológicos del útero durante la lactancia	22
2.4 Destete	24
2.4.1 Fisiología	24
2.5 Efecto de la duración de la lactancia en la eficiencia reproductiva	26
2.6 Utilización de productos hormonales exógenos	30
2.7 Destete temprano en granjas multi-sitios	34
III Justificación	38
IV Objetivos	39
V Material y Métodos	40
Ubicación	40
Animales experimentales	40
Experimentos	43
Experimento 1. Efecto de la disminución de los días de lactancia sobre el intervalo a la presentación del estro posdestete y la fertilidad del mismo en cerdas con diferentes número de parto	43
Experimento 2. Efecto del uso de Altrenogest y PG 600 en la eficiencia reproductiva de cerdas a los 15 días de lactancia	44
Experimento 3. Evaluación de las características del reinicio de la actividad ovárica en las cerdas tratadas con PG 600 al destete y alas 48 horas posdestete	45
VI Resultados	47
VII Discusión y conclusiones	53
VIII Referencias	59
IX Cuadros, figuras y gráficas	71

Índice de cuadros, figuras y gráficas

Cuadro 1. Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de parto sobre los días a presentación del estro 71

Cuadro 2. Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de parto sobre el número y porcentaje de cerdas de fertilidad 72

Cuadro 3. Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de partos sobre el número de lechones nacidos en total 73

Cuadro 4. Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de parto sobre los lechones nacidos vivos 74

Cuadro 5. Efecto de la disminución de la lactancia y del número de parto sobre el número de lechones nacidos muertos 75

Cuadro 6. Efecto de uso de 2 tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) sobre el intervalo (días) a la presentación del estro posdestete en cerdas de diferente número de parto destetadas a los 15 días de lactancia 76

Cuadro 7. Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos, del número de parto y del grupo genético sobre los días a presentación del estro en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 77

Cuadro 8. Efecto del uso de 2 tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre el porcentaje de fertilidad en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 78

Cuadro 9. Efecto del uso de 2 tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre los lechones nacidos en total en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 79

Cuadro 10. Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest), del número de parto y de la línea genética sobre los lechones nacidos en total de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 80

Cuadro 11. Efecto del uso de 2 tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre los lechones nacidos vivos en cerdas destetadas a los 15 días 81

Cuadro 12. Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest), del número de parto y de la línea genética sobre los lechones nacidos vivos en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 82

Cuadro 13. Efecto de dos tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre el número de lechones nacidos muertos en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 83

Cuadro 14. Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) número de parto y línea genética sobre los lechones nacidos muertos en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 84

Cuadro 15. Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número del parto el número de lechones nacidos momias en cerdas destetadas a los 15 días de edad 85

Cuadro 16. Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest), del número de parto y de la línea genética sobre los lechones nacidos momias en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 86

Cuadro 17. Costos generados por alimentación (pesos) en cerdas tratadas con dos tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) de diferente número de parto y destetadas a los 15 días de lactancia 87

Cuadro 18. Costo beneficio de los tratamientos suministrados en cerdas tratadas con 2 hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 88

Cuadro 19. Concentraciones fecal de estradiol (pg/g) en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia. Comparación de métodos de extracción y kits comerciales 89

Cuadro 20. Precisión de la cuantificación de las concentraciones de estradiol (pg/g) en heces de cerdas durante los primeros 6 días post-destete 90

Cuadro 21. Prueba de recuperación de estradiol fecal en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia 91

Cuadro 22. Parámetros reproductivos obtenidos en cerdas sangradas y no sangradas en los tres diferentes tratamientos 92

Cuadro 23. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia 93

Cuadro 24. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG600 al destete 94

Cuadro 25. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG600 a las 48 horas posdestete 95

Cuadro 26. Resultados de las biopsias vaginales de cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia 96

Cuadro 27. Resultados de biopsias vaginales en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 al destete 97

Cuadro 28. Resultados de las biopsias vaginales en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 a las 48 horas posdestete 98

Figuras

Figura 1. Concentraciones de progesterona durante el ciclo estral en la cerda. El inicio del estro es el día 0. 14

Figura 2. Concentraciones de estrógenos durante el ciclo estral de la cerda. El día del inicio del estro es el día 0. 15

Figura 3. Concentraciones en el plasma de la hormona estimulante del folículo (FSH) durante el ciclo estral de la cerda. 16

Figura 4. Concentraciones en el plasma de la Hormona Luteinizante (LH) durante el ciclo estral de la cerda. 17

Figura 5. Tres sitios de producción. 34

Figura 6. Edad de destete recomendada para la eliminación de diferentes agentes infecciosos en cerdos. 35

Figura 7. Efecto del sistema de tres sitios de producción en la productividad de la hembra. 36

Figura 8. Peso promedio (kg) de los lechones destetados a los 21 días de edad manejados por Isowean o en una granja convencional. 36

Figura 9. Sistema de tres sitios múltiples. 39

Gráficas

Gráfica 1. Resultado de la prueba de paralelismo (pg/g) para estradiol en heces de dos cerdas destetadas a los 15 días de lactancia. 99

Gráfica 2. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 5 cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia. No sangradas. 100

Gráfica 3. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 5 cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia. Sangradas. 101

Gráfica 4. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 5 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 al destete. No sangradas. 102

Gráfica 5. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 4 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 al destete. Sangradas. 103

Gráfica 6. Niveles de estradiol (pg/g) en 5 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 a las 48 horas posdestete. No sangradas. 104

Gráfica 7. Niveles de estradiol (pg/g) de 5 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con una administración de PG 600 a las 48 horas posdestete. Sangradas. 105

Gráfica 8. Niveles promedio de estradiol (pg/g) en el intervalo destete a presentación del estro en heces de cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia. 106

Gráfica 9. Niveles promedio de estradiol (pg/g) en el intervalo destete a presentación del estro en heces de cerdas con PG 600 al destete, destetadas a los 15 días de lactancia. 107

Gráfica 10. Niveles promedio de estradiol (pg/g) en el intervalo destete a la presentación del estro en heces de cerdas con PG 600 a las 48 horas posdestete y destetadas a los 15 días de lactancia. 108.

I. Introducción

Durante el presente siglo, en todo el mundo se ha observado un incremento en la capacidad productiva de la cerda, debido a la intensificación de las explotaciones y a las mejoras realizadas en las líneas genéticas, nutrición y manejo. Dichas mejoras han permitido consecuentemente una disminución en la duración del ciclo productivo el cual consiste en el intervalo de tiempo que tarda la hembra en quedar gestante más los periodos de gestación y lactancia. Como resultado de este acortamiento se ha producido un incremento en el número de partos por hembra al año. Además, se ha producido un aumento en la prolificidad (tamaño de la camada).

Tanto el número de partos, como el de lechones destetados por año y los kilogramos de carne producidos por cerda al año, son indicadores de la eficiencia productiva y financiera de una explotación porcina. Dichos parámetros están íntimamente ligados con la duración del ciclo productivo de la cerda, por lo que éste es uno de los aspectos más importantes para el productor de cerdos.

Como la duración de la gestación es constante, las únicas opciones para reducir la duración del ciclo productivo son acortar el periodo de lactancia, o reducir el intervalo desde el destete hasta la nueva concepción.

La reducción del periodo de lactancia, además de resultar en un acortamiento del ciclo productivo, ayuda a controlar la transmisión de enfermedades infecciosas. En este sentido, desde la década pasada se iniciaron los estudios para determinar la edad de contagio de los lechones por transmisión horizontal, lo que ayudó a determinar que varias de enfermedades son transmitidas a los lechones durante la lactancia, por lo cual se decidió destetar a una edad más temprana, en algunos casos desde los 5 días de edad.

Sin embargo, la reducción de la edad al destete y de la duración del periodo de lactancia han provocado alteraciones tanto en las cerdas como en los lechones. En las cerdas se ha observado una disminución en la tasa de fertilidad (porcentaje de cerdas gestantes) y en el tamaño de la camada en su siguiente parto, así como un aumento en el intervalo entre el destete y la presentación del estro, y por lo tanto en la duración del ciclo productivo, con la consecuente disminución en el número de lechones destetados por hembra al año. Los efectos negativos del destete precoz pueden ser más marcados conforme se reduce aún más la duración de la lactancia, y

pueden verse afectados por el número de partos previos de la cerda. Por esta razón, en el primer experimento de este trabajo se comparó la eficiencia reproductiva obtenida al realizar el destete desde los 13 a los 21 días postparto, evaluándose del número de partos previos sobre la respuesta a dichos destetes.

Para disminuir los problemas relacionados con la disminución de la duración de la lactancia se han desarrollado métodos hormonales que favorecen el inicio de la actividad ovárica después del destete. Al utilizar estos métodos se debe evaluar no solamente la presentación del estro, sino también la fertilidad y prolificidad del estro inducido. En el segundo experimento del presente trabajo se evaluó la eficiencia reproductiva obtenida al utilizar dos tratamientos hormonales (Altrenogest y PG 600) en cerdas con lactancias de 15 días de duración. Por otra parte en el tercer experimento se evaluaron las características del reinicio de actividad ovárica en las cerdas destetadas a los 15 días de lactancia y tratadas con PG 600 al destete o a las 48 horas posdestete, para lo cual se realizaron determinaciones diarias de estradiol en las heces de los animales y se evaluaron las características histológicas de la vagina mediante la obtención diaria de biopsias.

II Revisión de la literatura

2.1 MORFOFISIOLOGIA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA CERDA

El aparato reproductor de la cerda está compuesto por los siguientes órganos: ovarios, oviductos, útero, cuello del útero (cérvix), vagina y vulva.

2.1.1 Ovarios

Los ovarios de la cerda son un par de órganos fluctuantes, situados detrás de los riñones. En el animal adulto tienen forma de racimo de uva debido a la presencia de numerosos folículos y cuerpos lúteos. Los ovarios cumplen dos funciones primordiales:

a) Producción de hormonas (secreción endocrina),

b) Producción de células germinales u óvulos (secreción exocrina), por esta razón

los ovarios pueden considerarse como glándulas anfícrinas (1,2).

Histología del ovario

El ovario es un órgano parenquimatoso, en el que se pueden observar dos porciones: una zona cortical externa y una zona medular interna. A la zona cortical o corteza se le denomina también zona parenquimatosa, por la presencia de estructuras funcionales como son: folículos en desarrollo, folículos atrésicos, cuerpos hemorrágicos, cuerpos lúteos funcionales y cuerpos lúteos en regresión. La zona medular se denomina a su vez zona vascular, ya que en esta región del órgano se encuentran vasos sanguíneos, nervios, y tejido conjuntivo, así como restos embrionarios de la red ovárica.

Corteza:(2,3, 4, 5, 6)

En la corteza pueden observarse las siguientes estructuras histológicas:

A) Epitelio superficial o germinativo.

B) Folículos en diferentes estados de maduración (7).

C) Cuerpos lúteos en diferentes estados de desarrollo o regresión

A) Epitelio superficial o germinativo

Antiguamente se pensaba que de este epitelio se originaban las células germinales del ovario (ovogonias). Sin embargo, en la actualidad se conoce que no es así, por lo cual se denomina como epitelio superficial. El epitelio superficial del ovario es de tipo cúbico simple, siendo una modificación de la capa visceral del peritoneo que protege al ovario, y a su vez se continúa el mesovario que es la porción del ligamento ancho del útero que sostiene al ovario (2).

B) Folículos en diferentes estados de desarrollo

Las células germinales están rodeadas de diversas estructuras, que en conjunto reciben el nombre de folículos, los cuales de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se encuentran se clasifican en primordiales, primarios, secundarios, terciarios, maduros o de Graaf, y folículos atrésicos.

1) Folículos primordiales

Los folículos primordiales son el único tipo de folículos presente en las hembras antes de la pubertad (3,7,8). Tienen una estructura constituida por un ovocito primario (detenido en la metafase de la primera división meiótica), rodeado de una sola capa de células aplanadas, llamadas células foliculares (2,3,7). Sin embargo, al llegar a la pubertad en los ovarios se desarrolla otros tipos de folículos a partir de los folículos primordiales; estos son: folículos primarios, secundarios, terciarios y maduros o de Graaf (7).

2) Folículos primarios

Contienen un ovocito primario rodeado por una o varias capas de células foliculares, que en vez de ser aplanadas se han transformado en cúbicas (2).

3) Folículos secundarios

Contienen un ovocito primario rodeado por varias capas de células foliculares, llamadas ahora células de la granulosa, las que se encuentran separadas del ovocito por una cubierta mucoide que rodea a éste, llamada zona pelúcida, y que está formada por

folicular. Existen dos tipos de atresia folicular: a) la atresia quística, cuando un proceso de degeneración del folículo mantiene por cierto tiempo el antro folicular antes de desaparecer, y b) atresia obliterativa, en la cual rápidamente desaparece el antro folicular (7, 8).

C) Estructuras no foliculares

1) Cuerpo hemorrágico

Se forma después de la ovulación, al producirse la ruptura de la pared ovárica y por ende de los vasos sanguíneos, por lo que el folículo se llena de sangre, dando origen al cuerpo hemorrágico, a partir del cual se formará el cuerpo lúteo al ser invadido el coágulo por células de la granulosa y de la teca (8).

2) Cuerpos lúteos en diferente estado de desarrollo o regresión

Las células del cuerpo hemorrágico que correspondían a las de la granulosa y a las de la teca internacomienzan una transformación denominada luteinización que consiste en el aumento de volumen (hipertrofia) y del número de células (hiperplasia), las cuales además sufren modificaciones bioquímicas y morfológicas. El proceso de luteinización da por resultado el desarrollo de células con capacidad esteroideogénica, en las que se observa una acumulación de lípidos en el citoplasma, por lo que estas células, ahora reciben el nombre de células lúteas. La estructura que se forma por la invasión del cuerpo hemorrágico con células lúteas se conoce como cuerpo lúteo (3, 7, 8).

En el cuerpo lúteo pueden distinguirse dos tipos de células lúteas:

a) Células lúteas grandes, que se originan a partir de las células de la granulosa, y son células poligonales con núcleos esféricos prominentes y vesiculares, y b) células lúteas pequeñas, que se forman a partir de las células de la teca interna y generalmente se encuentran en la periferia del cuerpo lúteo, formando pequeños grupos celulares (7). Los cuerpos lúteos permanecen en los ovarios por 15 días aproximadamente, pero si ocurre la gestación persisten hasta el momento del parto (3, 4, 5, 7, 8).

3) Cuerpo blanco (*corpus albicans*)

Si no se presenta la gestación, el cuerpo lúteo sufre regresión (*luteolisis*), ocurriendo proliferación del tejido conjuntivo, formándose una cicatriz denominada cuerpo blanco, que será reabsorbida paulatinamente (3).

2.1.2 Oviducto

Los oviductos son un par de conductos sinuosos que se encargan de transportar el óvulo hasta el útero (1). El oviducto se divide en tres porciones: infundíbulo, ampula e istmo (1).

El **infundíbulo** es la porción adyacente al ovario, y a partir del infundíbulo se proyecta la **fimbria**, que está formada por prolongaciones digitiformes que tienen como finalidad la captura del óvulo (1). El **ampula** es una dilatación del oviducto que se extiende desde el infundíbulo hasta el istmo, su pared es delgada y el diámetro de su luz es grande (1). En el ampula se lleva a cabo la fertilización (1,7). El **istmo** es la parte de oviducto que se comunica con el útero, y se caracteriza por una pared ancha y una luz reducida (1, 3, 7).

Entre las principales funciones del oviducto están: (1, 3, 7)

- a) Transporte de gametos (óvulos y espermatozoides).
- b) Sitio donde se completa la capacitación espermática.
- c) Proporciona el medio óptimo para la fecundación.
- d) Aloja al óvulo fecundado durante las primeras etapas de su desarrollo antes de que llegue al útero, donde deberá implantarse.

2.1.3 Útero.

Este órgano consta de dos cuernos, un cuerpo y un cuello o *cérvix*. El útero de la cerda se clasifica como bicornual debido a que el cuerpo es más pequeño que los cuernos (1, 3, 7).

El cuerpo y los cuernos uterinos presentan 3 capas histológicas:

1. Mucosa, también llamada endometrio.

2. Capa muscular del órgano, o miometrio.

3. Serosa o perimetrio.

Endometrio

En la cerda, a diferencia de otras especies, el endometrio está formado por un epitelio pseudoestratificado columnar. Sin embargo, en algunas zonas aisladas el epitelio puede ser cúbico simple (2, 3, 6). La lámina propia también forma parte del endometrio, y está formada por tejido conjuntivo laxo areolar, en el cual pueden identificarse células como eosinófilos, macrófagos, linfocitos, neutrófilos y células cebadas, entre otros (2, 3, 6). En la lámina propia-submucosa se encuentran glándulas tubulares revestidas por epitelio cilíndrico simple, que proliferan notablemente durante el metaestro y el diestro. Estas glándulas están encargadas de la secreción de "la leche uterina" que alimentará al producto antes de su implantación (3, 4, 7, 9, 10).

Miometrio

El miometrio consta de tres capas de músculo liso: 1) Una capa circular adyacente a la mucosa, por lo que se denomina submucosa, 2) una capa intermedia con fibras oblicuas en varias direcciones, donde existen grandes vasos sanguíneos, llamándose a esta porción capa vascular, y 3) una capa longitudinal adyacente al perimetrio que suele llamarse estrato o capa subserosa (2, 3, 6, 7).

Perimetrio

Esta capa esta formada por tejido conjuntivo laxo areolar además de un mesotelio peritoneal (1, 3, 6).

2.1.4 Cérvix

Es la porción más caudal del útero, y se proyecta dentro de la cavidad de la vagina, actuando como un esfínter que evita la entrada de gérmenes al interior del útero. Se caracteriza por tener una luz reducida y paredes muy gruesas, constituyendo una barrea entre el útero y la vagina, excepto durante el estro, en el que el cérvix se dilata (1, 2).

En el cérvix se distinguen dos porciones: el endocérvix y el exocérvix, el primero localizado hacia la luz del cuerpo uterino, y el segundo localizado hacia la luz de la vagina, los cuales se distinguen fundamentalmente por las características de la mucosa, donde el endocérvix presenta epitelio de revestimiento que es cilíndrico simple, con células secretoras de moco, mientras que en el exocérvix el epitelio es estratificado plano sin queratina, que corresponde al mismo epitelio que la vagina. El resto de las capas son comunes al endocérvix y al exocérvix (1, 2, 3, 6, 9).

2.1.5 Vagina.

Es un órgano tubular que relaciona el cérvix con la vulva (1, 3, 7). Tiene un epitelio plano estratificado no queratinizado. El grosor de este epitelio se modifica por la actividad hormonal, por lo que en la etapa estrogénica (proestro y estro) el epitelio se estratifica, no así en la etapa luteínica (metaestro y diestro), en el que la progesterona provoca una disminución en el número de estratos, adelgazándose. El epitelio descansa en una lámina propia formada de tejido conjuntivo y que varía de laxo a denso de manera similar al cérvix. En la capa muscular de la vagina se presenta fibras musculares con disposición circular y longitudinal entremezcladas (1, 2, 3, 6).

2.2 CICLO ESTRAL DE LA CERDA

Los diversos tipos de folículos y estructuras transitorias son la expresión morfológica de la acción de diversas hormonas que actúan sobre la gónada femenina, regulándola en forma cíclica, y quedan involucradas en un proceso continuo que constituye el ciclo estral (2, 3,11).

Las hormonas que actúan sobre el desarrollo folicular son la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (7, 11, 12). Estas hormonas se conocen con el nombre de hormonas gonadotrópicas hipofisarias, ya que son producidas y liberadas a la sangre por la hipófisis (7).

A través de mecanismos poco conocidos, cada día un cierto número de folículos primordiales comienzan a desarrollarse hasta transformarse en folículos primarios. Este desarrollo inicial es independiente de las gonadotropinas, y los folículos continúan creciendo hasta llegar a un estado en el cual requieren de FSH para continuar su desarrollo.

La **FSH** actúa sobre los folículos secundarios, promoviendo su desarrollo, crecimiento y formación del antro (7, 11, 12). Se ha observado que la FSH induce la formación de receptores celulares para LH en las células de la granulosa, para que cuando se eleven los niveles hormonales de LH antes de la ovulación, las células respondan, favoreciendo con ello la maduración folicular y la ovulación (7, 11). La **LH** es la encargada de la maduración final del folículo, y es indispensable para que se realice la ovulación, por lo que en el momento adecuado del ciclo se produce la secreción de un pico ovulatorio de LH (7, 11, 13). Por otra parte, no existe evidencia de que en la cerda la LH sea necesaria para el desarrollo del cuerpo lúteo, en contraste con lo que sucede en las ovejas y cabras (14).

En respuesta a los cambios de concentración de FSH y LH durante el ciclo estral los ovarios producen estrógenos y progesterona (7, 11, 15, 16). Los **estrógenos** es el nombre genérico de 3 hormonas esteroideas: estradiol, estriol y estrona; la primera de ellas es la más abundante e importante (7, 11).

Para producir estradiol es necesario que las células que forman la teca interna de los folículos en desarrollo secreten andrógenos, los cuales pasan a las células de la granulosa, donde se transforman en estrógenos (11). Los estrógenos son los principales responsables de que la hembra acepte al macho durante el estro. Además, participan con otras hormonas en el crecimiento de los conductos de la glándula mamaria y favorecen el aumento del número de células ciliadas del oviducto, las que participan en el transporte del óvulo (7, 11, 15, 17).

La **progesterona** es producida fundamentalmente por el cuerpo lúteo por lo que los niveles sanguíneos de esta hormona se elevan después de la ovulación (7,12, 16). La progesterona es indispensable para el mantenimiento de la gestación, ya que inhibe las contracciones uterinas, favorece el crecimiento y secreción de las glándulas endometriales y participa en el crecimiento del sistema de ductos y tejido alveolar de la glándula mamaria (7, 11).

El ciclo estral de la cerda dura en promedio 21 días (variación de 18 a 24 días) (11, 18, 19), y en él se pueden identificar cuatro etapas:

Proestro.

Estro.

Metaestro.

Diestro.

2. 2.1 Proestro:

El proestro comienza cuando se inicia la regresión del ciclo previo, y termina al iniciarse el estro. El proestro dura de 2 a 3 días, sin embargo, su duración se puede reducir hasta a un día en las cerdas primerizas (20). En esta etapa se lleva a cabo el proceso de crecimiento y maduración folicular (11, 19). Durante el proestro los folículos en desarrollo comienzan a producir cantidades crecientes de estrógenos. Desde el punto de vista histológico durante esta etapa el número de estratos celulares que conforman el epitelio vaginal es de 10 o menos, y no se observa descamación o cornificación (2), en el estroma subepitelial es posible observar algunos polimorfonucleares. Esta etapa se caracteriza por un enrojecimiento y tumefacción de los labios vulvares, así como por una alteración en el comportamiento de la cerda, que se vuelve inquieta y deseosa de montar a otras cerdas (18).

La elevación en las concentraciones de estrógenos que ocurre durante el proestro desencadena el inicio del estro (17,19). Además los estrógenos estimulan al hipotálamo para que produzca un pico de secreción de GnRH (Hormona liberadora de gonadotropinas), que a su vez, provoca una descarga hipofisiaria de LH, la hormona responsable del desencadenamiento de la ovulación (7, 17, 18, 19, 21, 22).

2.2.2 *Estro:*

El estro es la etapa durante la cual la cerda es sexualmente receptiva al macho. Durante esta etapa ocurre la maduración final de los folículos, los cuales alcanzan su máximo nivel esteroideogénico, produciéndose un pico preovulatorio de estrógenos. La duración de esta etapa es de 2 a 3 días, sin embargo, el periodo de aceptación al macho puede prolongarse, si hay contacto con sementales (20).

Durante el estro, y como resultado de los efectos luteinizante del pico preovulatorio de LH, poco antes de la ovulación se produce una caída en los niveles de estrógenos, mientras que los niveles plasmáticos de LH se mantienen elevados durante 12 a 20 horas (19, 23). El aumento en las concentraciones de LH provoca un aumento en la producción folicular de las prostaglandinas E y F_{2α} dentro de las 10 a 12 horas previas a la ovulación. Esta producción de prostaglandinas alcanza su máximo nivel entre 2 y 3 horas antes de la ruptura folicular, lo cual es importante ya que las prostaglandinas tienen un papel vital en el proceso de la ovulación. El incremento en la concentración de prostaglandinas solamente se produce en los folículos que van a ovular (13, 24).

En la cerda la ovulación ocurre en forma espontánea, y se produce entre las 38 horas y las 40 horas después del comienzo del estro. La cerda puede ovular de 10 a 30 óvulos durante un mismo estro (19), transcurriendo unas 4 horas entre la primera y la última ovulación.

Durante el estro, la vagina de la cerda responde a los niveles elevados de estrógenos con un engrosamiento del epitelio, el cual alcanza un espesor de 12 o 13 capas, aunque algunas veces se puede llegar a observar más de 20 capas celulares (2,3). Ocasionalmente se observan algunas células cornificadas en las capas superficiales del epitelio y en el estrato germinativo se encuentran algunos leucocitos intraepiteliales (2,3). En esta etapa la porción interna de la vulva está congestionada y húmeda por las secreciones de la vagina y de otros segmentos del aparato reproductivo (11).

2.2.3 Metaestro:

Esta etapa dura de 7 a 8 días, y en ella tiene lugar el desarrollo del cuerpo lúteo (19). Al inicio del metaestro se puede observar la cornificación de las capas superficiales del epitelio vaginal (2,3). Esto es seguido por la descamación del epitelio cornificado. El número de capas de células epiteliales declina hasta llegar a solo 3 a 6 capas (2,3). También se observan células leucocitarias intraepiteliales, organizadas de tal manera que forman estructuras denominadas cistos, estructura característica de esta etapa. (3,7)

2.2.4 Diestro:

El diestro es la etapa de función plena del cuerpo lúteo (7). La duración de esta fase es de 6 a 10 días cuando no ha ocurrido la concepción, en cuyo caso el cuerpo lúteo es destruido al final del diestro por la liberación de $PGF_{2\alpha}$ de origen uterino (2,3). En cambio, los cuerpos lúteos permanecen funcionales hasta el final de la gestación en el caso de ocurrir la fecundación (19).

Bajo la influencia de la descarga de LH, las concentraciones de progesterona comienzan a aumentar dos días después de la ovulación y alcanzan su máximo nivel entre el décimo y catorceavo día (24). En ausencia de fecundación la secreción de progesterona baja hacia el día 15 del ciclo (17) debido a que se inicia la secreción de $PGF_{2\alpha}$ en las células epiteliales del endometrio, produciéndose la luteolisis (24). A diferencia de los rumiantes los estrógenos tienen una función luteotrópica en el cuerpo lúteo porcino (25, 26).

Durante el diestro, el epitelio se encuentra constituido por 3 a 6 capas celulares, y no se observa infiltración linfocitaria subepitelial ni intraepitelial. La altura de las células epiteliales de las glándulas uterinas es significativamente mayor en el metaestro y diestro (6). Los cuernos uterinos también presentan variaciones cíclicas; el endometrio es más grueso durante la fase lútea, particularmente en el diestro (2).

La selección de los folículos que se ovularán en el próximo ciclo estral se efectúa entre los días 14 y 16 del ciclo. Durante la proliferación folicular, existe un proceso continuo de crecimiento y atresia dentro de un grupo de folículos, sin embargo, es más grande el número de folículos que involucionan que el de los folículos que están destinados a la ovulación (27).

Para el día 16 se considera que existe una gran cantidad de folículos entre 1 a 6 mm de diámetro, posteriormente entre los días 16 a 21 disminuyen el número de folículos, pero

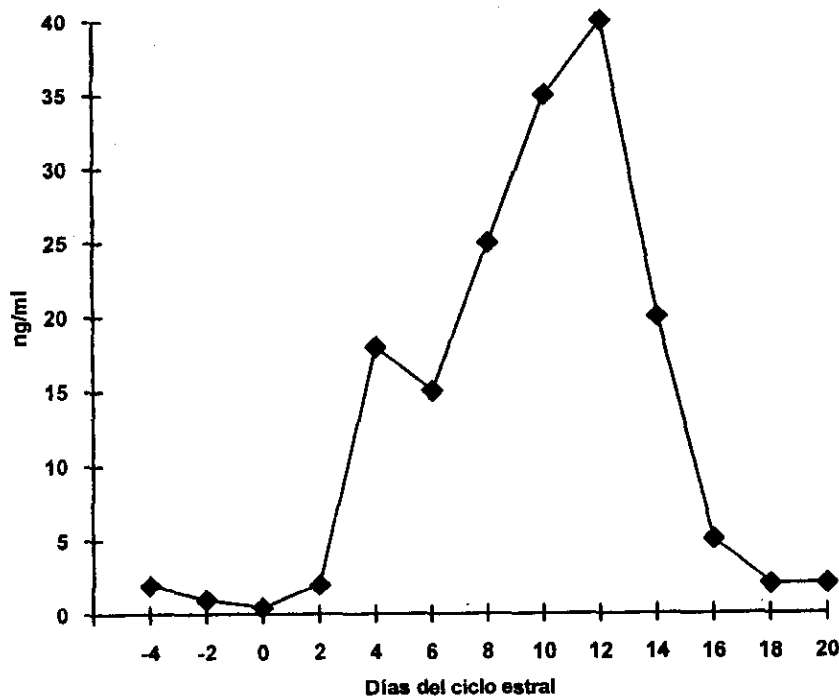
los que permanecen aumentando de tamaño para llegar a medir entre 8 a 10.5 mm de diámetro poco antes de la ovulación (28).

2.2.5 Niveles hormonales

Las concentraciones de progesterona (Figura 1) comienzan a elevarse gradualmente a partir de la ovulación, para alcanzar sus niveles máximos entre en el día 10 y el día 12 posteriores al estro. A partir de ese momento se produce una rápida caída en los niveles de progesterona de la cerda no gestante, la cual es provocada por la secreción uterina de prostaglandina $F_{2\alpha}$.

Figura 1.

Concentraciones de progesterona durante el ciclo estral en la cerda. El inicio del estro es el día 0



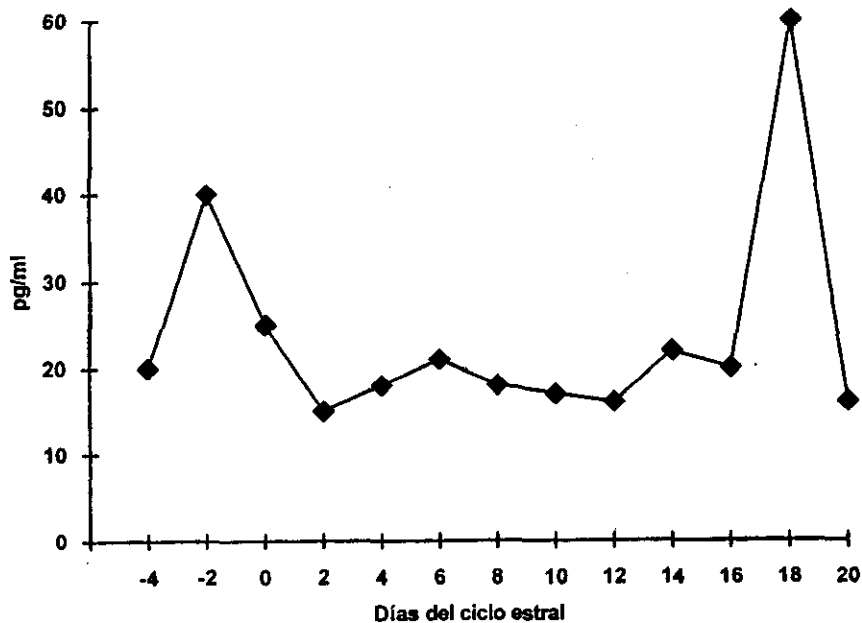
Fuente: Anderson, L.L. (11)

Los folículos preovulatorios producen estrógenos, los cuales alcanzan sus niveles máximos dos días antes del inicio del estro (Figura 2). El pico de LH que se genera en respuesta a los estrógenos afecta la bioquímica folicular, por lo que las concentraciones de estrógenos se reducen bruscamente antes del estro. Durante la fase lútea del ciclo (2 a 12 días), las concentraciones de estrógenos se mantienen bajas, para elevarse nuevamente alrededor del día 18 del ciclo, que corresponde con el desarrollo máximo de los folículos preovulatorios del siguiente ciclo.

Figura 2.

Concentraciones de estrógenos durante el ciclo estral de la cerda.

El día del inicio del estro es el día 0

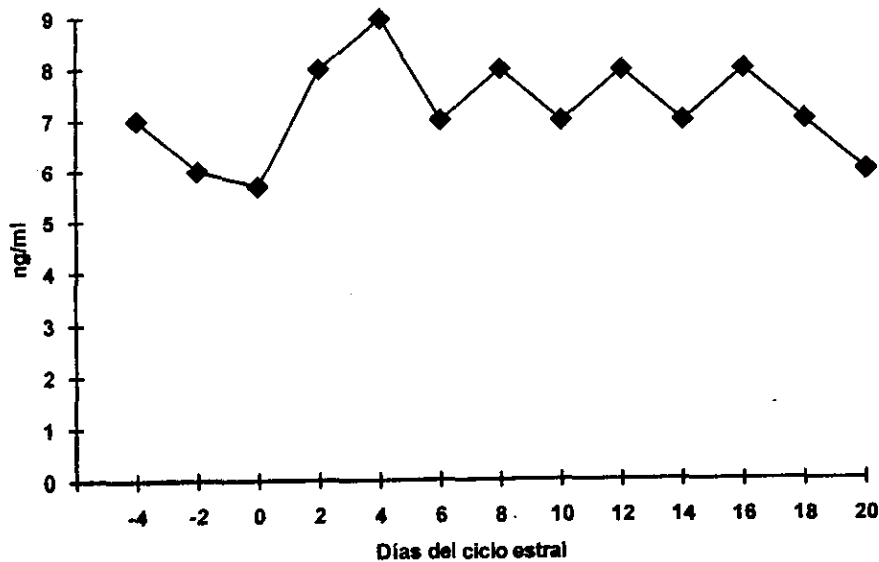


Fuente: Anderson L.L. (11)

Las concentraciones de FSH se reducen durante los 4 días previos a la ovulación debido a la gran producción de inhibina por parte de los folículos preovulatorios (11). Después de la ovulación (día 2-3) se produce una elevación post-ovulación de FSH, la cual se debe a la ausencia de retroalimentación negativa por parte del estradiol e inhibina foliculares. Durante el resto del ciclo las concentraciones de FSH fluctúan, elevándose y bajando cada 4 o 5 días en relación con las oleadas de desarrollo folicular (Figura 3).

Figura 3.

Concentraciones en el plasma de la hormona estimulante del folículo (FSH) durante el ciclo estral de la cerda.



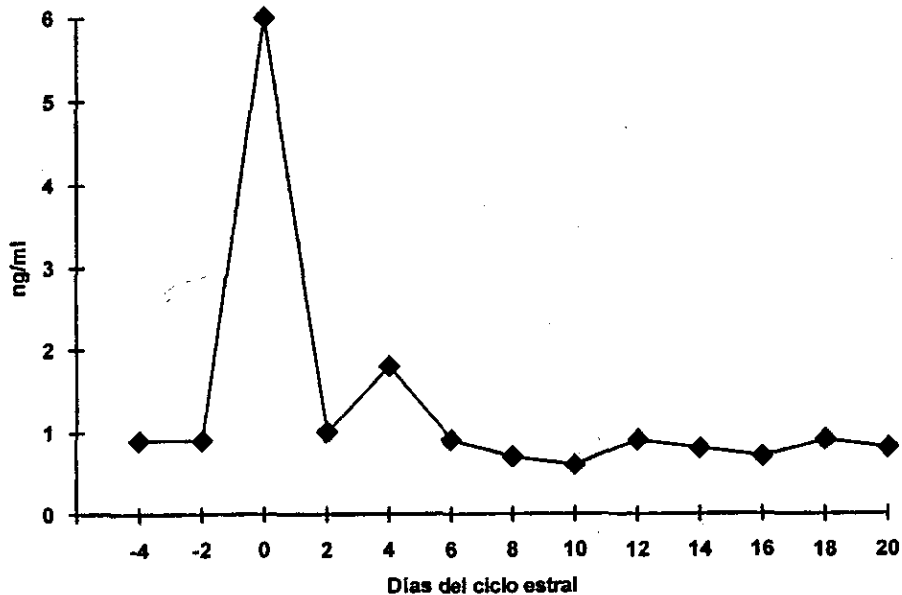
Fuente: Anderson, L.L. (11)

Las concentraciones de LH alcanzan su máximo nivel durante el pico preovulatorio de esta hormona, el cual es inducido por la presencia de grandes cantidades de estrógenos en la circulación durante los días previos. A los 3 o 4 días después del estro se produce una elevación secundaria de LH debida a la falta de retroalimentación negativa. Una vez que las concentraciones de progesterona se elevan en el día 4, ejercen un poderoso efecto de

retroalimentación negativa sobre la secreción de LH, por lo que las concentraciones de esta hormona permanecen bajas el resto del ciclo.

Figura 4.

Concentraciones en el plasma de la Hormona Luteinizante (LH) durante el ciclo estral de la cerda.



Fuente: Anderson, L.L. (11).

2.2.6 Cambios uterinos durante el ciclo estral.

En estudios realizados en cerdas jóvenes y adultas, se determinó que la longitud y el peso del útero varían en las diversas fases del ciclo estral, alcanzándose la máxima longitud y peso durante el estro y metaestro como resultado del efecto de los estrógenos ováricos (7, 29, 30).

Las variaciones morfológicas a nivel macro y microscópicas, van acompañadas de cambios en la función, ya que las secreciones del útero varían, tanto en cantidad como en composición, durante el ciclo estral (9, 31). Se ha encontrado que la cantidad de proteína recuperable en las secreciones uterinas se incrementa ligeramente entre los días 2 y 8 del

ciclo estral, pero a partir del día 12 hay un ascenso marcado, y al día 15 del ciclo se alcanzan las máximas concentraciones (50 mg) (9, 30). Los niveles máximos de proteína en las secreciones uterinas coinciden con la mayor concentración de progesterona circulante en el plasma sanguíneo (17) y posteriormente, al día 17, ambas sustancias han caído a los niveles más bajos (31).

2.3 LACTANCIA E INVOLUCIÓN UTERINA

2.3.1 Duración de la lactancia

Después del parto las cerdas comienzan una nueva etapa fisiológica denominada lactancia. Durante esta fase la mayor parte del metabolismo está orientado a la producción de leche, lo que contribuye a un incremento en los requerimientos nutricionales, siendo más altos durante esta etapa que durante la gestación (18).

Los cambios en el manejo de las explotaciones porcinas han provocado que la duración de la lactancia se haya recortado paulatinamente, siendo que hasta la década de los setentase permitía una lactancia promedio de 50 días, lo que para los ochentas se disminuyó a 21 o 28 días, siendo esta última más común. Con esto se ha logrado obtener hasta 2.5 partos por hembra al año. Esto ha permitido reducir el ciclo productivo sin afectar la viabilidad de los lechones, la cual se mantiene muy alta aun cuando la lactancia se acorta hasta 28 días. Sin embargo, la tendencia actual es a disminuir aún más la duración de la lactancia, realizándose el destete a los 14 días, o en algunos casos a los 5 días, con objeto de reducir aún más el ciclo productivo y evitar la transmisión horizontal de enfermedades infecciosas (32,33,34,35,36,37). Desafortunadamente estas lactancias tan cortas en ocasiones resultan en una reducción importante de la eficiencia reproductiva de la cerda.

2.3.2 Fisiología de la lactancia

Las cerdas se caracterizan por presentar anestro lactacional, el cual es provocado por el estímulo de los lechones al amamantar (38,39,40,41,42,43,44). El estímulo de los lechones al succionar a la cerda durante el amamantamiento provoca dos efectos diferentes. El primero es estimular la producción láctea, y el segundo consiste en iniciar una retroalimentación negativa para disminuir la producción de FSH y LH.

Fase transitoria

Si la lactancia continúa la supresión de la secreción de LH y FSH provocada por el amamantamiento resulta en una transición de un estado hipergonadotrópico a uno hipogonadotrópico (40,41,48,50, 51). Por esta razón hacia el final de la primera semana de lactancia se produce un estado de anestro profundo.

Para el día 14 posparto la LH circulante continua en niveles basales en cerdas que continúan amamantando en comparación con cerdas destetadas a los 4 días posparto (49). Durante las dos primeras semanas de la lactancia las cerdas no son capaces de responder a los estrógenos con secreción de LH debido a que los mecanismos de retroalimentación positiva no son capaces aún en ausencia de amamantamiento. Así en cerdas destetadas entre el día 10 o 14 la inyección de estrógenos no resulta en una elevación de las concentraciones de LH sanguínea durante los días subsecuentes. Lo que indica que el hipotálamo no responde a altos niveles de estrógenos (49) cuando la cerda es destetada a los 10 días de lactancia. Por esta razón el amamantamiento temprano permite que se desarrollen folículos, pero estos se convierten en quistes al no poder generarse el pico preovulatorio de LH.

Para que la cerda pueda ser destetada sin que se genere este problema es indispensable que ya este en condiciones de responder a la secreción de estrógenos foliculares con una elevación de LH y FSH (52,53).

Fase de Normalización

Esta fase consiste en la estabilización morfológica necesaria para que la presentación del estro posdestete sea de manera más rápida y que el porcentaje de fertilidad no se vea afectado.

A partir de la tercera semana de lactancia los niveles de LH y FSH se incrementan de manera continua hasta el momento del destete (42), al producirse el destete ocurre un incremento en la secreción pulsátil de LH, la cual culminará con la presentación del estro (50,54). Si la cerda se desteta en el día 10 posparto los estrógenos se incrementan pero no

hay una respuesta de secreción de GnRH, a diferencia de las cerdas que son destetadas cuando tienen más de 14 días de lactancia en las cuales los estrógenos si provocan un pico de GnRH.

2.3.3 Cambios morfológicos del útero durante la lactancia

Después del parto y durante los primeros 15 días de lactancia hay una rápida disminución en la longitud y peso del útero (69 al 70% en la primera semana posparto) (4,19,56). Posteriormente, ambas variables permanecen relativamente sin cambios durante el resto de la lactancia. A este proceso se le ha denominado involución uterina (55).

Los loquios son líquidos presentes en el útero durante el puerperio, y están compuestos por moco, sangre, líquidos fetales, fragmentos de membranas fetales y tejido materno. Los loquios son eliminados al término de la primera semana después del parto y su expulsión, así como la disminución en las dimensiones uterinas, ocurren por contracciones miometriales debidas a la secreción constante de $\text{PGF}_{2\alpha}$ después del parto, lo que aumenta el tono uterino y promueve así su involución. La secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ es más prolongada en especies con placenta de tipo cotiledonario (vaca, cabra y búfalo) que en aquellas en que es difusa (caballo y cerdo) (55).

Desde el punto de vista microscópico, el epitelio uterino muestra degeneración inmediata después del parto, pero al séptimo día se inicia una rápida regeneración, la cual se completa aproximadamente entre el día 14 y el 21 posparto (5). La regeneración del endometrio culmina antes en especies con placenta difusa que en aquellas que contienen cotiledones. En el caso del cerdo (placenta difusa), se completa entre la tercera y la cuarta semana (55,56).

La reducción en la fertilidad y prolificidad que se produce durante el estro posterior a un destete precoz es debida en parte a que la involución uterina solo se completa después de la segunda o tercera semana después del parto (4,5,55,56). Las cerdas a las que se les

suspende la lactancia a los 7 días posparto generalmente presentan estro y son servidas alrededor del día 14 o 15 posparto, por lo que los embriones llegan al útero alrededor del día 18, momento en el cual el ambiente uterino aún es adverso, evitando con ello la implantación (10,19). Segerson y Murray (10) encontraron que las cerdas examinadas al día 60 postparto exhibieron mayor concentración de proteínas específicas uterinas que las cerdas examinadas a los 27 días postparto. Estos investigadores concluyeron que el útero aún no es completamente funcional a las 3 o 4 semanas postparto. Por ello, se considera que cuando la lactancia es muy corta (<7 días), la involución uterina aún no se ha completado, lo que está asociado a un aumento de las tasas de mortalidad embrionaria en una gestación subsecuente (19).

Por otra parte, se ha demostrado que la involución uterina se logra más rápidamente en cerdas que están amamantando que en las que no lo están, lo cual se puede deber a la ausencia de esteroides ováricos provocada por el amamantamiento (19), así como a la frecuente secreción de oxitocina como respuesta a cada episodio de amamantamiento.

La involución uterina no se considera una limitante para que la cerda quede gestante nuevamente, siempre y cuando no se le dé servicio en las dos primeras semanas después del parto (55). Una vez que la involución uterina se completó, el porcentaje de fertilidad no se ve afectado por la duración de la lactancia, sin embargo el porcentaje de sobrevivencia embrionaria es más alta en cerdas con lactancias de más de 21 días (19), mientras que la sobrevivencia embrionaria disminuye en las cerdas con lactancias de menos de 7 días debido a la incompleta restauración del endometrio (55).

2.4 DESTETE

2.4.1 Fisiología del destete

Al separar a las crías de la cerda después de tres a cinco semanas de lactancia se estimula el desarrollo folicular, lo que resulta en la presentación del estro y la ovulación entre los primeros cuatro a ocho días posdestete (57). A partir del destete aumenta la secreción de GnRH por el hipotálamo, lo que provoca elevación sostenida en las concentraciones de LH y FSH en plasma (12,58,59). Esto estimula el desarrollo folicular, por lo que se presenta un aumento en las concentraciones plasmáticas de estradiol las cuales a su vez provocan un pico preovulatorio de LH (55,60). La secreción de prolactina se incrementa al acercarse el estro en cerdas destetadas (61). El intervalo entre el destete y la presentación del estro con ovulación es menor en aquellas cerdas en las que los niveles de estradiol se elevan más después del destete (60)

Las lactancias cortas afectan la morfología y velocidad de involución del útero durante el período posdestete. Así, cuando se comparan cerdas que son destetadas a los cuatro días post-parto con cerdas que fueron destetadas a los 14 días post-parto, se encuentra que el endometrio de las cerdas destetadas con más de 14 días se repara mucho más rápido que el de las destetadas con menos de 14 días (61).

Cuando el período de lactancia es largo (>56 días), el útero de la cerda experimenta un aumento significativo en su longitud durante los primeros cuatro días después del destete, pasando de 110 cm al primer día a 156 cm al cuarto día posdestete (4,5). Además, se aprecia un aumento en el tamaño de las células epiteliales y un mayor desarrollo de las glándulas uterinas debido al aumento en los niveles de estrógenos circulantes, lo que a su vez es consecuencia de un mayor desarrollo folicular (4,24,50).

Si las cerdas son destetadas después de dos días de amamantamiento, se suprime la secreción de LH y FSH, inhibiéndose el desarrollo folicular (62).

También se ha estudiado el efecto del consumo de alimento durante la gestación y la lactancia sobre el intervalo a la presentación del estro posdestete, el cual es más corto en las

cerdas que consumen más alimento (63). Esto se debe a que a partir del día 14 de lactancia existe una correlación positiva entre el contenido de energía de la dieta y las concentraciones de LH (63,64). Por lo tanto, un consumo adecuado de alimento durante la lactancia tiende a normalizar el sistema endocrino, siempre y cuando el destete ocurra de la fase de transición en adelante (58,65).

El consumo de alimento en esta etapa es importante para el crecimiento folicular (58,65,66,67,68), además de que hay que tener en cuenta que la producción láctea continuará por unos días más después del destete, por lo cual la alimentación deberá ser a libre acceso hasta la presentación del estro, para restringirla después de dicha presentación (66).

Por otra parte, la edad influencia inversamente la duración del intervalo a la presentación del estro, ya que en las cerdas multíparas el estro se presenta más pronto que en las primíparas (67). Esto se debe a que la secreción de gonadotropinas se incrementa más rápidamente en las multíparas, las cuales tienen mayores concentraciones de estradiol entre la segunda y tercera semana posparto y responden a un estímulo con GnRH con mayor secreción de FSH que las cerdas primíparas (42).

2.5 EFECTO DE LA DURACION DE LA LACTANCIA SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Se puede mencionar que en general existen 3 tipos de sistemas de manejo de la lactancia:

- Menos de 21 días de lactancia,
- De 21 a 28 días de lactancia y
- Más de 28 días de lactancia.

Desde la década pasada se iniciaron los estudios para determinar la edad de contagio de los lechones por transmisión horizontal, lo que ayudó a determinar que muchas enfermedades son transmitidas a los lechones durante la lactancia, por lo cual se decidió destetar a una edad más temprana, en algunos casos desde los 5 días de edad.

El efecto que provocan los destetes tempranos se ha venido estudiando desde los años 70's. En general se ha observado que se producen efectos negativos sobre la eficiencia reproductiva, tales como un aumento en el intervalo entre el destete y el servicio debido a un retraso en la presentación del estro (19, 23, 61, 68-82). También se han encontrado disminuciones en el número de lechones nacidos en total (68,71,73,74,77,82), en el porcentaje de fertilidad (23,78,82), y en la longevidad de la cerda (77,78). Los efectos negativos del destete precoz pueden ser más marcados conforme se reduce aún más la duración de la lactancia, y su magnitud puede verse afectados por el número de parto de la cerda.

A continuación se presenta información más detallada sobre algunos de los trabajos que han estudiado la relación existente entre los destetes tempranos y la eficiencia reproductiva:

Moody y Seer (68), utilizando en cerdas primíparas de la línea genética Yorkshire x Landrace, compararon 3 grupos con diferente duración de la lactancia (14, 21 y 28 días), encontrando que el 100% de las cerdas destetadas a los 28 días presentaron el estro posdestete, mientras que solo un 84% de las cerdas destetadas a los 14 días y el 87% de las destetadas a los 21 días presentaron estro. Además, observaron que el intervalo desde el destete a la presentación del estro disminuyó linealmente al aumentar la duración de la lactancia (5.9, 5.6 y 4.8 días respectivamente para las cerdas destetadas a los 14, 21 y 28 días). El número de embriones vivos fue de 9.3 para cerdas destetadas a los 14 días, 10.7 en las cerdas destetadas a los 21 días, y 12.2

en las cerdas destetadas a los 28 días. En resumen ellos encontraron que tanto la presentación del estro como la prolificidad son mejores en las cerdas destetadas a los 28 días que en aquellas destetadas más pronto.

Pay (69) comparó lactancias de 3 a 6 días contra lactancias de 48 días en cerdas primíparas de la línea genética Large-White x Landrace, encontrando que en las cerdas con lactancias cortas la presentación del estro tardó más que en las cerdas con lactancias largas (12.3 vs 9.9 días). La lactancia corta también afectó la fertilidad, la cual fue del 62%, en cerdas destetadas a los 3-6 días y de 93% en las cerdas destetadas a los 48 días.

En un estudio realizado por Svajgr et al. (61) en cerdas primíparas de la línea genética Yorkshire x Yorkshire-Hampshire, compararon duraciones de la lactancia de 2, 13, 24 o 35 días, observaron que los días a presentación del estro posdestete tuvieron una correlación inversa con la duración de la lactancia. Dichos autores no encontraron una diferencia significativa en la tasa de ovulación entre los distintos grupos, siendo de 8.4, 11.1, 11.2 y 11.4 óvulos respectivamente. Sin embargo, el porcentaje de óvulos fertilizados aumentó linealmente al aumentar la duración de la lactancia (81.9, 86.3, 96.5 y 98% respectivamente). La fertilidad obtenida al realizar el diagnóstico de gestación a los 28 días postservicio fue de 68, 92, 100 y 100% en los cuatro grupos de lactancia respectivamente.

Allrich et al. (72), al estudiar destetes entre los 21 a 30 días observaron que las cerdas destetadas a los 30 días presentaban el siguiente estro 3 días antes que las cerdas destetadas a los 21 días. Además, en las cerdas destetadas a los 30 días obtuvieron 9% más de embriones vivos a los 25 días de gestación (79 vs 70.7%).

Dewey et al. (73) al estudiar cerdas con lactancias entre los 14 a los 40 días en 112 granjas, observaron que el intervalo entre el destete al estro aumentó conforme se reducía la duración de la lactancia.

A partir de la década de los 90's se comenzaron a realizar más estudios sobre los efectos de lactancias con menos de 19 días de lactancia.

Xue et al. (75,76) realizaron un estudio retrospectivo en 15 granjas, en las que existían 28 grupos genéticos y la duración de la lactancia variaba entre 8 y 42 días y el número de partos era de 1 a 15, los autores llegaron a las siguientes conclusiones: a) que existe interacción entre el número de parto y la duración de la lactancia, b) que por cada día que aumenta la duración de la

lactancia se reduce en 0.3 días el intervalo entre el destete y el estro, aumenta en 0.07 el número de lechones nacidos en total, y en 0,05 el número de los lechones nacidos vivos (75). Además, al evaluar la longevidad de la cerda, observaron que esta se ve afectada al disminuir la duración de la lactancia, es decir, que las cerdas que son sometidas a lactancias cortas tienen mayor probabilidad de ser desechadas ($P < 0.0001$)(76). Por otra parte los autores mencionan que existe significancia de las interacciones: entre el número de parto y la duración de la lactancia; así como de la interacción triple entre el número de parto, la duración de la lactancia y la genética de los animales (75).

Koketsu *et al.* (77,78,79,80) analizaron la información retrospectiva de 30 granjas, observando que las granjas que utilizaron el destete temprano a los 16.7 días en promedio tuvieron más partos por hembra por año (3.9) que las granjas donde el destete se realizó a los 21.6 días, las que tuvieron 2.3 partos por año. En las granjas con destete temprano se obtuvieron más de 40 lechones destetados por año, comparado con menos de 30 lechones en las granjas donde el destete fue más tardío. Sin embargo, el porcentaje de cerdas desechadas fue 9% mayor en las cerdas con destete temprano, las cuales además tardaron 1.3 días más en presentar el estro después del destete (77). Al analizar en otro estudio el efecto del número de partos, estos autores observaron que las cerdas de primer parto tuvieron un menor porcentaje de fertilidad que las de dos partos y las de más de 7 partos ($P < 0.05$). Es decir, que existe una interacción entre la duración de la lactancia y el número de parto con respecto a la fertilidad (78). Al observar el número de lechones nacidos en total, en las cerdas de primer parto tuvieron menos lechones, y las cerdas de tercer parto fueron las que tuvieron más lechones. Sin embargo, en general al aumentar la duración de la lactancia se incrementó el número de lechones nacidos en total (79).

Tubbs *et al.* (81), al evaluar el efecto que tiene la duración de la lactancia sobre los días a presentación del estro, en un estudio recapitulativo en diferentes granjas con lactancias de entre 7 a 27 días, observaron que los días a presentación del estro tendieron a aumentar al disminuir la duración de la lactancia, siendo este intervalo de 6.05 días en lactancias de 27 días, y de 11.69 días en lactancias de 7 días.

A pesar de que todos los estudios anteriores demuestran que el destete temprano altera la eficiencia reproductiva, las necesidades sanitarias en las granjas han obligado en muchas ocasiones a la utilización de destetes tempranos, lo que ha creado la necesidad de buscar medidas

complementarias que permitan a la cerda mantener una productividad adecuada cuando es sujeta a este tipo de destetes. Una de estas medidas es la utilización de tratamientos hormonales tendientes a asegurar la presentación de un estro fértil después del destete temprano.

2.6 UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS HORMONALES EXÓGENOS

Con el objeto de reducir el tiempo requerido entre el destete y la presentación del estro, así como evitar alteraciones en la eficiencia reproductiva que pudieran desarrollarse a consecuencia del destete temprano, diversos autores han investigado el uso de productos hormonales de origen esterooidal y no-esterooidal (83-100); las diversas sustancias que han sido empleadas son:

Gonadotropina coriónica humana (hCG)

Hormona estimulante de los folículos (FSH)

Progesterona,

Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG),

Methallibure,

Altrenogest,

Estradiol,

Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

A continuación se presentan algunos estudios realizados con los productos antes mencionados, separando la información de cerdas nulíparas, cerdas destetadas y cerdas lactantes.

Utilización de gonadotropinas (PMSG y/o hCG), solas o en combinación con otros productos

Desde la década de los sesentas se han utilizado diversos tratamientos basados en la administración de gonadotropinas, sin embargo, su uso estaba encaminado a la sincronización del estro o al aumento de la tasa ovulatoria o del tamaño de la camada. En esa época los destetes se hacían por lo general a los 28 días o más, dando excelentes resultados. Sin embargo, al ir reduciéndose la duración de la lactancia, fue necesario pensar en medidas complementarias para ayudar a la normalización neuroendócrina de la cerda, de tal forma que no se afectara la productividad. Por esta razón la mayor parte de los estudios que a continuación se describirán están encaminados a la reducción del intervalo destete a la presentación del estro, y al incremento del tamaño de camada.

Dziuk *et al.* (89) investigaron el efecto del tratamiento combinado de PMSG con hCG y estradiol en cerdas primíparas; ellos observaron que 3 o 4 días después de la administración de las hormonas se presentó el estro, en comparación con lo que ocurrió a cerdas tratadas con 6-metil-

17-hidroxiprogesterona más hCG, en donde el estro se presentó entre el día 6 y el 15 de tratamiento. Los investigadores concluyeron que ambos tipos de tratamientos hormonales inducen el estro, sin verse afectada la concepción ni la eficiencia reproductiva.

Arias et al. (91) administraron 5 mg de methalibure por 20 días, y el día 21 administraron 1000 UI de PMSG, con lo cual el 93% de las cerdas presentaron estro después de 24 a 36 horas de inyectada la PMSG y la ovulación ocurrió de 26 a 36 horas después de iniciado el estro.

Por otra parte, Christenson y Teague (83), trabajando con en cerdas destetadas entre la tercera y la sexta semanas de lactancia, administraron 1000 UI de PMSG al día siguiente del destete, y 5000 UI de hCG 72 horas después, observaron que las hembras tratadas presentaron el estro en un periodo de 2 días después del tratamiento, en comparación con 7 días en las cerdas que no recibieron hormonas.

En cerdas destetadas después de los 21 días de lactancia la administración de PG 600 estimuló la presentación del estro posdestete en corto tiempo (98,99).

En cerdas destetadas a los 11 días posparto y a las cuales se les aplicó una dosis de PG 600, se encontró que la presentación de estros fue de 75% durante los primeros 4.1 días, comparado con un 21% en 5.9 días en las cerdas no tratadas. Las cerdas tratadas con PG 600 tuvieron 5,2 ovulaciones, más que las cerdas no tratadas (100).

Elliot et al (38), administraron PG 600 dos días después del destete seguido de una aplicación de hCG a las 48 horas después, provocando con ello la ovulación en cerdas con lactancias de menos de 14 días.

En la actualidad casi no existe información sobre el uso de gonadotropinas en cerdas destetadas antes de los 14 días de lactancia, sin embargo, los anteriores estudios aunque realizados en su mayor parte en cerdas con destetes tardíos, sugieren la necesidad de continuar realizando estudios con estas hormonas para ayudar a mejorar la eficiencia reproductiva de las cerdas destetadas en forma temprana.

Altrenogest

El uso de Altrenogest tiene como objetivo primordial la continuación de los altos niveles circulantes de progesterona, de tal forma que al suprimir su presentación se produzca la sincronización del estro. Los primeros estudios en cerdas son de los años setentas, utilizaron con cerdas destetadas entre los 21 a los 28 días de lactancia; sin embargo en la actualidad ofrece una alternativa para las cerdas destetadas tempranamente, ya que su uso podría retrasar el reinicio de la actividad folicular permitiendo que la involución uterina se complete antes de que se presente el estro.

Itoh et al (92) administraron 20 mg de Altrenogest por 18 días empezando el día 19 o el día 3 del ciclo estral en cerdas nulíparas. La presentación del estro ocurrió en 93.8% y 95.2% de los animales entre 4 a 6 días después de suspender el tratamiento. La duración del estro fue de 48 ± 13.6 vs 60 ± 22 horas, la fertilidad fue del 80.8% vs 85.7% y la duración de los cuerpos lúteos fue de 15.7 ± 3.5 vs 15.7 ± 3.9 días respectivamente.

Trujillo et al. (97), estudiaron la sincronización del estro usando el efecto del Altrenogest a una dosis de 20 mg por 18 días consecutivos en hembras nulíparas. En primíparas y en hembras de dos a cinco partos el compuesto se administró por tres días consecutivos a partir del destete realizado a los 20 días, encontraron significancia ($P < 0.05$) en el número de días a la presentación a estro en cerdas primíparas las que tardaron 2.5 días más cuando recibieron el tratamiento en comparación con las no tratadas (5.4 vs 7.9 días), sin embargo, la fertilidad en el grupo tratado fue de 13% más que el el grupo testigo (83.33 % vs 96.66%).

Por otra parte, Costa et al. (84), al evaluar el Altrenogest a dosis de 20 mg y 40 mg durante 18 días en hembras lactantes, encontraron que el estro se presentó alrededor de 8 días después de suspendido el tratamiento, independientemente de la dosis empleada.

En un estudio posterior, Costa et al. (85) compararon el Altrenogest a una dosis de 20 mg combinado o no con gonadotropinas, los parámetros evaluados fueron: el número de lechones destetados, peso de la camada al destete, el peso de la hembra al destete, peso de la hembra en su siguiente estro, el porcentaje de fertilidad y los lechones nacidos vivos en el siguiente parto. Estos investigadores no encontraron diferencia significativa en la mayoría de las variables, pero sí en los

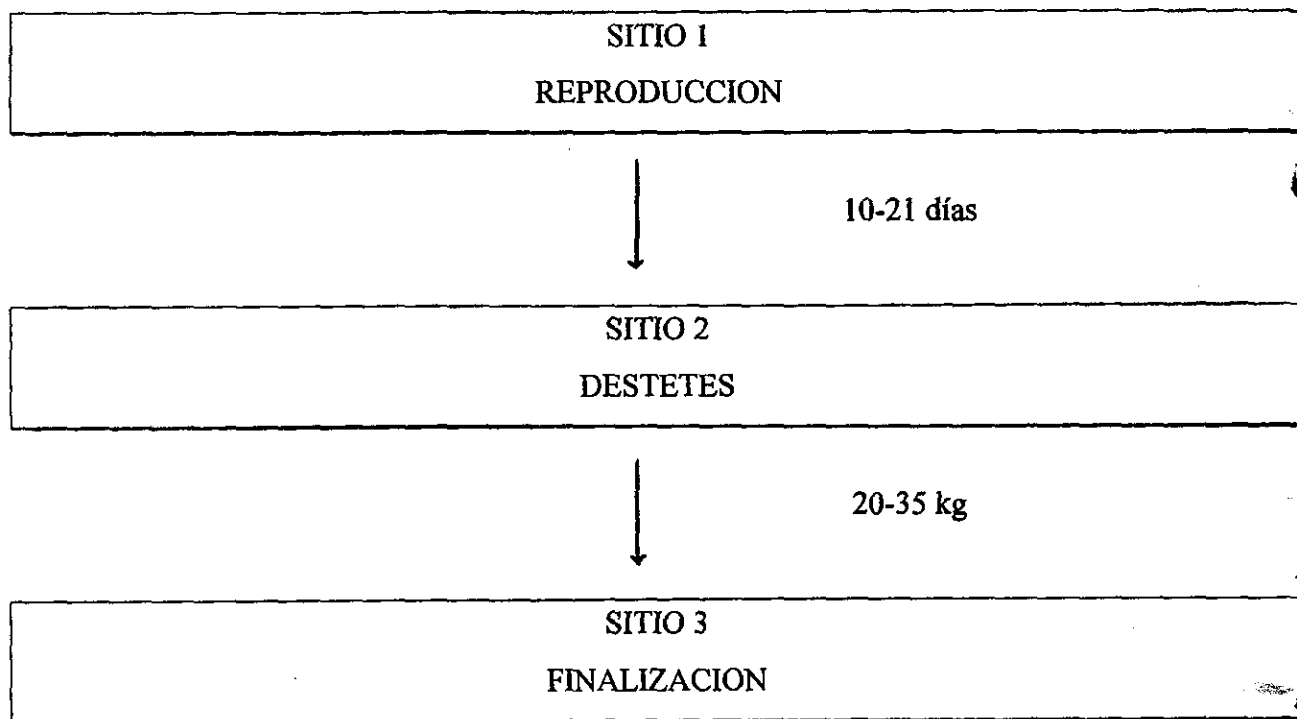
días transcurridos entre el destete y la presentación del estro. El valor que obtuvieron fue de 16 días menos en el grupo tratado con altrenogest más gonadotropinas.

Una estrategia que se ha observado en cerdas destetadas tempranamente (menos de 14 días), es el uso de Altrenogest por 10 a 14 días consecutivos en una dosis de 15 a 20 mg/día, con el objetivo es retrasar la presentación del estro y permitir la correcta regresión folicular, lo cual que se producirá consecuencia de la supresión de la secreción de gonadotropinas (53).

2.7 DESTETE TEMPRANO EN GRANJAS MULTI-SITIOS

Harris (101,102) propuso la separación de las etapas de producción en tres sitios físicos independientes (Isowean) y posteriormente en sitios múltiples de producción con el objetivo de simplificar la técnica de segregación, es decir, separar a los lechones de su madre a temprana edad (menos de 21 días) para ser llevados a otra explotación.

Figura 5
Tres sitios de producción



Fuente Harris H. 1994 (103)

Los sitios múltiples de aislamiento proveen una separación de la cadena de producción y por lo tanto disminuyen el riesgo de transmisión de enfermedades, ya sea de manera vertical u horizontal, además de la eliminación y control de enfermedades en forma rápida (101,102,103,104).

En el sistema de tres sitios de producción el primer sitio está formado por las áreas de servicios, gestación y maternidad. Los cerdos son destetados (a los 21 días como máximo) y son trasladados a un segundo sitio, en donde permanecen hasta alcanzar de 20 a 35 kg de peso, para posteriormente ser trasladados al tercer sitio, en donde los cerdos se encuentran en las etapas de desarrollo y finalización, o en algunos casos solo finalización (102,103). Los tres sitios están aislados uno del otro (dos a tres kilómetros entre los sitios) y se siguen estrictas medidas preventivas en materia de movimiento de personal y transporte, además de que en todos los sitios se utiliza el manejo de "todo-dentro/todo-fuera" (102,103,105,106)

Las salas de destete se construyen para poder albergar animales desde los 5 días de edad en caso de que exista la necesidad de eliminar ciertos agentes que se presentan en el sitio uno (107). Esto se debe a que la transmisión o contagio de los lechones se da en edades muy tempranas, por lo cual la edad a la que se debe destetar a los lechones varía dependiendo del agente que se desee controlar (Figura 6).

Figura 6. Edad de destete recomendada para la eliminación de diferentes agentes infecciosos en cerdos.

Agente	Edad (días)
Pasterella multocida	10
Mycoplasma hyopneumoniae	10
Actinobacillus pleuroneumoniae	21
Virus de la enfermedad de Aujeszky	21
Virus de GET	21
Serpulina hyodysenteriae	21
PRRS	21

Fuente: Harris, H 1994 (103)

Los cerdos provenientes de sistemas de tres sitios y sitios múltiples de producción obtienen mayores ganancias de peso, tienen mejor conversión alimenticia y mayor depósito de tejido muscular. Estos logros son muy importantes si se comparan con los obtenidos en sistemas de flujos continuos (104,106) (Figuras 7 y 8).

Figura 7

Efecto del sistema de tres sitios de producción en la productividad de la hembra

	Flujo continuo	Tres sitios
Número de hembras	140	250
Lechones nacidos vivos	9.5-10	9.4-10.1
Días destete a estro	5.7	6.3
Cerdos destetados/hembra/año	18-20	22-23
Días al mercado	180	150-160

Fuente Dee S. 1993 (107)

Figura 8

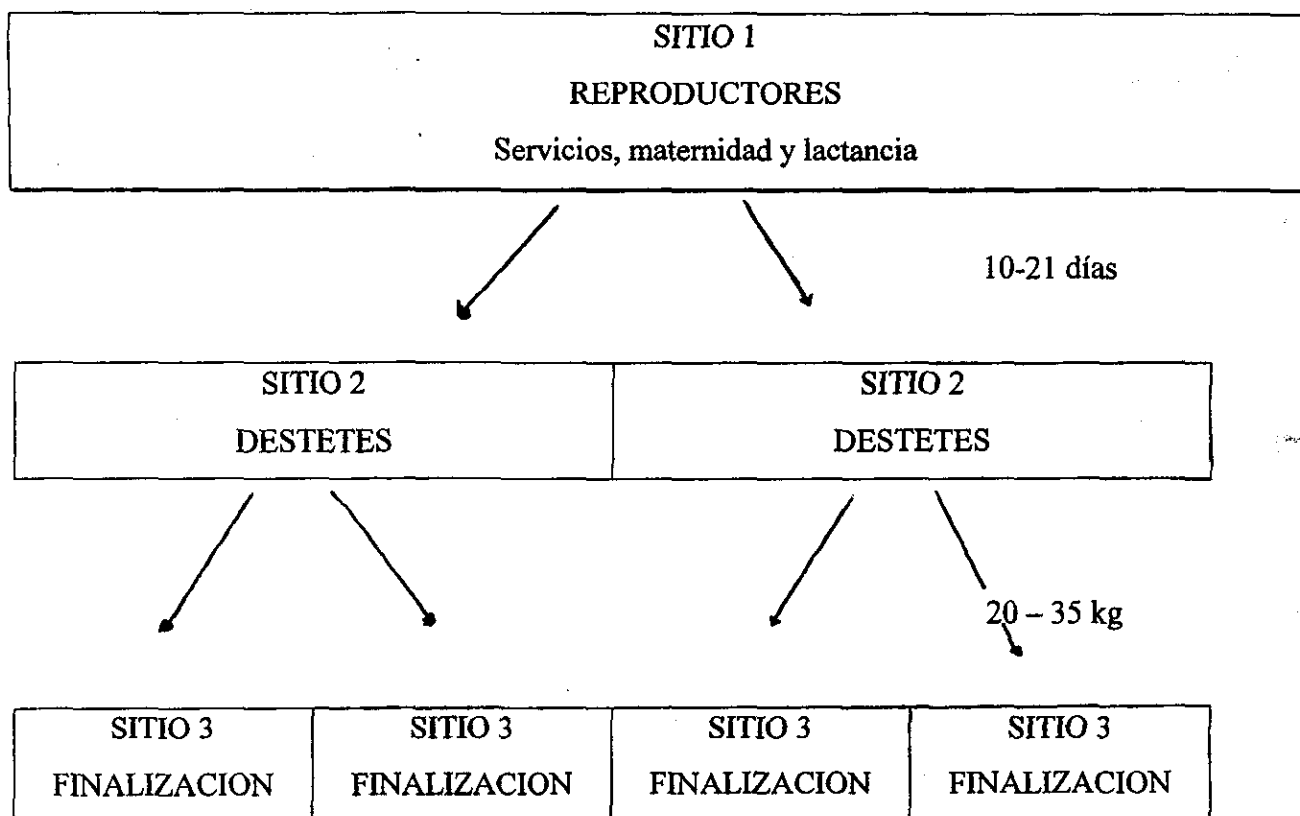
Peso promedio (kg) de los lechones destetados a los 21 días de edad manejados por Isowean o en una granja convencional

	Edad en días		
	35	49	63
Isowean	10.21±1.97	17.25±3.31	25.07±3.20
Granja convencional	7.25±1.38	11.00±2.92	16.22±3.01

Fuente Benito VR, 1992 (108)

Adicionalmente, el incremento en el inventario de animales dentro de las explotaciones aumenta los riesgos de transmisión de enfermedades, por lo cual el sistema de tres sitios múltiples ofrece la alternativa de reducir aún más los riesgos (109).

Figura 9
Sistema de tres sitios múltiples



Es pues evidente que el destete temprano en combinación con el sistema Isowean puede resultar en un aumento en la productividad y disminución en la transmisión de enfermedades infecciosas. Sin embargo, la reducción en la eficiencia reproductiva que se presenta después de lactancias cortas hace necesario buscar sistemas auxiliares que permitan mejorar la eficiencia reproductiva en cerdas cuyos lechones son destetados en forma temprana.

III. Justificación

En los nuevos sistemas de producción, se ha mostrado que al destetar a los lechones a más corta edad se evita la transmisión de enfermedades por parte de su madre. Sin embargo, al disminuir la lactancia a menos de 21 días la cerda sufre un desequilibrio que altera su eficiencia reproductiva posterior llegando en ocasiones inclusive provoca el desecho de la hembra . Por tal razón, necesario realizar estudios que ayuden a mejorar la eficiencia reproductiva de las hembras destetadas con menos de 21 días de lactancia. En el primer trabajo de esta tesis se realizó una evaluación detallada de los efectos del destete precoz en cerdas con diferente número de partos, y en los estudios posteriores se evaluaron los efectos de diversos tratamientos hormonales sobre la eficiencia reproductiva y la actividad ovárica de cerdas destetadas en forma temprana.

IV Objetivos

- 1) Evaluar en hembras de diferente número de partos, la eficiencia reproductiva posdestete que se obtiene al reducir la duración de la lactancia de 21 a 13 días.
- 2) Comparar el efecto del progestágeno sintético Altrenogest y del producto conocido como PG 600 (400 UI de PMSG y 200 UI de hCG) sobre la eficiencia reproductiva en hembras destetadas a los 15 días de lactancia.
- 3) Caracterizar los niveles fecales de estradiol entre el destete y el primer estro postratamiento en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia, y tratadas con PG 600 al destete y a las 48 horas posdestete.
- 4) Evaluar la citología vaginal desde el destete hasta el primer estro postratamiento en hembras destetadas a los 15 días de lactancia y tratadas con PG 600 al destete y a las 48 horas posdestete.

V. Material y Métodos

Ubicación de la granja

El estudio se realizó en una granja con aproximadamente 2000 cerdas, localizada en San Juan de los Lagos. La granja está caracterizada como granja en sitios múltiples o "Granja tres sitios" donde:

En el sitio 1 se encuentra el hato reproductor y los lechones desde el nacimiento hasta los 15 días de edad.

En el sitio 2 se encuentran los cerdos de las etapas de crianza y crecimiento, es decir, cerdos desde el destete hasta los 25 a 30 kg de peso.

En el sitio 3, se encuentran los cerdos de la etapa de finalización o de engorda, es decir, desde los 25 o 30 kg hasta el peso a mercado (100 kg aproximadamente).

Animales experimentales

Para el experimento 1 y 3:

Se utilizaron hembras lactantes híbridas de líneas comerciales de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 partos.

Para el experimento 2:

Se utilizaron hembras lactantes híbridas de líneas denominadas Progenitoras y Reproductoras, de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 partos.

Procedimiento

Las hembras fueron alojadas en jaulas de maternidad tipo europeo con corraleta frontal, y después del destete fueron alojadas en jaula en uno de los edificios de servicios para la detección del estro. Los destetes en esta explotación se realizan diariamente, lo cual facilitó la realización del estudio.

Detección del estro

El estro se detectó visualmente con la ayuda de un semental se paseó por enfrente de la jaula 2 veces al día (mañana y por la tarde).

Servicios

Experimento 1:

Después de detectada la cerda en estro se le dio servicio por monta natural dos veces de la siguiente forma: a las 24 horas de detectado el inicio del estro, repitiéndose el servicio a las 12 horas de la primera monta.

Experimento 2 y 3

Después de detectada la cerda en estro se le dio inseminación artificial a las 24 y 36 horas después de iniciado el estro.

Segunda: A las 12 horas de la primera inseminación.

Diagnóstico de gestación

Se realizó en dos ocasiones; la primera por no retorno a estro, consistente en la observación visual (edematización de la vulva), mediante la prueba de cabalgue y por el paseo del semental dos veces al día entre los días 18 a 24 postservicio, y la segunda a través de ultrasonido a los 30 días postservicio.

En el alimento para el área de maternidad tenía la siguiente composición:

Materia seca (%)	90
Humedad (%)	10
Proteína cruda (%)	18.1
Extracto etéreo (%)	10.1
Cenizas (%)	5
Fibra cruda (%)	4.5
Extracto libre de nitrógeno (%)	51.5
T.N.D. (%)	83
Energía digestible (Kcal/kg)	3666
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3000

Experimentos

Experimento 1. Efecto de la disminución de los días de lactancia sobre el intervalo a la presentación del estro posdestete y sobre la fertilidad en cerdas con diferente número de parto

Se utilizaron 1620 hembras lactando, divididas en 6 grupos de 270 hembras de acuerdo al número de parto de las cerdas, es decir, del 1 al 6.

Cada grupo se dividió en 9 subgrupos de 30 cerdas cada uno de acuerdo a la duración de la lactancia. El primer subgrupo se destetó a los 21 días y en los otros 8 subgrupos, el período de lactancia se redujo respectivamente a 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14 y 13 días.

Se utilizó la prueba de x^2 para evaluar el efecto del número de partos y de la duración de la lactancia sobre el porcentaje de cerdas que presentaron estro y el porcentaje de fertilidad a primer servicio.

Se utilizó el análisis de varianza para evaluar los efectos del número de partos, la duración de la lactancia y su interacción sobre el intervalo (días) a la presentación del estro, el número de nacidos vivos como resultado del primer servicio, el número de lechones nacidos muertos y el número total de lechones. En caso de haber diferencia significativa se realizaron comparaciones múltiples de medias a través de la prueba de Tukey (110).

Experimento 2. Efecto del uso de altrenogest y de PG 600 en la eficiencia reproductiva de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

Se utilizaron 225 hembras progenitoras y 225 hembras reproductoras. Todas ellas fueron destetadas a los 15 días posparto las cerdas de cada genotipo se dividieron en 5 grupos de 45 cerdas cada uno, cada grupo fue correspondiente al número de parto de las cerdas, es decir, del 1 al 5. Cada grupo se subdividió a su vez en 3 subgrupos de 15 cerdas cada uno los cuales recibieron los siguientes tratamientos: testigo, Altrenogest o PG 600.

Las cerdas del grupo testigo recibieron el manejo convencional de la granja para esta etapa, consistente en alojar a las cerdas en jaulas individuales a partir del destete, detectar el estro y realizar la inseminación artificial.

Las cerdas del grupo Altrenogest recibieron por vía oral una dosis de 20 mg de Altrenogest por animal por día durante 3 días consecutivos a partir del día de destete, realizándose el manejo reproductivo igual que en el grupo testigo.

A las cerdas del grupo PG 600 se les aplicaron 400 UI de PMSG y 200 UI de hCG por vía intramuscular en una sola aplicación el día del destete, realizándose el manejo reproductivo igual que en el grupo testigo.

La fertilidad a primer servicio, número de hembras repetidoras y número de hembras paridas fue analizado por la prueba de x^2 (110).

Los efectos del número de parto, tratamiento y genotipo, así como sus interacciones sobre el intervalo (días) a la presentación del estro, número de lechones nacidos vivos, nacidos muertos,

momias y total de lechones fueron analizadas mediante análisis de varianza y la prueba de Tukey para comparaciones múltiples (110).

Experimento 3. Evaluación de las características del reinicio de actividad ovárica en las cerdas tratadas con PG 600. Niveles de estradiol en heces y biopsia vaginal

Este experimento comprendió dos fases:

Fase 1. Evaluación de la técnica para la determinación de estradiol en heces porcinas, comparando dos métodos de extracción y dos métodos de ensayo comerciales.

Se midieron las concentraciones de estradiol en 10 muestras de heces de cerdas obtenidas a los 15 días de lactancia, las cuales se recogieron del piso de las jaulas individuales entre las 6 y las 8 de la mañana, fueron colocadas en bolsas de plástico, identificadas y congeladas a -20°C hasta su procesamiento. Cada muestra fue analizada utilizando dos métodos distintos de extracción y dos diferentes métodos de radioinmunoanálisis.

Los **métodos de extracción** que se compararon fueron los siguientes:

Método A, consistió en la extracción con cloroformo y eter de petróleo, de acuerdo a lo descrito por Möstl *et al.* 1984 (111).

El método B, consistió en una extracción con agua bidestilada de acuerdo a lo descrito por Sanders *et al.* 1994 (112), al cual se le realizaron algunas modificaciones, como fueron agitar la muestra por 5 minutos y centrifugarla por 5 minutos a 1500 rpm antes de su cuantificación.

Los métodos de radioinmunoanálisis comparados para estradiol fueron dos estuches comerciales. En uno se emplea una fase sólida (Coat A Coat, Diagnostic Products Corporation) para separación de las fracciones libre y unida, mientras que el otro método utiliza un doble anticuerpo para la separación (Double Antibody Estradiol, Diagnostic Products Corporation).

Como se describirá en la sección de resultados, se encontró que el método A de extracción no fue eficiente. También se determinó que el kit de fase sólida fue más adecuado. Por esta razón se escogió el método B y el kit de fase sólida para continuar con la siguiente fase de evaluación, consistente en la determinación por triplicado de los niveles de estradiol en cerdas en diferentes días posdestete, con el objeto de calcular la precisión (coeficiente de varianza intraensayo) de las

determinaciones. Para ello en 3 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia se tomaron muestras de heces diariamente desde el destete (día 1) hasta el día 6 posterior al destete, las cuales se congelaron a -20°C hasta su procesamiento.

Con el objeto de determinar la recuperación de los niveles de estradiol, a una muestra de cada día de cada cerda se le añadieron 10,000 cuentas totales de estradiol antes de la extracción, procediendo después a realizar la extracción, y a determinar el porcentaje de recuperación de la hormona marcada en: a) sedimento, b) papel filtro, y c) sedimento del líquido centrifugado.

Para la prueba de paralelismo, a una muestra con valores altos (146 pg/g) y a otra con valores bajos (33 pg/g) de estradiol se les agregaron 200, 100, 50 y 25 pg/ml de estradiol, procediéndose a hacer la extracción y determinación de la hormona.

Una vez establecidas las condiciones del radioinmunoanálisis se procedió a la fase 2 del estudio.

Fase 2. Determinación de estradiol en heces de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia y que recibieron diferentes tratamientos hormonales

Para determinar las concentraciones diarias de estradiol en heces desde el destete hasta la presentación del estro en cerdas que recibieron diferentes tratamientos se utilizaron 30 cerdas destetadas de primer parto a los 15 días de lactancia, las cuales fueron divididas en 3 grupos de 10 animales cada uno, que recibieron los siguientes tratamientos: Grupo PG 600, al cual se le administró una dosis de PG 600 al destete, Grupo PG 600-48 a las que se les dio una dosis de PG 600 a las 48 horas del destete, y el Grupo testigo, a las cuales no se les suministró ningún tratamiento. De todos los animales se obtuvo una muestra de heces (tomada del piso de las jaulas individuales) cada día desde el destete hasta la presentación del estro, manteniéndose congeladas a -20°C hasta ser extraídas por el método de Sanders *et al.* (112) para la determinación de estradiol mediante radioinmunoanálisis de fase sólida.

Adicionalmente, la mitad de las cerdas de cada grupo fueron sangradas una vez al día desde el destete hasta la presentación del estro con el objeto de evaluar el efecto del estrés provocado por los sangrados.

Por otra parte, a todas las cerdas se les realizaron biopsias vaginales diariamente desde el destete hasta el día de la presentación del estro.

VI Resultados

Experimento 1

En el cuadro 1 se observa que el intervalo a la presentación del estro en promedio fue significativamente ($P < 0.05$) mayor en cerdas destetadas a los 13 días de lactancia (7.4 ± 0.3 días) que en aquellas destetadas a los 19 (5.5 ± 0.3), 20 (5.1 ± 0.3) o 21 (5.2 ± 0.3) días de lactancia. Las cerdas destetadas entre los 14 y los 18 días tuvieron intervalos al estro intermedios. Aunque esta tendencia general a que el intervalo al estro se acortara conforme se alargaba la lactancia, se observó en cerdas de todos los números de partos, solamente fue significativa en las de primer, cuarto y quinto parto, en las cuales el intervalo se acortó en más de cuatro días en las cerdas destetadas a los 21 días de lactancia a comparación con las destetadas a los 13 días. Por otra parte, si se analiza el intervalo del destete al estro de acuerdo al número de parto se puede observar que el menor intervalo se obtuvo en las cerdas de sexto parto (5.0 ± 0.4), el cual fue significativamente menor a los encontrados en las de primer parto y en las de quinto parto.

En el cuadro 2 se observa que en general el porcentaje de fertilidad fue menor en las lactancias más cortas, y mayor en las lactancias de más duración. Este efecto fue mayor en los partos 1, 2 y 3, en los que la fertilidad disminuyó de un 96%-100% cuando se destetó a los 21 días, a un 83-86% al destetar a los 13 días de lactancia. Las cerdas de quinto parto y sexto parto fueron más fértiles que las demás, y en ellas la fertilidad no se vió afectada por la duración de la lactancia.

El número total de lechones nacidos (Cuadro 3) solamente tuvo efecto significativo del número de partos ($P < 0.01$), encontrándose un número significativamente menor de lechones totales en las cerdas de primero y segundo parto (10.5 ± 0.4) que en aquellos de sexto parto (11.6 ± 0.3). La duración de la lactancia no tuvo efecto significativo sobre el número de lechones totales. Tanto el número de lechones nacidos vivos (Cuadro 4) como los lechones nacidos muertos (Cuadro 5) fueron significativamente afectados ($P < 0.05$) por el número de partos y por la duración de la lactancia, sin haber interacción significativa entre ambas variables. Así, el número de lechones nacidos vivos en promedio fue significativamente menor en cerdas de primer parto (9.7 ± 0.3) que en aquellas con 6 partos (10.6 ± 0.3). También fue menor en las cerdas destetadas a los 13

días comparadas con las demás, aunque la diferencia sólo fue significativa al comparar las cerdas de 13 (9.4 ± 0.3) con las de 15 (10.7 ± 0.2) días de lactancia.

Las variaciones en el número de lechones nacidos muertos produjeron en forma errática, sin aumentar o disminuir en forma consistente conforme aumentaba el número de partos o la duración de la lactancia.

Experimento 2:

En el cuadro 6, se observa que las cerdas de primer y segundo parto tuvieron un intervalo más largo a la presentación del estro que las cerdas de 3, 4 o 5 partos ($P < 0.05$). Este efecto del número de parto fue mucho más marcado en las cerdas tratadas con Altrenogest que en las cerdas de los otros grupos. Por otra parte, el intervalo a la presentación del estro fue mayor ($P < 0.01$) en las cerdas tratadas con Altrenogest (7.8 ± 0.1 días) que en las tratadas con PG 600 (4.3 ± 0.1) o en las testigo (4.8 ± 0.1). También entre estos dos últimos grupos hubo diferencias significativas, siendo el intervalo más corto ($P < 0.05$) en las cerdas tratadas con PG 600 que en las testigo. Los efectos de los tratamientos sobre el intervalo a la presentación del estro se mantuvieron independientemente del número de parto de las cerdas. Por otra parte, en el cuadro 7 se observa que el efecto negativo del Altrenogest se presentó tanto en las cerdas progenitoras como en las reproductoras; en cambio la ligera reducción del intervalo provocada por el tratamiento con PG 600 solamente se observó en las cerdas reproductoras.

En el cuadro 8, se muestra que el porcentaje de fertilidad observado en todos los grupos fue superior al esperado en la granja (88%). Aunque la fertilidad del grupo tratado con Altrenogest tendió a ser menor que la de los otros grupos, las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$).

El cuadro 9 muestra que el mayor número promedio de lechones nacidos en total ocurrió en el grupo testigo (10.9 ± 0.2), siendo significativamente ($P < 0.05$) superior al observado a las cerdas tratadas con Altrenogest (9.8 ± 0.2) pero no al de las cerdas tratadas con PG 600 (10.4 ± 0.2). El efecto negativo del Altrenogest sobre el número de lechones nacidos vivos fue mucho más marcado en las cerdas progenitoras que en las cerdas reproductoras (Cuadro 10).

Las diferencias entre PG 600 y Altrenogest con respecto al número total de lechones no fueron significativas ($P > 0.05$).

El número de lechones nacidos vivos (Cuadro 11) también fue superior en el grupo testigo (9.8 ± 0.2) comparado con el grupo tratado con Altrenogest (8.8 ± 0.2), siendo la diferencia significativa ($P < 0.05$). El número de lechones nacidos vivos en el grupo PG 600 no fue diferente a ninguno de los otros grupos, aunque tendió a ser menor al del grupo testigo. Las cerdas de cuarto parto tuvieron menos lechones nacidos vivos que las cerdas de primer, segundo o tercer parto ($P > 0.05$). El efecto negativo del Altrenogest sobre el número de lechones nacidos vivos se mantuvo en las cerdas de cualquier número de parto. El efecto negativo del Altrenogest sobre el número de lechones nacidos vivos fue mucho más marcado en las cerdas progenitoras (Cuadro 12). El número de lechones nacidos muertos (Cuadro 13) aumentó conforme aumentaba el número de partos, siendo significativamente mayor en las cerdas de cinco partos (1.1 ± 0.1) que en las de uno (0.5 ± 0.1) o dos (0.6 ± 0.1) partos. Los tratamientos no tuvieron ningún efecto sobre el número de lechones nacidos muertos. Tampoco la línea genética tuvo efectos sobre el número de lechones nacidos muertos (Cuadro 14). El número de momias (Cuadro 15) no se vio afectado ni por el número de partos ni por el tratamiento. Sin embargo, existió un efecto significativo del grupo genético (Cuadro 16), ya que el número promedio de momias fue significativamente superior en las cerdas progenitoras que en las reproductoras ($P < 0.05$).

Para calcular el costo diferencial de los tratamientos se consideró: el costo de las hormonas utilizadas en cada grupo, así como el costo de la alimentación durante los días que transcurrieron desde el destete hasta la presentación del estro. En el cuadro 17 se muestran los costos unitarios asociados a cada tratamiento, observándose que el costo por cerda es considerablemente más elevado para el tratamiento con Altrenogest. En el cuadro 18 se observa el costo-beneficio relacionados a cada tratamiento, mostrándose que el grupo testigo cuesta menos por cada lechón producido.

Experimento 3

En el cuadro 19, se muestra las concentraciones de estradiol medida con cada uno de los métodos de extracción y de RIA a las muestras de cerdas que se encontraban en el día 15 de lactancia. Se puede observar que el método A de extracción no es efectivo, ya que los valores de

estradiol encontrados al utilizar este método fueron sumamente bajos independientemente del método de RIA fueron capaces de detectar la presencia de estradiol. Con base a los resultados se decidió utilizar el método de extracción B para la extracción y el método de RIA en fase sólida para las determinaciones hormonales. En el cuadro 20 se observa que el coeficiente de variación intraensayo obtenido al utilizar los métodos de extracción B y RIA de fase sólida con una variación entre 6% y 40%, siendo en promedio de 18.91%

En la figura 1, se muestran los resultados de paralelismo, donde se observa que las concentraciones de estradiol medidas al realizar diferentes diluciones fueron muy cercanas a lo esperado. En cuanto a la recuperación del estradiol anádido de un 76%, determinándose que es en el papel filtro donde se pierde el mayor porcentaje del mismo (12%)(Cuadro 21).

En cuanto a los parámetros reproductivos (Cuadro 22), los días a la presentación del estro fueron significativamente menos ($P>0.05$) en las hembras no sangradas, comparadas con las sangradas. Además al analizar el porcentaje de fertilidad en el grupo de cerdas sangradas, disminuyó significativamente ($P<0.05$), sobre todo en las cerdas testigo y las cerdas con PG 600 al destete. Se tiene que el número promedio de días a la presentación del estro fue similar en todos los grupos. Sin embargo tanto la fertilidad como el número promedio de lechones vivos se redujeron en las cerdas sangradas con respecto a las cerdas no sangradas que recibieron el mismo tratamiento.

En el cuadro 23 (Gráficas 2 y 3), se muestran los niveles de estradiol en las cerdas testigo, se puede observar que de las 10 cerdas muestreadas (sangradas y no sangradas), en 9 cerdas los niveles iniciales de la hormona eran basales y se elevaron gradualmente hasta alcanzar los máximos valores entre el día 4 y 6. En 4 de las 5 cerdas que no fueron sangradas el estro se presentó al día siguiente de encontrarse los máximos niveles de estradiol y en la cerda restante las concentraciones declinaron durante los dos días previos al estro. En las cerdas sangradas se presentó una gran variabilidad en los perfiles de estradiol como en el intervalo a la presentación del estro, el cual se presentó entre el día 3 y el día 8.

En el cuadro 24 (Gráficas 4 y 5), se observan los niveles de estradiol en las heces de cerdas tratadas con PG 600 al destete, donde se muestra que en el grupo de cerdas no sangradas, los niveles de estradiol comenzaron a elevarse después de 24 horas de la aplicación del tratamiento, obteniendo que las máximas concentraciones se obtuvieron en 4 de 5 cerdas en el día 3 o 4

posdestete para después declinar (en la mitad de las cerdas) o mantenerse constantes. Sin embargo al comparar estos resultados con las cerdas sangradas el comportamiento es diferente, ya que los valores iniciales son más elevados en la mitad de las cerdas. En forma similar a lo observado en el grupo anterior los valores tienden a ir aumentando y tener los valores máximos (en la mitad de las cerdas) en los animales al cuarto día para después declinar en 3 (2568, 2135 y 2595) de los casos y sólo una cerda (2574) el valor máximo se encontró en el último día del muestreo.

En el cuadro 25 (Gráficas 6 y 7), se observan los niveles de estradiol en heces de cerdas con la administración de PG 600 a las 48 horas posdestete, donde se ve que en las cerdas no sangradas la tendencia fue a que los valores máximos se alcanzaran en el día 5 en 3 de los casos (2729, 2882 y 2869) y en las otras 2 de las cerdas (518 y 543) fueron sus valores máximos en el día 3. Mientras que en las cerdas sangradas, 2 (442 y 2592) obtuvieron el nivel máximo el día 5 y las otras 3 distribuidas entre el día 1 y 4. Sin embargo, en 4 cerdas los valores iniciales fueron menores para posteriormente irse incrementando hasta llegar a un pico máximo y en 3 de ellas decaen inmediatamente.

En el cuadro 26, se tienen los resultados de las biopsias vaginales de las cerdas testigo. Se observa que los animales no sangrados, al segundo día post-destete todos están en diestro. En el tercer día se tiene que 3 cerdas de 5 continúan en diestro (435, 2727 y 509) dos más están en proestro (515 y 2028), para el cuarto día 4 una cerda continúa en diestro (435). En cuanto a las cerdas sangradas para el segundo día 4 de 5 cerdas están en diestro y solo una (2185) esta en proestro la cual al día siguiente estaba en estro, no sé las otras 4 cerdas que continuaron en diestro por otro día más y solo una cerda (1426) presentó su estro hasta el cuarto día, dos más el quinto día (2591 y 15) las cuales presentaron su estro el día siguiente (día 6), solo la cerda 2583 necesito un día más (8 días en total) para presentar el estro. En cuanto a los niveles de estradiol (pg/g) por fase de ciclo estral se tiene que en el proestro se encontro el nivel más alto (Gráfica 8).

En el cuadro 27, se tienen los resultados observados de las biopsias vaginales realizadas a las cerdas que se les aplicó PG 600 al destete, observándose que las 9 cerdas mostraron diestro en los 2 primeros días de estudio y para el cuarto día 5 cerdas estaban en proestro (2731, 516, 504, 2135 y 2574), dos más estaban en estro (2568 y 2595) siendo estas del grupo cerdas sangradas y sólo 2 continuaban en diestro (2724 y 528). Sin embargo, estas últimas al día siguiente ya estaban en proestro, mientras que las primeras ya estaban en estro. En la gráfica 9 se observan los niveles

de estradiol (pg/g) por fase del ciclo estral donde se observa que los valores máximos están entre el proestro y el estro.

En el cuadro 28, se presentan los resultados de las biopsias vaginales realizadas a las cerdas con administración de PG 600 a las 48 horas posdestete. En el cuadro se puede observar que las 5 cerdas no sangradas estaban en diestro los dos primeros días y en el tercer día los patrones cambiaron continuando en diestro en un 3 de ellas (2729, 2869 y 543), mientras que las 2 restantes (518 y 2882) entraron en proestro y estro al día siguiente. En el caso de 3 cerdas sangradas presentaron proestro el tercer día y 2 de ellas continuaron en diestro (442 y 2597), se puede observar que una cerda (2592) se mantuvo en diestro por tres días más; esto es, hasta al quinto día posdestete, las otras presentaron el proestro para el cuarto día para presentar estro al día siguiente. En la gráfica 10 se tienen los niveles de estradiol (pg/g) por fase del ciclo estral, donde se observa que los valores máximos se tienen entre el proestro y estro.

VII Discusión y conclusiones

Experimento 1

Los resultados del presente experimento están de acuerdo con informes previos en los que la disminución de la duración de la lactancia a menos de 21 días se asocian con una reducción general en la eficiencia reproductiva (19,21,23,62,69,72-82). Sin embargo, la magnitud de esta reducción no siempre es significativa y se ve modificada por otras variables, tales como el número de parto de las cerdas (Cuadros 1 a 5).

El primer efecto de la reducción en la duración de la lactancia es un alargamiento en el intervalo entre el destete y el inicio del estro (Cuadro 1). En el presente trabajo la diferencia en este intervalo fué de 2.2 días al comparar el promedio obtenido de cerdas destetadas a los 21 días (5.2 ± 0.3 días) con el de cerdas destetadas a los 13 días (7.4 ± 0.3 días). Esto concuerda con lo encontrado por Xue *et al.* (76, 77), quienes mencionan que por cada día que aumenta la duración de la lactancia se reduce en 0.3 días el intervalo del destete a la presentación del estro.

Es importante mencionar que en el presente trabajo el efecto de la duración de la lactancia sobre el intervalo entre el destete y el estro fue más notorio en las cerdas de primer parto que en las de los otros partos (Cuadro 1), encontrándose el menor efecto en las cerdas de sexto parto.

En cualquier caso, se debe destacar que el alargamiento del intervalo destete-estro como tal no tiene un impacto negativo sobre la duración del ciclo productivo, ya que se produce al destetar a los 13 días comparado con destetar a los 21 días, es compensado en forma más que amplia por el acortamiento de 8 días en la duración de la lactancia. De esta manera, si la fertilidad no se viera afectada por los destetes tempranos el efecto de los mismos sería un acortamiento neto en la duración del ciclo productivo. Sin embargo, esto no ocurre así. En el presente trabajo se encontró (Cuadro 2) que el 99.4% de las 180 cerdas destetadas a los 21 días quedaron gestantes en el primer servicio, mientras que en ninguno de los otros grupos se obtuvo fertilidad mayor al 95% y en algunos casos fue incluso menor al 90%. Esta tendencia a reducirse la fertilidad al realizar destetes tempranos ha sido observada por otros autores (19,23,76), y aunque al comparar los resultados globales la tendencia no parece ser demasiado importante, esto se debe a que en las cerdas de quinto parto y sexto parto la duración de la lactancia no afectó la fertilidad. En cambio, si al analizar la información de las cerdas jóvenes es evidente que el efecto negativo del destete temprano sobre la fertilidad, ya que en cerdas de 1 a 3 partos la fertilidad se redujo alrededor de un

15% cuando se destetaron entre los 16 y los 19 días, y hasta en un 20% o más cuando se destetaron antes del día 15. Resultados similares obtuvieron Elliot *et al.* (38) que también encontraron diferencia en los 3 primeros partos, y Pay (69) quien observó una disminución de la fertilidad de un 29% en cerdas primíparas. Koketsu *et al.* (80) también mencionan que el porcentaje de fertilidad declina más en las cerdas jóvenes que en las adultas. Los resultados anteriores sugieren que si bien el destete temprano podría aplicarse sin demasiados problemas en cerdas multíparas, su uso en cerdas de menos de tres partos debe evaluarse cuidadosamente, ya que podría provocar pérdidas demasiado elevadas debido a sus efectos nocivos sobre la fertilidad de este tipo animales.

En aquellos animales que quedaron gestantes la duración de la lactancia no tuvo ningún efecto consistente sobre la prolificidad, ni en términos de lechones nacidos en total (Cuadro 3) ni en el de lechones nacidos muertos (Cuadro 4). El hecho de que el destete temprano provoca una disminución significativa sobre la fertilidad, pero no sobre la prolificidad de aquellas cerdas que quedaron gestantes, podría indicar que el destete temprano no afecta los índices de ovulación ni la capacidad uterina en términos de número de lechones que puede acomodar. Más bien, parecería que el destete temprano evita el establecimiento de la gestación mediante un fenómeno de todo nada, lo que podría indicar que algunas cerdas destetadas en forma temprana no han logrado una involución uterina que permita el establecimiento exitoso de la gestación.

En contraste a la falta de efecto de la duración de la lactancia sobre la prolificidad, si se observó un efecto del número de partos sobre la variable, encontrándose que tanto el número de lechones nacidos en total como el número de lechones nacidos vivos fue menor en las cerdas de primer parto y mayor en las cerdas de 6 partos (Cuadros 3 y 4). Estos resultados discrepan de los encontrados por Koketsu *et al.* (79), quienes encontraron el mayor número de lechones nacidos vivos en cerdas de tercer parto, mientras que en el presente trabajo las cerdas de tercer parto ocuparon el segundo lugar, después de las cerdas de 6 partos. No se encontró una interacción entre el número de partos y la duración de la lactancia con respecto al número de lechones nacidos vivos, lo que concuerda con Xue *et al.* (75), quienes si encontraron una interacción significativa.

Experimento 2

Al analizar los resultados obtenidos al aplicar tratamientos hormonales en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia, se puede concluir que la utilización de PG 600 no ayudó a mejorar la eficiencia reproductiva de este tipo de animales, mientras que el Altrenogest tuvo un efecto negativo sobre todos los parámetros reproductivos.

Así, el intervalo entre el destete y el inicio del estro se redujó en forma ligera pero significativa ($P < 0.05$) en las cerdas que recibieron PG 600 al destete comparadas con las cerdas testigo, mientras que dicho intervalo se alargó en forma muy significativa en las cerdas tratadas con Altrenogest (7.8 ± 0.1 días) comparadas con las cerdas testigo (4.8 ± 0.1 días).

El efecto negativo del Altrenogest sobre el intervalo entre el destete y el estro fue más marcado en las cerdas de primero y segundo parto, en los cuales el alargamiento del intervalo fue de 4 días en promedio.

Aunque significativo, el efecto del PG 600 fue en promedio de tan sólo 0.5 días, lo cual no concuerda con la reducción de 5 días encontrado por Christenson y Teague (83) al aplicar este producto. Una de las razones que pueden explicar el modesto efecto del PG 600 sobre la presentación del estro en el presente estudio es que en general las cerdas no presentaron anestro después del destete, ocurriendo en los tres experimentos una presentación de estros cercanos al 100% en todos los grupos. En contraste, en otro trabajo realizado por Tonn (100), aún en las cerdas tratadas con PG 600 el porcentaje de estros fue de tan solo 75%.

Por otra parte el alargamiento en el intervalo entre el destete y el estro en las cerdas tratadas con Altrenogest es un resultado esperado derivado de su mecanismo de acción, que consiste en evitar el desarrollo folicular durante el periodo de administración (85, 86, 92, 94), de tal forma que los tres o cuatro días de retraso corresponden al periodo de tres días de administración. En otros trabajos se ha informado que el Altrenogest provoca una reducción

en el intervalo entre el destete y el estro (85, 92), lo cual podría ocurrir si el periodo de administración de la hormona se completa antes de realizar el destete, o bien si en la explotación hay un cierto porcentaje de cerdas que permanecen en anestro después del destete y a las cuales el Altrenogest podría regularizar. Ninguna de las dos situaciones ocurrieron en el presente trabajo.

En el caso del grupo Altrenogest Itoh et al. (92) encontraron en cerdas primerizas que el porcentaje de presentaciones fue del 93.8%, en el presente trabajo fue superior con 100%, en cuanto al intervalo de destete a la presentación del estro se tiene que Itoh et al. mencionan que se presentaron en un rango de 4 a 6 días y en otro estudio realizado por Trujillo et al. (97) el intervalo al administrar Altrenogest fue en 5.4 días en promedio, los cuales están por debajo de los observado aquí donde fue de 7.8 días, valor inferior a lo descrito por Costa et al. (85) con más de 8 días.

En cuanto al porcentaje de fertilidad el observado fue superior a lo esperado (88% presupuesto de la granja) en el grupo testigo y los dos grupos tratados (PG 600 y Altrenogest). Se encontró una disminución significativa ($P < 0.05$) en el parto 4 del grupo tratado con Altrenogest. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por otros autores (84,85,86,96,97) donde dicho porcentaje no se ve afectado negativamente por estos tratamientos al ser utilizado en cerdas con 21 o 28 días de lactancia e inclusive es superior al grupo testigo (97).

En referencia a los lechones nacidos en total y vivos, se tiene que en los grupos tratados (Altrenogest y PG 600) se obtuvieron menos lechones que el grupo testigo lo cual discrepa con otros estudios realizados con estos productos (87,97) en los cuales se obtuvieron más lechones.

En el número de lechones nacidos muertos fue significativamente menor ($P < 0.05$) en el parto 1 que en parto 5, y no se encontró diferencia entre grupos. Tanto en el grupo PG 600 como en el testigo, se encontró una tendencia a que los lechones muertos aumentaran al

ir incrementándose el número de parto, no hay estudios con referencia a esta variable y el uso de estos tratamientos.

Es también interesante observar que el Altrenogest provocó una reducción significativa en el tamaño de camada y en el número de lechones nacidos vivos solamente en las cerdas progenitoras, lo cual indicaría que los animales con menor vigor híbrido son más susceptibles a este tratamiento (Cuadro 10 y 12).

Experimento 3

En cuanto a los resultados observados, se tiene que la determinación de estradiol fecal es una alternativa en el caso de los cerdos como lo es para otras especies (113,114,115,116,117). Por otra parte, esta vía permitió realizar el seguimiento del reinicio de la actividad ovárica sin provocar alteración alguna en la productividad de los animales.

En el caso de los kits utilizados, se considera que la utilización de los dos permite la detección hormonal (113,114,117,117), sin embargo, en este estudio el método de fase sólida resultó ser más sensible.

En cuanto al método de extracción el presente estudio corrobora lo encontrado por Sanders *et al.* (112), de que el método de extracción con agua destilada permite la extracción de esteroides en forma eficiente.

En cuanto a las biopsias vaginales, las características morfológicas observadas en las biopsias fueron similares a los mencionados por otros autores (3,4,5). Sin embargo, no se encontró que existiera una correlación entre los niveles de estradiol en las heces y los cambios morfológicos encontrados, lo que podría indicar que la determinación de estradiol en heces no es un indicador confiable del estado reproductivo de los animales.

Conclusiones

Existe un efecto negativo del destete temprano en las cerdas jóvenes, mientras que las cerdas adultas no son afectadas con la disminución de la duración de la lactancia, lo anterior

permite sugerir que esta rutina de manejo es adecuada en las explotaciones porcinas, sobre todo en cerdas adultas, y que debería aplicarse de forma más general junto con un control sanitario estricto y un medio ambiente adecuado tanto para las cerdas como para los lechones. Es necesario realizar seguimientos periódicos en las cerdas de primer y segundo parto para evitar la disminución de la productividad.

En el caso de ser necesario reducir aún más la duración de la lactancia, se recomienda que se realicen más estudios antes de la aplicación de cualquier procedimiento en un sistema de producción, o bien realizarlo pero sólo temporalmente, ya que la tendencia a la baja de productividad podría provocar serios problemas en la explotación, así como en la longevidad de las cerdas.

En cuanto al uso de los productos exógenos PG 600 y del Altrenogest, fue evidente que su utilización no mejoró la productividad en las cerdas destetadas a los 15 días. Es posible que en cerdas destetadas a menos de 10 días de lactancia su uso pueda ser necesario, para evitar anestros o estros irregulares en las cerdas.

Por último, la determinación de hormonas en heces es una alternativa, para el seguimiento de la actividad ovárica en la cerda, ya que la técnica permitió seguir la actividad ovárica sin provocar los problemas asociados al estrés provocado por los sangrados. Sin embargo, es necesario realizar más estudios encaminados a la estandarización de la técnica antes de continuar con otros seguimientos hormonales.

VIII Referencias

1. Frandson RD. Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. 2a. ed. México:Interamericana, 1982.
2. Sánchez ZJ. Biopsia vaginal en cerdas y su correlación morfológica en útero y ovario (tesis de licenciatura) México (DF):Universidad Nacional Autónoma de México, 1981.
3. Banks, W.J.: Histología Veterinaria Aplicada. México:Manual Moderno, 1986.
4. Palmer WM, Teague HS, Venzke WG. Macroscopic observation on the reproductive tract of the sow during lactation and early postweaning. J Anim. Sci 1965; 24: 541-545.
5. Palmer WM, Teague HS, Venzke, WG. Histological changes in the reproductive tract of the sow during lactation and early postweaning. JAnim Sci 1965; 24: 1117-1125.
6. Steinbach J, Smidt D. Cyclical phenomena in the female genital tract of swine. Histological observations. J Anim Sci 1970; 30: 573-577.
7. Mc Donald LE. Aparato reproductor femenino de la hembra. En: Reproducción y Endocrinología Veterinarias. México: Nueva Editorial Interamericana, 1978.
8. Tonetta SA, diZerega F. Local regulatory factors controlling folliculogenesis in pigs. J Reprod Fert 1990; suppl 40: 151-161.
9. Murray FA, Bazer FW, Wallace HD, Warnick AC. Cuantitative and cualitative variation in the secretion of protein by the porcine uterus during the estrus cycle. Biol Reprod 1972; 7: 314-317.
10. Segerson EC, Murray FA. Uterine protein secretion in postpartum sows. J Anim Sci 1978; 46: 1730-1737.
11. Anderson, L.L.: Porcinos. En Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. editado por Hafez, E.S.E. 5a. ed. México: Nueva Editorial Interamericana, 1989.
12. Van de Wiel DFM, Van Landerghem AAJ, Willems AH, Bevers MM. Endocrine control of ovarian function after weaning in the domestic sow. J Endocrinol 1979; 80: 69-75.

13. Parlow AF, Anderson LL, Melampy RM. Pituitary follicle- stimulating hormone and luteinizing hormone concentration in relation to reproductive ages of pig. *Endocrinology* 1964; 75: 365-373.
14. Hansel W. Physiology of the oestrus cycle. *J Anim Sci* 1983;57(2):404-422.
15. Hasegawa V, Miyamoto K, Iwamura S, Igarashi M. Changes in serum concentrations of inhibin in cyclic pigs. *J Endocrinology* 1988; 118: 211-219.
16. Stanbenfelt GH, Akins E, Ewing LL, Morrissette MC. Peripheral plasma progesterone levels in pigs during the oestrus cycle. *J Reprod Fert* 1969; 20: 443-447.
17. Holness DH, Hunter RH F. Postpartum oestrus in the sow in relation to the concentration of plasma oestrogens. *J Reprod Fertil* 1975; 45: 15-23.
18. Flores FR, Bazer FW, Robinson OW, Ulberg LC. Effect of quality of uterus on uterine capacity in gilts. *J Anim Sci* 1970; 32: 104-106.
19. Hughes PE, Varley MA. *Reproduction in the Pig*. London, England: Butterworth and Co Ltd, 1982.
20. Anderson AM, Einarson S. Studies on the oestrus and ovarian activity during five successive oestrus cycles in gilts. *Acta Vet Scand* 1980; 21:677-688.
21. Mc Kinne MR, Britt JH, Esbenshade KE. Ovarian function and hormone secretion of gilts actively immunized against androstenedione. *J Anim Sci* 1988; 66:3131-3143.
22. Sesti LAC, Britt JH. Influence of stage of lactation, exogenous luteinizing hormone-releasing hormone and suckling on estrus, positive feed-back of luteinizing hormone, and ovulatory in sows treated with estrogen. *J Anim Sci* 1993^a;71:989-998.
23. Cole DJA, Brooks PM, Kay RM. Lactational anoestrus in the sow. *Vet Rec* 1972; 90: 681-683.
24. Aisworth, L., Baker, R.D. and Armstrong, D.T.: Preovulatory changes in the follicular fluid prostaglandin F levels in swine. *Prostaglandins* 1975; 9: 915-925.

25. Ford SP, Magness RR, Farley DB, Van Order DE. Local and systemic effects of intrauterine estradiol-17beta on luteal function of nonpregnant sows. *J Anim Sci* 1982; 55:657-666.
26. Connor L, Phillips GD, Palmer WN. Effects of prostaglandin F_{2alpha} on the estrous cycle and hormone levels in the gilt. *Can J Anim Sci* 1976; 56:661-669.
27. Hunter MG, Wiesak G. Evidence for and implications of follicular heterogeneity in pigs. *J Reprod Fert* 1990; Supl 40: 163-177.
28. Grant SA, Hunter MG, Foxcroft GR. Morphological and biochemical characteristics during ovarian follicular development in the pig. *J Reprod Fertil* 1989;86: 171-183.
29. Lacková D, Stastny P. Morphological analysis on changes in the endometrium during the oestrus cycle of gilts. *Pig News Inf* 1988; 9: 235-236.
30. Spinelli JL. Uso en veterinaria de las hormonas. En, *Farmacología y Terapéutica Veterinaria*. México: Nueva Editorial Interamericana, 1982.
31. Squire GD, Bazer FW, Murray FA. Electrophoretic patterns of porcine uterine protein secretions during the estrous cycle. *Biol Reprod* 1972; 7: 321-325.
32. Alexander, T.J.L. and Harris, D.L.: Methods of disease control. In *Disease of Swine*. 7th ed. Edited by Leman, A.D., Straw, B., Mengeling, D'Allaire and Taylor, D., pp 320-360 Iowa State University Press. 1992.
33. Castro G. Isoweian multi-sitios. Proceeding of the 7th Pig International Company International Seminar. 1995; Des Moines, Iowa, USA. USA: Pig International Company, 1995: 8-24 .
34. Clark KL. Sow development, concept, expect performance, rules, and problems. Seminario sobre actualidades del destete temprano, 1997 julio 25-27; La Piedad, Michoacán, México. México: La Pisa, 1997:9-23.
35. Dial Gd, Wiseman BS, Davies PR, Marsh WE, Molitor TW, Morrison RB, Thawley DG. Strategies employed in the USA for improving the health of swine. *Pig News and Info* 1992; 13 (3): 111-123.

36. Ciprian CA. Impacto del destete temprano en las enfermedades respiratorias. Seminario sobre actualidades del destete temprano, 1997 julio 25-27. La Piedad, Michoacán, México. México: La Pisa, 1997:51-68.

37. Pradal RP. Impacto del destete temprano en las enfermedades entéricas. Seminario sobre actualidades del destete temprano. 1997 julio 25-27; La Piedad, Michoacán, México. México: La Pisa. 1997: 69-77.

38. Elliot JI, King, GJ, Robertson HA. Reproductive performance of the sow subsequent to weaning piglets at birth. *Can J Anim Sci* 1980; 60: 65-71.

39. Elsaesser F, Parvizi N. Partial recovery of the stimulatory oestrogen feedback action on LH release during late lactation in the pig. *J Reprod Fert* 1980; 59: 63-67.

40. Britt JH. Biology and management of the early weaned sow. *Proceeding of the American association of swine practitioner* 1996 march 23-27; Des Moines, Iowa, USA. USA: American Association of swine practitioner, 1996: 417-426.

41. De Rensis F, Hunter Mg, Foxcroft Gr. Suckling induced inhibition of luteinizing hormone secretion and follicular development in the early postpartum sow. *Biol Reprod* 1993; 48:946-969.

42. Sesti LAC, Britt JH. Agonist-induced release of gonadotropin-releasing hormone, luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone and their association with basal secretion of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone through out lactation in sows. *Biol Reprod* 1993;49:332-339.

43. Sesti LAC, Britt JH. Secretion of gonadotropin and estimated releasable pools of gonadotropins releasing hormone and gonadotropins during establishment of suckling- induced inhibition of gonadotropin secretion in the sow. *Biol Reprod* 1994; 50:1078-1086.

44. Nett TM. Function of the hypothalamic hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. *J Reprod Fertil* 1987; Suppl 34:201-213.

45. Ash, R.W. and Heap, R.B.: Oestrogen, progesterone and corticosterone concentrations in peripheral plasma of sows during pregnancy, parturition, lactation and after weaning. *J Endocrinol* 1975; 64: 141-151.

46. Sherer IJ, Purvis K, Jenkin G, Haynes NB. Peripheral plasma progesterone and oestradiol 17 β levels before and after puberty in gilts. *J Reprod. Fertil* 1972; 30: 347-450.

47. Britt JH, Szarek VE, Levis DG. Characterization of summer infertility of sows in large confinement units. *Theriogenology* 1985; 20:133-140.

48. Kirkwood RN, Lapwood KR, Smith WC, Anderson IL. Plasma concentrations of LH, prolactin, oestradiol- 17 B and progesterone in sows weaned after 10 or 35 days. *J Reprod Fertil* 1984; 70: 95-102.

49. Cox NM, Ramirez JL, Matamoros IA, Bennet WA. Estrogen induces estrus unaccompanied by a preovulatory surge of luteinizing hormone in suckled sows. *Biol Reprod* 1988;38:592-596.

50. Armstrong JD,, Kraeling RR, Britt JH. Morphine suppresses luteinizing hormone concentrations in transiently-weaned sows and delays the onset of estrus after weaning. *J. Anim Sci* 1988; 66:2216-2223.

51. Sesti LAC, Britt JH. Elicitation of release of luteinizing hormone by n-methyl-dil-aspartic acid during three paradigms of suppressed secretion of luteinizing hormone in the female pig. *Domestic Anim Endocri* 1992; 9:105-114.

52. Cox NM, Britt JH. Pulsatile administration of GnRH to lactating sows: endocrine changes associated with induction of fertile estrus. *Biol Reprod* 1982; 27:1126-1137.

53. Varley MA, Foxcroft GR. Endocrinology of the lactating and weaned sow. *J Reprod Fertil* 1990; Suppl 40:47-61.

54. Armstrong JD, Kraeling RR, Britt JH. Effects of naloxone or transient weaning on secretion of LH and prolactin in lactating sows. *J Reprod Fertil* 1988; 83:301-308.

55. Graves WE, Lauderdale JW, Kirkpatrick RL, First NL, Casida LE. Tissue changes in the involuting uterus postpartum sow. *J Anim Sci* 1967; 26: 365-371.

56. Conejo NJJ. Crecimiento uterino por gestación temporal en cerdas primerizas, y su efecto sobre el desarrollo embrionario y el tamaño de camada. (tesis de maestría) México; Universidad Nacional Autónoma de México, 1992.

57. Britt JH. An overview of reproduction in the female. Proceeding of Biology and Mangement of Bredding Herd. 1996; Brooklyn, Minnesota, USA. USA: AASP, 1996: 1-23.

58. Aherme FX, Kirlwood RN. Nutrition and sow prolificacy. J. Reprod Fertil 1985; Suppl 33:169-183.

59. Shaw HJ, Foxcroft GR. Relationships between LH, FSH and prolactin secretion and reproductive activity in the weaning sow. J Reprod Fertil 1985; 75: 17-28.

60. Edwards S. The endocrinology of the post-partum sow. In Control of Pig Reproduction. Cole, D.J. and Foxcroft, G.R. England Butterworths. and Co 1982.

61. Svajgr AJ, Hays VW, Cromwell, GL, Dutt R H. Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. J Anim Sci 1974; 38:100-105.

62. Britt JH. Managing reproduction in the early weaned sow. Memorias del Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios especialistas en cerdos. 1998 agosto 14-16; León, Guanajuato, México. México: Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos, 1998: 5-11.

63. Armstrong JD, Britt JH. Nutritionally induced anestrus in gilts: metabolic and endocrine changes associated with cessation and resumption of estrous cycles. J Anim Sci 1987; 65:508-523.

64. Tokach Md, Pettigrew JE, Dial GD, Wheaten JE, Crooker BA, Johnston LJ. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow. Relationship to blood metabolities and return-to-estrus interval. J Anim Sci 1992; 70:2195-2201.

65. Coffey Mt, Diggs BG, Handlin DL, Knabe DA, Maxwell Jr CV, Noland PR, Prince TJ, Cromwell GL. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows. A cooperative study. J Anim Sci 1994;72:4-9.

66. Zack LJ, Cosgrove JR, Aherne T, Foxcroft GR. Pattern of feed intake associated metabolic and endocrine changes differentially effect posweaning fertility in primiparous sows. *J Anim Sci* 1997;75: 209-216.

67. Koketsu Y, Dial GD, Pettigrew JE, Marsh WE, King VL. Characterization of feed intake patterns during lactation on commercial swine herds. *J Anim Sci*. 1996; 74: 1202-1210.

68. Moody NW, Speer VC. Factors affecting sow farrowing interval. *J Anim Sci* 1971; 32 (3): 510-514.

69. Pay GM. The effect of short lactations on the productivity of sows. *Vet Rec* 1973; 92: 255-259.

70. Aumaitre A, Dagorn J, Legault C, Le Denmat M. Influence of farm management and breed type on sows conception-weaning interval and productivity in France. *Liv Prod Sci* 1976; 3 : 75-83.

71. Varley MA, Cole DJA. Studies in sow reproduction: 5. The effect of lactation length of the sow on the subsequent embryonic development. *Anim Prod* 1976b; 22: 79 - 85.

72. Allrich Rd, Tilton JE, Johnson JN, Slanger WD, Marchello MJ. Effect of lactation length and fasting on various reproductive phenomena of sows. *J Ani Sci* 1979; 48 (2): 359-362.

73. Dewey Ce, Martin SW, Friendship RM, Wilson MR. The effects on litter size of previous weaning to conception interval in Ontario swine. *Prev Vet Med* 1994; 18: 213-223.

74. Xue JL, Dial GD, Marsh WE, Davies PR, Momont HW. Influence of lactation length on sow productivity. *Livest Prod Sci* 1993; 34: 253-265.

75. Xue JL, Bahnson P, Dial GD. Factors influencing the reproductive performance of early weaned sows. *Proceedins of the 14th International Pig Veterinary Society Congress* 1996 july 9-12; Bologna, Italy. Italy: Iternational Pig Veterinay Society, 1996:228.

76. Xue JL, Dial GD, Marsh, WE, Lucia T. Early weaning: A risk factor for sow longevity. Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress. 1996 July 9-12; Bologna, Italy. Italy: International Pig Veterinary Society, 1996:227.

77. Koketsu Y, Dial GD, Lucia T. A profile of commercial farms in the USA using early weaning systems. Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress 1996 July 9-12; Bologna, Italy. Italy: International Pig Veterinary Society, 1996:221.

78. Koketsu Y, Dial GD, Lucia T. Influence of various factors on the relationship between lactation length and farrowing rate on farms using early weaning. Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress. 1996 July 9-12; Bologna, Italy. Italy: International Pig Veterinary Society, 1996:222.

79. Koketsu Y, Dial GD. Influence of various factors on the relationship between lactation length and subsequent litter size on farms using early weaning. Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress. 1996 July 9-12, Bologna, Italy. Italy: International Pig Veterinary Society, 1996:226.

80. Koketsu Y, Dial GD, Lucia T. Influence of various factors on the relationship between lactation length and weaning to first service interval on farms using early weaning. Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress. 1996 July 9-12; Bologna, Italy. Italy: International Pig Veterinary Society, 1996:223.

81. Tubbs RC, Dyer K. Influence of parity and lactation length on wean to service interval and influence of wean to service interval on subsequent farrowing rate and litter size in 74,841 matings. Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress. 1996 July 9-12; Bologna, Italy. Italy: International Pig Veterinary Society, 1996:218.

82. Bustos R. Manipulación de la lactancia. I Curso Internacional de Reproducción porcina. 1997, México (DF). México Academia de Investigación en biología de la reproducción A.C, 1997: 76-92.

83. Christenson RK, Teague MS. Synchronization of ovulation and artificial insemination of sows after lactation. J Anim Sci 1975; 41 (2): 560-563.

84. Costa A, Varley MA. The use of allyl-trenbolone for lactating sows. Proceeding 11 th International Pig Veterinary Society Congress.1990 july; Lausanne, Switzerland. Switzerland: International Pig Veterinary Society, 1990: 436.

85. Costa A, Varley MA. The effect of a combination of allyl-trenbolone (AT) in lactation and gonadotrophins (Gn) after weaning on the reproductive performance of sows.1992 Proceeding 12th International Pig Veterinary Society Congress. Netherlands. Netherlands: International Pig Veterinary Society, 1992: 471.

86. Davis DL, Stevenson JS, Pollmann DS, Alle GL. Oestrous and litter traits in gilts altered by altrenogest, flushing and puberty status. J Anim Sci 1987; 64: 117-126.

87. Day BN, Lasley JF. Alterations of the estrous cycle of swine with exogenous pituitary gonadotrophins. Res Bull 1965; 8: 870.

88. Doporto DJM. Effects of methallibure on the histology of the pituitary gland, endometrium and the adrenal of sexually mature gilts. (tesis de maestría) , Ontario, Canadá: University of Guelph, 1971.

89. Dziuk P J, Baker RD. Induction and control of ovulation in swine. J Anim Sci 1962; 21: 697-699.

90. Hurtgen JP, Leman AD. Use of PMSG in the prevention of seasonal postweaning anoestrus in sows. Theriogenology 1979; 12: 207-210 .

91. Arias T, Morales G, Cambo E, Del toro I. Sincronización del estro y ovulation en cochinitas puberes con methallibure y gonadotropina sérica (PMSG). Procc 10th International Pig Veterinary Society Congress. 1988 july; Rio de Janeiro, Brasil. Brasil: International Pig Veterinary Society, 1998:287.

92. Itoh Y, Kondo Y, Uchiyama K, Masuda H. Oestrous synchonization in pigs by oral administration of altrenogest from pro-oestrus or oestrus. Pig News Info 1993; 14 (3): 303.

93. Lancaster RT, Foxcroft GR, Boland MP, Edwards S, Gordon I. Fertility of sows injected with exogenous estradiol and/or gonadotrophins to control postweaning oestrus. *Anim Reprod Sci* 1985; 8: 365-375.

94. Pursel VG, Elliot DO, Newman CW, Staigmiller RB. Synchronization of oestrus in gilts with allyl trenbolone: fecundity after natural service and insemination with frozen semen. *J Anim Sci* 1981; 52 (1): 131-133.

95. Redmer DA, Day BN. Ovarian activity and hormonal patterns in gilts fed allyl trenbolone. *J Anim Sci* 1981; 53 (4): 1088-1094.

96. Rhodes MT, Davis DL, Stevenson JS. Flushing and altrenogest affect litter trait in gilts. *J Anim Sci* 1991; 69 (1): 34-40.

97. Trujillo OME, Dopporto DJM, Jaramillo H, Becerra FA. Oestrus synchronization of gilts and sows applying different methods. Proc. 12th International Pig Veterinary Society Congress. 1992 July; The Hague, Netherland. Netherland: International Pig Veterinary Society, 1992: 487.

98. Bates RO, Day BN, Britt JH, Clark LK, Braver MA. Reproductive performance of sows treated with a combination of pregnant mare's serum gonadotropin and human chorionic gonadotropin at weaning in the summer. *J Anim Sci* 1991; 69:894-898.

99. Britt JH, Esbenshade KL, Heller K. Responses of seasonally anestrous gilts and weaned primiparous sows to treatment with pregnant mare's serum gonadotropin and Altrenogest. *Theriogenology* 1986; 26:696-670.

100. Tonn S, Groothius P, Boese B, Blair R, Davies DL. Estrus and early pregnancy in sows weaned at less than 11 or more than 23. Effects of vitamin A and gonadotropin treatment. Proc. Kansas State Univ Swine Day. 1994, 1-3 citado por Britt JH. Managing reproduction in the early weaned sow. *Memorias del Congreso de la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos* 1998, León, Guanajuato, México. México: Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos, 1998: 5-11.

101. Harris DL. Alternative approaches to eliminating endemic diseases and improving performance of pig. Vet Rec 1988; 123: 422-423.

102. Harris DL. The use of Isowean ® 3 site production to upgrade health status. Proceeding 11th International Pig Veterinary Society Congress, 1990 July; Lausanne, Switzerland. Switzerland: International Pig Veterinary Society, 1990: 374

103. Harris DL. Application of age - segregated rearing in One and Multiple Site Pig Farms. Memorias de la Primera Jornada en Producción Porcina. 1994 marzo; México (DF). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1994: 114-139

104. Beran GW, Murphy DP. Survival of Pseudorabies virus in aerosol. Am J Vet Res 1990; 51 (3): 331-333.

105. Alzina A., Gómez, M, Rodríguez J, Villegas S, Alvarez M. Control de la enfermedad de Aujeszky mediante el uso de vacunación gl (-) en una granja infectada. Memorias del XXVII Congreso Nacional Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos. 1992 Acapulco, Gro. AMVEC 1992: 224-225.

106. Geiger JO, Harris DL. Elimination of Pseudorabies virus from three herds utilizing isolated weaning (ISOWEAN). First International Symposium on the Eradication of Pseudorabies (Aujeszky's) virus. 1991 St. Paul, Minnesota, USA University of Minnesota, College of Veterinary Medicine, 1991.

107. Dee S. Comparative Production Systems. Profesional swine Managers Conference 1993, USA, AMSP 1993; 243.

108. Benito, V.R.: Tres sitios: una nueva tecnología presente en México. Memorias del XXVII Congreso Nacional Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos. 1992 agosto; Acapulco, Guerrero, México. México: Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos, 1992: 170-173

109. Vargas AM. Control y erradication de la enfermedad de Aujeszky en un sistema múltiple de tres sitios de producción (tesis de maestría). México (DF): Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.

110. Daniel WW. Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. 3era. ed. México: Limusa 1991.

111. Möstl E, Chol HS, Wurn W, Ismail N, Bamberg E.: Pregnancy diagnosis in cows and heifers by Determination of oestradiol-17 α in faeces. Br Vet J 1984; 140: 287-291.

112. Sanders H., Rajamahendram R., Burton B.: The development of a simple immunoreactive progesterin assay to monitor reproductive function in swine. Can Vet J 1994; 35: 355-358.

113. Sist MD. Pregnancy diagnosis in the mare by immunoassay of estrone sulfato in serum and milk. J Eq Net Sci 1987; 7:20-23.

114. Wasser SK, Risler L, Steiner RA. Excreted steroids in primate feces over the menstrual cycle and pregnancy. Biol Reprod 1988; 39: 862-872.

115. Hodges JH, Czelaka NM, Lasley BL. Estrgen nad luteinizing hormone secretion in diverse species from simplified urinary analysis. J Med Primatol 1979, 8: 349-364.

116. Messier F, Desaulniers D, Goff A, Nault R, Patenaude R, Crete M. Caribu Pregnancy diagnosis from immunoreactive progesterins and estrogens excreted in feces. J Wildl Manage 1990; 54 (2): 279-283.

117. Evans KL, Kasman LH, Hughes JP. Pregnancy diagnosis in the domestic horse through direct urinary estrone conjugate analysis. Theriogenology 1984; 22(6): 615-621.

Cuadro 1

Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de parto sobre los días a presentación del estro.

Duración de lactancia	Número De Partos						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
13	9.1±0.7 ^b	5.4±0.7 ^a	5.9±0.7 ^a	10.0±1.2 ^a	8.8±0.8 ^b	5.2±0.7 ^a	7.4±0.3 ^b
14	6.0±0.7 ^{ab}	6.3±0.7 ^a	6.3±0.7 ^a	6.6±0.7 ^a	5.3±0.8 ^a	5.4±0.7 ^a	6.0±0.3 ^{ab}
15	6.5±0.7 ^{ab}	5.7±0.7 ^a	7.2±0.7 ^a	4.9±0.7 ^a	6.3±0.7 ^{ab}	5.2±0.7 ^a	6.0±0.3 ^{ab}
16	5.5±0.7 ^a	5.7±0.7	5.4±0.7 ^a	7.7±0.7 ^a	4.6±0.8 ^a	4.8±0.7 ^a	5.6±0.3 ^a
17	5.7±0.7 ^a	6.2±0.7 ^a	5.9±0.7 ^a	5.7±0.7 ^a	7.6±0.9 ^{ab}	4.8±0.7 ^a	5.9±0.3 ^{ab}
18	6.1±0.7 ^{ab}	5.7±0.7 ^a	4.7±0.7 ^a	6.8±0.7 ^a	5.8±0.7 ^{ab}	6.6±0.8 ^a	5.9±0.3 ^{ab}
19	6.5±0.7 ^{ab}	5.5±0.7 ^a	5.8±0.7 ^a	5.6±0.7 ^a	5.7±0.7 ^a	4.3±0.8 ^a	5.5±0.3 ^a
20	4.7±0.7 ^a	5.3±0.7 ^a	5.9±0.7 ^a	4.4±0.7 ^a	5.3±0.7 ^a	5.2±0.7 ^a	5.1±0.3 ^a
21	4.8±0.7 ^a	4.7±0.7 ^a	4.7±0.7 ^a	7.3±0.7 ^a	4.8±0.7 ^a	4.8±0.8 ^a	5.2±0.3 ^a
Promedio	5.9±0.4 ^d	5.5±0.4 ^{cd}	5.6±0.4 ^{cd}	6.0±0.4 ^{cd}	5.8±0.4 ^{cd}	5.0±0.4 ^c	5.75±0.07

Los datos corresponden al tiempo promedio en días ± error estándar del destete a la presentación del estro.

a, b Para un determinado número de partos (columna), los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

c, d En la última línea literales distintas indican diferencia significativa debida al número de parto (P<0.05).

Cuadro 2

Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de parto sobre el número y porcentaje de cerdas de fertilidad

Duración de lactancia	Número		De		Partos						Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
13	26	86.6	25	83.3	25	83.3	30	100	30	100	30	100	166	92.2
14	24	80.0	26	86.6	24	80.0	25	83.3	30	100	29	96.6	158	87.7
15	26	86.6	26	86.6	22	73.3	25	83.3	30	100	30	100	159	88.3
16	27	90.0	28	93.3	29	96.6	28	93.3	30	100	29	96.6	171	95.0
17	26	86.6	30	100	25	83.3	28	93.3	30	100	30	100	169	93.8
18	26	86.6	29	96.6	26	86.6	28	93.3	30	100	30	100	169	93.8
19	26	86.6	22	73.3	24	80.0	25	83.3	30	100	29	96.6	156	86.6
20	30	100	25	83.3	29	96.6	26	86.6	30	100	30	100	170	94.4
21	29	96.6	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	179	99.4
Total	240	88.8	241	89.2	234	86.6	245	90.7	270	100	267	98.8		

Los datos corresponden al número de cerdas gestantes y al porcentaje de fertilidad χ^2 (P>0.05)

Cuadro 3

Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de partos sobre el número de lechones nacidos en total

Duración de lactancia	Número de Partos						Promedio*
	1	2	3	4	5	6	
13	10.4±0.6	10.8±0.7	10.4±1.1	10.2±1.1	9.6±0.7	10.6±0.3	10.4±0.3
14	11.6±0.6	11.2±0.6	11.0±0.6	11.1±0.6	12.2±0.6	11.6±0.6	11.3±0.2
15	10.9±0.6	10.7±0.6	11.1±0.6	11.8±0.8	12.2±0.6	11.7±0.6	11.4±0.2
16	10.9±0.7	10.0±0.8	11.3±1.0	12.5±2.2	9.6±0.7	10.9±0.6	10.9±0.5
17	9.8±0.7	10.7±0.7	12.1±0.8	12.7±1.8	10.3±0.7	10.9±0.6	11.1±0.4
18	11.2±0.7	10.0±0.6	10.7±0.6	10.2±0.9	10.6±0.6	12.0±0.6	10.8±0.3
19	10.4±0.6	10.2±0.6	10.1±0.7	11.5±1.1	10.2±0.6	12.9±0.6	10.9±0.3
20	10.0±0.6	10.6±0.6	11.5±0.6	12.0±1.5	10.9±0.6	11.7±0.6	11.1±0.3
21	10.1±0.6	10.5±0.6	12.6±0.6	10.8±0.6	12.3±0.6	11.5±0.6	11.3±0.3
Promedio	10.5±0.4 ^a	10.5±0.6 ^a	11.2±0.4 ^{ab}	10.8±0.4 ^{ab}	11.0±0.4 ^{ab}	11.6±0.3 ^b	

Los datos corresponden al tiempo número de lechones nacidos en total (vivos más muertos)± error estándar.

* No hay diferencias entre diferentes longitudes de lactancia

a, b Valores que no comparten literales son significativamente diferentes entre número de partos

Promedio general por número de parto o por día de lactancia

Cuadro 4

Efecto de la disminución de la duración de la lactancia y del número de parto sobre los lechones nacidos vivos

Duración de lactancia	Número de Partos						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
13	9.2±0.5	9.5±0.7	10.1±1.0	9±1.0	8.9±0.7	9.6±0.5	9.4±0.3 ^a
14	9.8±0.5	10.1±0.5	10.3±0.5	10.2±0.6	10.2±0.6	10.6±0.5	10.2±0.2 ^{cd}
15	10.1±0.5	10.1±0.5	10.6±0.5	10.9±0.8	11.7±0.5	11.0±0.5	10.7±0.2 ^d
16	10.4±0.6	9.3±0.8	10.5±0.9	10.5±2.1	8.6±0.6	10.0±0.5	9.8±0.4 ^{cd}
17	9.1±0.7	10.1±0.7	11.1±0.8	12.3±1.7	9.1±0.7	9.7±0.5	10.2±0.4 ^{cd}
18	10.2±0.5	9.6±0.5	9.8±0.5	9.6±0.8	9.5±0.5	11.0±0.6	9.9±0.2 ^{cd}
19	9.2±0.5	9.7±0.5	9.3±0.6	10.0±1.0	9.6±0.5	12.1±0.6	9.9±0.3 ^{cd}
20	9.5±0.5	10.0±0.5	10.7±0.5	10.5±1.5	9.8±0.5	10.3±0.5	10.1±0.3 ^{cd}
21	8.9±0.5	9.5±0.5	11.5±0.5	9.9±0.6	10.9±0.5	10.2±0.5	10.1±0.2 ^{cd}
Promedio	9.7±0.3 ^a	9.9±0.3 ^{ab}	10.5±0.4 ^{ab}	10.1±0.4 ^{ab}	10.0±0.4 ^b	10.6±0.3 ^b	10.0±0.06

Los datos corresponden al número de los lechones nacidos vivos ± error estándar.

.a,b En cerdas con diferente número de partos, los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)

. c,d Para la duración de la lactancia, los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 5
Efecto de la disminución de la lactancia y del número de parto sobre el número de lechones nacidos muertos

Duración de lactancia	Número De Partos						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
13	1.2±0.2	1.3±0.3	0.2±0.5	1.2 ±0.4	0.7±0.3	1.0±0.2	1.0±0.1 ^{ab}
14	0.7±0.2	1.1±0.2	0.7±0.2	0.8±0.2	2.0±0.3	1.0±0.2	1.0±0.1 ^{ab}
15	0.9±0.2	0.6±0.2	0.5±0.2	0.9±0.3	0.5±0.2	0.6±0.2	0.6±0.1 ^a
16	0.5±0.2	0.7±0.4	0.8±0.4	2.0±0.9	1.0±0.3	0.9±0.2	0.8±0.1 ^{ab}
17	0.7±0.2	0.5±0.3	0.9±0.3	0.3±0.7	1.2±0.3	1.2±0.3	0.9±0.1 ^{ab}
18	0.9±0.2	0.4±0.2	0.9±0.2	0.7±0.4	1.0±0.2	1.0±0.2	0.8±0.1 ^{ab}
19	1.3±0.2	0.6±0.2	0.8±0.3	1.5±0.4	0.7±0.2	0.7±0.2	0.9±0.1 ^{ab}
20	0.6±0.2	0.6±0.2	0.9±0.2	1.5±0.6	1.2±0.2	1.2±0.2	1.0±0.1 ^{ab}
21	1.2±0.2	1.0±0.2	1.0 ±0.2	0.9±0.2	1.4±0.2	1.4±0.2	1.1±0.1 ^b
Promedio	0.8±0.1 ^{cd}	0.6±0.1 ^c	0.7±0.2 ^{cd}	0.8±0.2 ^{cd}	0.9±0.1 ^d	0.9±0.1 ^d	0.8±0.06

Los datos corresponden al tiempo promedio de los lechones nacidos muertos ± error estándar.
 .a,b Para la duración de la lactancia, los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

c,d En cerdas con diferente número de partos, los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Cuadro 6

Efecto de uso de 2 tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) sobre el intervalo (días) a la presentación del estro posdestete en cerdas de diferente número de parto destetadas a los 15 días de lactancia

No. de parto	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
1	4.7±0.2 ^a	9.1±0.2 ^b	5.1±0.2 ^a	6.3±0.1 ^c
2	4.0±0.2 ^a	9.1±0.2 ^c	5.2±0.2 ^b	6.1±0.1 ^c
3	4.4±0.2 ^a	6.4±0.2 ^b	4.5±0.2 ^a	5.0±0.1 ^d
4	4.2±0.2 ^a	7.4±0.2 ^b	4.3±0.2 ^a	5.3±0.1 ^d
5	4.1±0.2 ^a	7.0±0.2 ^b	4.7±0.2 ^a	5.3±0.1 ^d
Promedio	4.3±0.1 ^a	7.8±0.1 ^c	4.8±0.1 ^b	5.6±0.3

Los datos corresponden al intervalo destete a la presentación del estro en días ± error estándar a, b, c Para un determinado número de partos (renglón), valores que no comparten literal son significativamente diferentes (P<0.05)

e,d En la última columna una literal diferente indica diferencias significativas entre los promedios de cerdas con diferente número de partos (P<0.05).

Cuadro 7

Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos, del número de parto y del grupo genético sobre los días a presentación del estro en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

No. de parto	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
Reproductora	4.1±0.1 ^a	8.1±0.25 ^c	4.8±0.2 ^b	5.5±0.1
Progenitora	4.7±0.2 ^a	7.5±0.2 ^b	4.7±0.2 ^a	5.6±0.1
Promedio	1.3±0.1 ^a	7.8±0.1	4.7±0.1 ^b	

a,b,c Para determinada línea genética (renglón), literales distintas indican diferencias significativas entre grupos.

Las diferencias entre líneas genéticas no son significativas ($P > 0.01$)

Cuadro 8
Efecto del uso de 2 tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre el porcentaje de fertilidad en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

No. parto	Grupos					
	PG 600		Altrenogest		Testigo	
	N	%	N	%	N	%
1	30	100	30	100	28	93.3
2	29	96.6	27	90.0	27	90.0
3	30	100	27	90.0	29	96.6
4	28	93.3	23	76.6	29	96.6
5	30	100	24	80.0	28	93.3

N = Número de cerdas gestantes

%= Porcentaje de fertilidad

Prueba de χ^2 significancia ($P>0.05$)

Cuadro 9
Efecto del uso de 2 tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre los lechones nacidos en total en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

No. de parto	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
1	9.9±0.6	10.7±0.6	10.9±0.6	10.5±0.3 ^{ab}
2	10.7±0.6	9.9±0.6	11.2±0.6	10.5±0.3 ^{ab}
3	10.7±0.6	10.4±0.6	11.7±0.5	10.9±0.3 ^b
4	9.6±0.6	8.6±0.6	10.1±0.6	9.5±0.3 ^a
5	11.4±0.6	9.4±0.6	10.9±0.5	10.6±0.3 ^{ab}
Promedio	10.4±0.2 ^{ab}	9.8±0.2 ^a	10.9±0.2	10.4±0.06

Los datos corresponden al número de lechones nacidos en total ± error estándar.

.a,b Literales distintas indican diferencias significativas entre grupos y entre número de partos

**ESTA TESIS NO DEBE
 COPIAR DE LA BIBLIOTECA**

Cuadro 10
Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos
(PG 600 y Altrenogest), del número de parto y de la línea genética,
sobre los lechones nacidos en total de cerdas destetadas a los 15 días
de lactancia

Grupo genético	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
Reproductoras	14.4±0.3 ^a	10.1±0.4 ^a	10.4±0.4 ^a	10.3±0.2
Progenitoras	10.5±0.4 ^{ab}	9.7±0.4 ^a	11.4±0.4 ^b	10.5±0.2
Promedio	10.5±0.2 ^{ab}	9.9±0.2 ^a	11.0±0.2 ^b	

a,b Para una determinada línea genética, valores que no comparten literal indican diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$).

Las diferencias entre líneas genéticas no son significativas ($P > 0.05$)

Cuadro 11
Efecto del uso de 2 tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre los lechones nacidos vivos en cerdas destetadas a los 15 días*

No. de parto	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
1	9.3±0.5	9.5±0.5	10.3±0.6	9.7±0.3 ^d
2	9.5±0.5	9.2±0.5	10.3±0.6	9.7±0.3 ^d
3	9.6±0.5	9.3±0.5	10.4±0.5	9.8±0.3 ^d
4	8.5±0.5	7.3±0.5	8.9±0.5	8.2±0.3 ^c
5	9.6±0.5	8.5±0.5	9.00±0.5	9.0±0.3 ^{cd}
Promedio	9.2±0.2 ^{ab}	8.8±0.2 ^a	9.8±0.2 ^b	9.3±0.09

Los datos corresponden al número de lechones nacidos vivos ± error estándar.

a,b, literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

c,d, Literales diferentes indican diferencias significativas entre cerdas con diferente número de parto.

Cuadro 12

Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest), del número de parto y de la línea genética sobre los lechones nacidos vivos en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

Grupo genético	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
Reproductora	9.2±0.3 ^a	9.1±0.3 ^a	9.5±0.3 ^a	9.3±0.2
Progenitora	9.3±0.3 ^{ab}	8.5±0.3 ^a	10±0.3 ^b	9.2±0.2
Promedio	9.2±0.2 ^{ab}	8.8±0.2 ^a	9.7±0.2 ^b	

Los valores corresponden al número de lechones nacidos vivos ± error estándar

.a,b Para una determinada línea genética, valores distintos indican diferencias significativas (P<0.05)

Las diferencias entre líneas genéticas no son significativas (P>0.05)

Cuadro 13

Efecto de dos tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número de parto sobre el número de lechones nacidos muertos en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

No. de parto	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
1	0.4±0.2	0.8±0.2	0.4±0.2	0.5±0.1 ^a
2	0.7±0.2	0.4±0.2	0.6±0.2	0.6±0.1 ^a
3	0.8±0.2	0.8±0.2	0.9±0.2	0.8±0.1 ^{ab}
4	1.1±0.2	0.7±0.2	0.8±0.2	0.8±0.1 ^{ab}
5	1.4±0.2	0.6±0.2	1.4±0.2	1.1±0.1 ^b
Promedio*	0.9±0.1	0.6±0.1	0.8±0.1	0.8±0.06

Los datos corresponden al número de lechones nacidos muertos ± error estándar

.a,b Literales diferentes indican diferencias significativas entre cerdas con diferente número de partos ($p < 0.05$)

* No existen diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$)

Cuadro 14
Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest), número de parto y línea genética sobre los lechones nacidos muertos en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

Grupo genético	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
Reproductoras	1.0±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	0.8±0.1
Progenitoras	0.8±0.1	0.7±0.1	1.0±0.1	0.8±0.1
Promedio	0.9±0.1	0.6±0.1	0.8±0.1	

Las diferencias entre tratamientos o entre líneas genéticas no son significativas ($P > 0.05$)

Cuadro 15

Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) y del número del parto el número de lechones nacidos momias en cerdas destetadas a los 15 días de edad

No. de parto	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigos	
1	0.19±0.14	0.43±0.14	0.38±0.14	0.33±0.08
2	0.42±0.14	0.37±0.14	0.22±0.14	0.33±0.08
3	0.32±0.14	0.40±0.14	0.45±0.14	0.39±0.08
4	0.07±0.14	0.63±0.14	0.31±0.14	0.33±0.08
5	0.38±0.14	0.33±0.14	0.42±0.14	0.38±0.08
Promedio	0.27±0.06	0.43±0.06	0.35±0.06	

Los datos corresponden al número de momias ± error estándar
No existen diferencias significativas entre tratamientos ni entre número de partos

Cuadro 16
Efecto del uso de dos tratamientos hormonales exógenos
(PG 600 y Altrenogest), del número de parto y de la línea genética
sobre los lechones nacidos mamas en cerdas destetadas a los 15 días
de lactancia

Grupo genético	Grupos			Promedio
	PG 600	Altrenogest	Testigo	
Reproductoras	0.20±0.08	0.42±0.09	0.17±0.08	0.26±0.05 ^a
Progenitoras	0.35±0.09	0.44±0.09	0.56±0.08	0.45±0.05 ^b
Promedio	0.27±0.06	0.43±0.09	0.36±0.06	

a,b Las diferencias entre líneas genéticas son significativas ($P < 0.05$)
 Las diferencias entre tratamientos no son significativas ($P > 0.05$)

Cuadro 17
Costos generados por alimentación (pesos) en cerdas tratadas con
dos tratamientos exógenos (PG 600 y Altrenogest) de diferente
número de parto y destetadas a los 15 días de lactancia

Concepto	Grupos		
	P G 600	Altrenogest	Testigo
Hormonales	\$ 43.50	\$ 46.70	0
Alimentación (A) (pesos/cerda/día)	\$ 5.5	\$5.5	\$5.5
Días del destete al estro (D)	4.3	7.8	4.8
Alimentación del destete al estro (A x D)	23.65	42.9	\$ 26.4
Alimentación + Hormonales	\$ 67.15	\$ 89.6	\$ 26.4

Cuadro 18

Costos beneficio de los tratamientos suministrados en cerdas tratadas con 2 hormonales exógenos (PG 600 y Altrenogest) en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia

Concepto	Grupos		
	PG 600	Altrenogest	Testigo
Porcentaje de cerdas gestantes	97.78	84.15	95.04
Lechones nacidos vivos por cerda gestante	9.2	8.8	9.8
Costo/ lechón vivo cerda gestante	\$ 7.29	\$ 11.2	\$ 2.69

Cuadro 19
Concentraciones fecal de estradiol (pg/g) en cerdas destetadas a los
15 días de lactancia.
Comparación de métodos de extracción y kits comerciales

Muestra	Fase Sólida		Doble anticuerpo	
	A*	B**	A*	B**
1	0	23.03	0.08	14.14
2	0	36.74	0.29	32.32
3	0	11.01	0.26	10.16
4	0	15.45	0.11	12.86
5	0	0.41	0.27	6.16
6	0	59.21	0.25	46.12
7	0	24.94	0.15	14.33
8	0	50.67	0.39	33.35
9	0	54	0.44	19.61
10	0	4.88	0.28	7.91

* Método de extracción A (Cloroformo) Möstl *et al.* 1984

**Método de extracción B (Agua destilada) Sanders *et al.* 1994

Cuadro 20

Precisión de la cuantificación de las concentraciones de estradiol (pg/g) en heces de cerdas durante los primeros 6 días pos-destete

Cerda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
1	119.26	170.01	146.09	157.16	153.87	113.10
	154.44	154.50	131.42	167.17	135.56	80.62
	166.11	173.93	121.71	145.25	117.35	119.30
Prom.± d.e.	146±24.3	166.1±10.2	133.0±12.2	156.5±10.9	135.8±18.2	104.3±20.7
C.V.	16.63	6.17	9.22	7.01	13.46	19.91
2	47.11	52.89	46.77	105.60	55.15	85.12
	33.11	55.83	73.34	66.78	56.33	87.86
	27.73	63.11	33.01	86.07	37.18	62.29
Prom.±d.e.	35.9±10	57.27±5.2	51.04±20	86.15±19	49.5±10	78.4±14
C.V.	27.80	9.18	4.016	22.53	21.65	17.90
3	22.84	44.91	68.05	80.62	86.14	73.96
	50.15	66.64	36.66	190.31	89.70	48.47
	15.19	64.04	48.42	78.48	65.04	100.64
Prom.±d.e.	29.4±19	58.53±11	51.04±15	79.5±71	80.2±13	74.3±26
C.V.	20.11	20.27	31.06	41.9	16.6	35.08

Cuadro 21
Prueba de recuperación de estradiol fecal en cerdas destetadas a los
15 días de lactancia

Concepto	Porcentaje de recuperación
Sedimento	9.02
Filtro	12.14
Volumen	
Sedimento	7.42

Cuadro 22
Parámetros reproductivos obtenidos en cerdas sangradas y no sangradas en los tres diferentes tratamientos

Variables	No. Servicios	Fertilidad (%)*	Días de destete a primer servicio	Lechones Nacidos Vivos
NO SANGRADAS				
Control	1.2	80	5.5±1.29	11.2±2.58
PG 600 destete	1.2	80	5.6±0.54	11.4±3.28
PG 600 48 horas	1	100	5.2±0.44	10.8±2.28
SANGRADAS				
Control	1.4	60	5.8±1.92	7.4±3.04*
PG 600 destete	1.8	25	4.5±0.57	10.5±3.1
PG 600 48 horas	1.2	80	5.2±1.30	10±2.25

*Significancia estadística $P < 0.05$

Cuadro 23

Niveles de estradiol (pg/g) en heces de cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia

Iden/Días	1	2	3	4	5	6	7	8
NO SANGRADAS								
435	0	0	12.63	21.8	95.03	55.93	22.07	
2727	0	0	2.3	0	28.59			
515	0	0	0.15	8.03				
59	1.2	0	0	FR	16.46	45.07		
2028	0	0.19	0	2.74	26.58			
SANGRADAS								
2583	0	0	0	80.32	11.46	FR	92.89	7.27
2591	0	17	FR	39.2	0	29.87		
2185	0	13.65	14.57					
1426	0	2.47	26.52	70.47	7.76			
15	0	0	0	0	FR	25.75	26.52	

Iden = Identificación individual de la cerda.

Días = Días que transcurrieron del destete (día 1) a la presentación del estro (día 8).

FR= Rango

Cuadro 24

Niveles de estradiol (pg/g) en heces de cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG600 al destete

Iden/Días	1	2	3	4	5	6
NO SANGRADAS						
2724	0.7	2.67	3.46	38.68	1.89	0
2731	0	8.99	0	0	0	
516	4.96	19.24	7.08	6.61	6.61	
528	6.17	7.76	FR	6.85	6.85	0.93
504		22.89	12.86	27.2	27.2	
SANGRADAS						
2568	8.58	0	15.69	12.63		
2135	34.71	21.99	0	11.67	0.62	
2574	4.33	13.41	39.49	12.02	80.64	
2595	0	6.05	9.1	25.5		

Iden = Identificación individual de cada cerda

Días = Días que transcurrieron del destete (día 1) a la presentación del estro (día 6).

FR = Fuera de rango

Cuadro 25
Niveles de estradiol (pg/g) en heces de cerdas
destetadas a los 15 días de lactancia con
administración de PG600 a las 48 horas posdestete

Iden/Días	1	2	3	4	5	6	7
NO SANGRADAS							
2729	0.39	0	5.62	0	10.25		
518	17.63	10.74	50.69	6.45	3.39		
2882	0.13	1.88	1.45	0.34	FR		
2869	0	0	8.25	0.39	32.19	7.84	
543	17.3	13.34	FR	8.31	10.47		
SANGRADAS							
2582	5.88	2.37	1.94	12.4			
2502	9.93	12.4	17.39	8.89	7.59		
2579	13.31			36.62			
442	0	0	4.7	19.13	19.21	12.09	
2592	0	0	2.13	41.37	56.8	22	26

Iden = Identificación individual de cada cerda

Días = Días que transcurrieron del destete (día 1) a la presentación del estro (día 7).

Cuadro 26
Resultados de las biopsias vaginales de cerdas testigo destetadas
a los 15 días de lactancia

Iden/ Días	1	2	3	4	5	6	7	8
No	SANGRADAS							
435	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Proestro	Estro	
2727	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro			
515	Diestro	Diestro	Proestro	Estro				
509	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Proestro	Estro		
2028	Diestro	Diestro	Proestro	Estro				
	SANGRADAS							
2583	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro
2591	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		
2185	Diestro	Proestro	Estro					
1426	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro			
15	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		

Cuadro 27

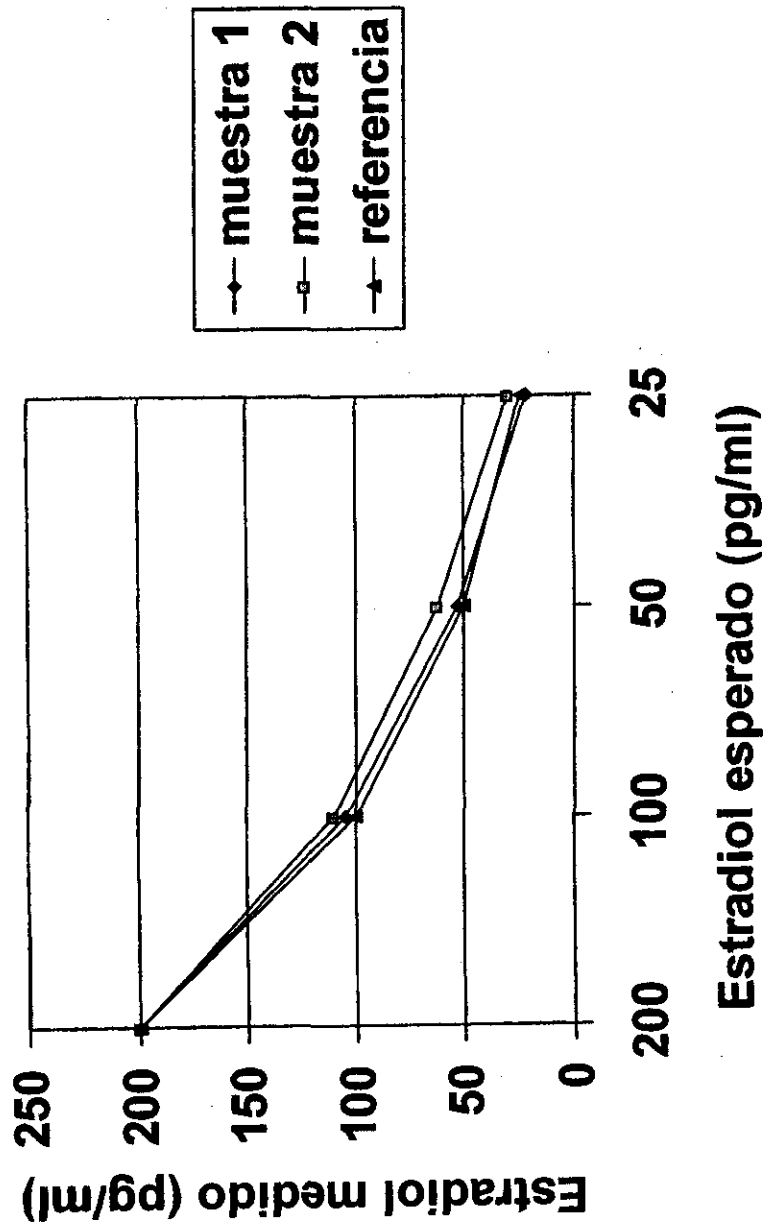
Resultados de biopsias vaginales en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 al destete

Iden/Días	1	2	3	4	5	6
No	SANGRADAS					
2724	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro
2731	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro	
516	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro	
528	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro
504	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro	
	SANGRADAS					
2568	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		
2135	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro	
2574	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro	
2595	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		

Cuadro 28
Resultados de las biopsias vaginales en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 a las 48 horas posdestete

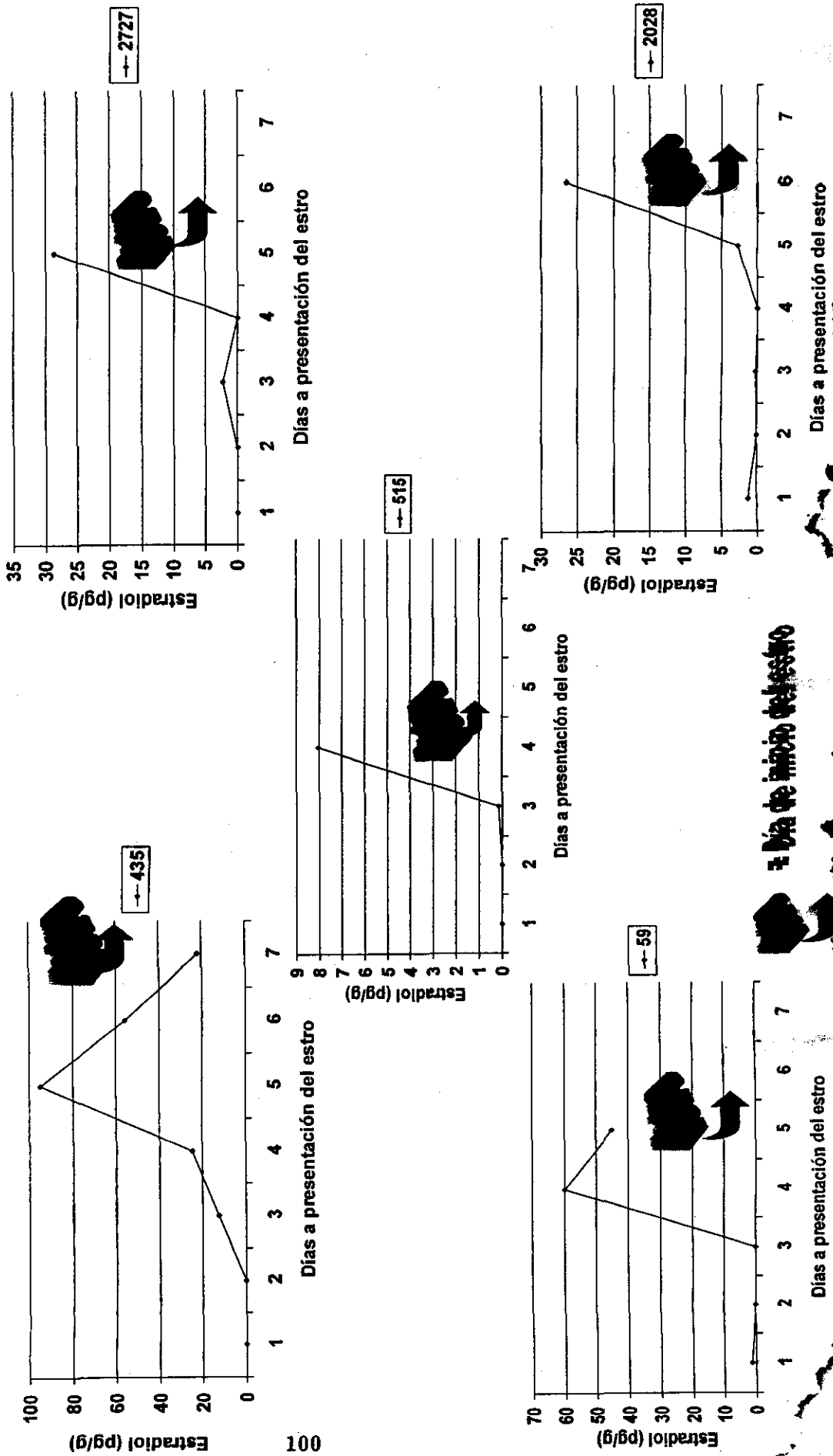
Iden/Días	1	2	3	4	5	6	7
No	SANGRADAS						
2729	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		
518	Diestro	Diestro	Proestro	Proestro	Estro		
2882	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		
2869	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro	
543	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		
	SANGRADAS						
2582	Diestro	Diestro	Proestro	Estro			
2502	Diestro	Diestro	Proestro	Proestro	Estro		
2579	Diestro	Diestro	Proestro	Estro			
442	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro		
2592	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Diestro	Proestro	Estro

**Gráfica 1. Resultado de la prueba de Paralelismo (pg/g)
para estradiol en heces de dos cerdas destetadas a los 15 días
de lactancia.**



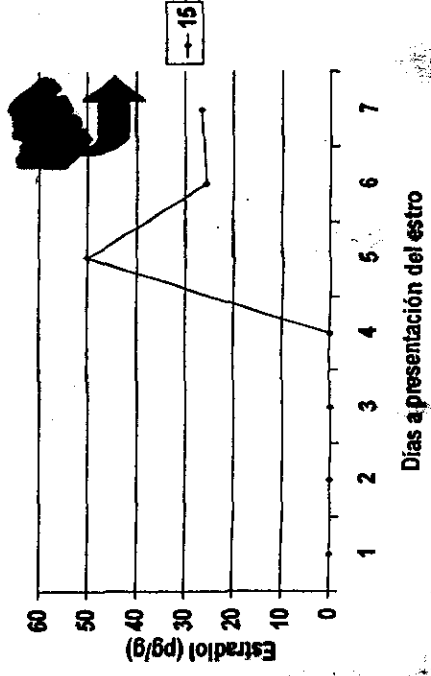
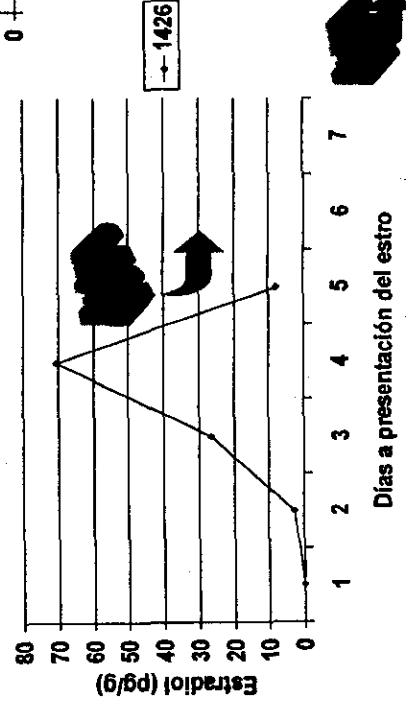
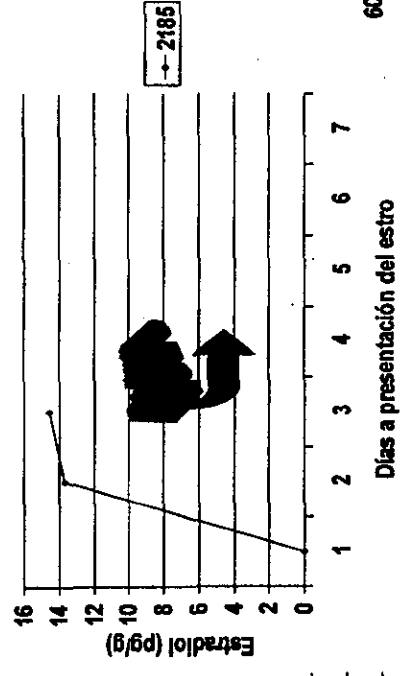
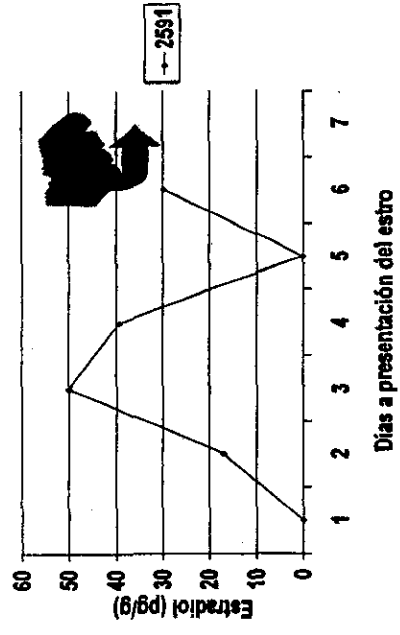
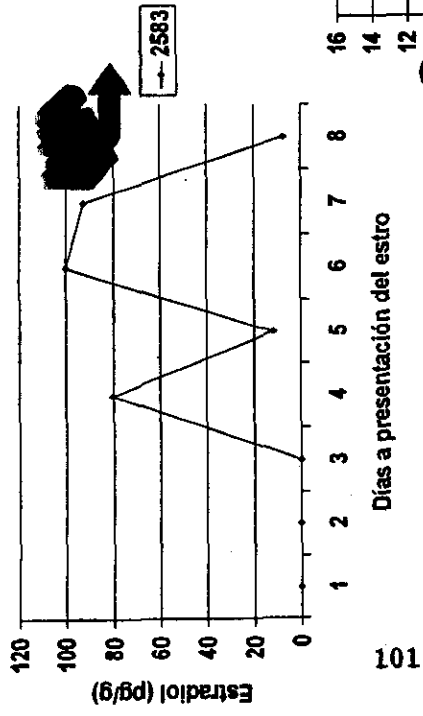
Los valores esperados como los valores medidos son valores por encima del valor de la muestra.

Gráfica 2. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 5 cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia. No sangradas



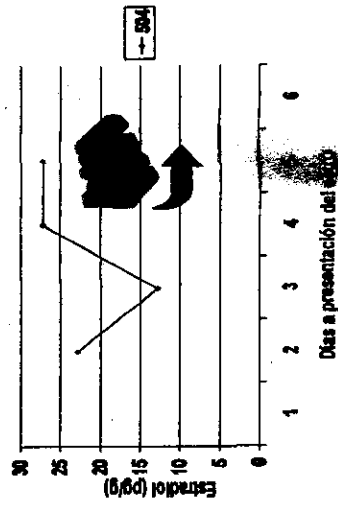
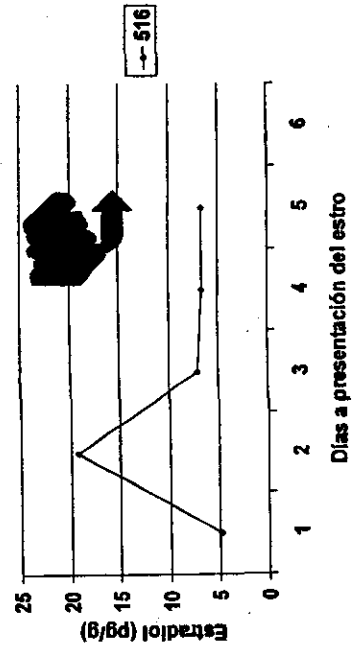
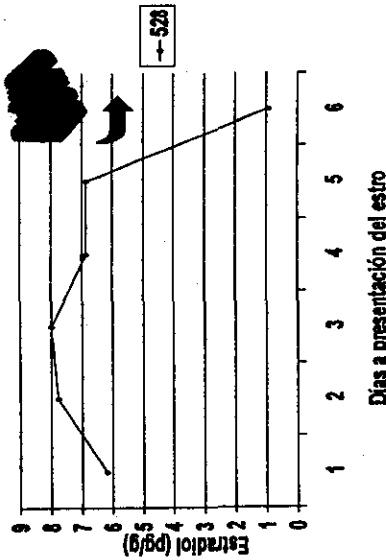
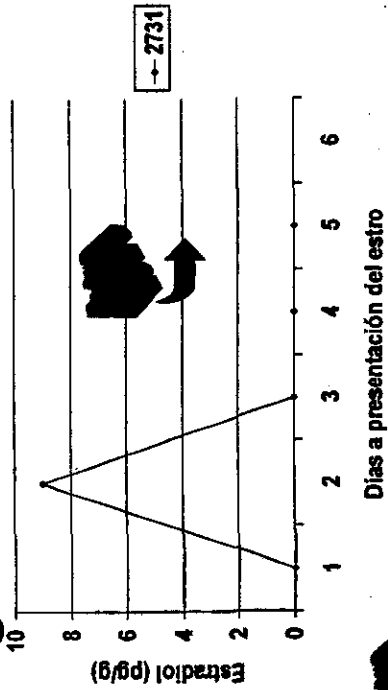
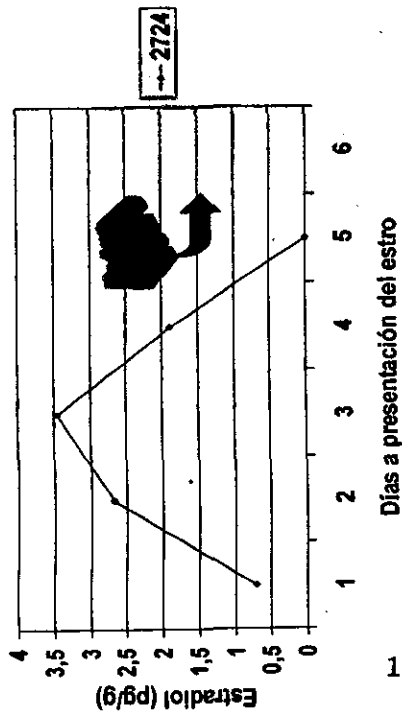
← Día de inicio del estro

Gráfica 3. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 5 cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia. Sangradas



± Día de inicio del estro

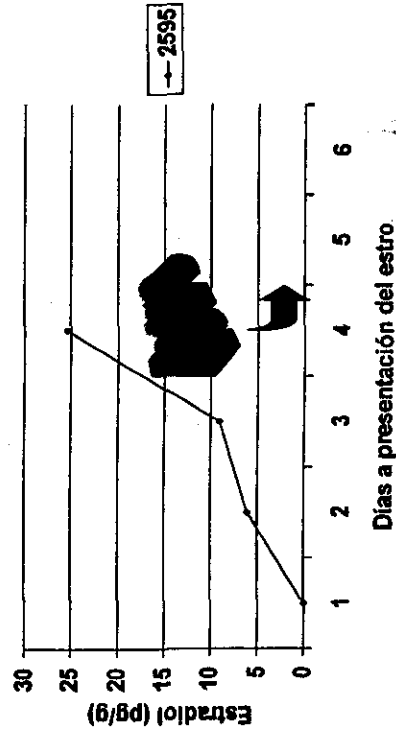
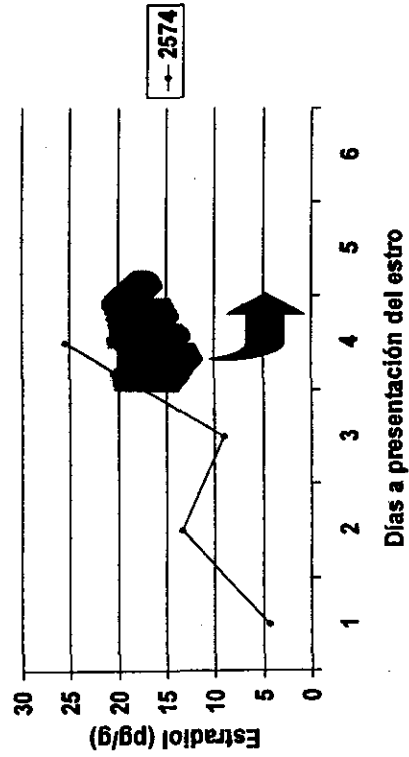
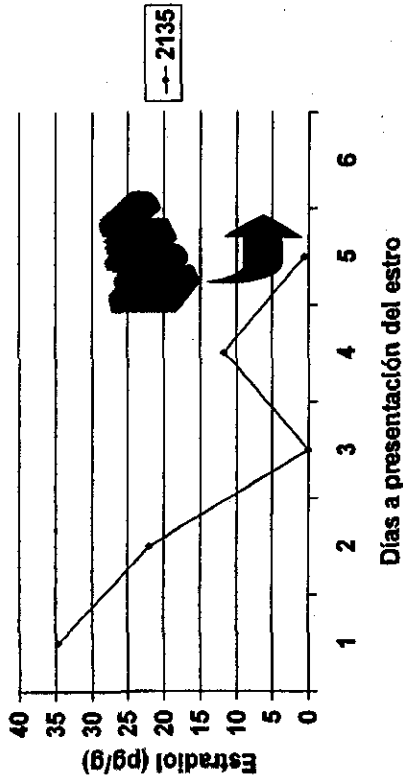
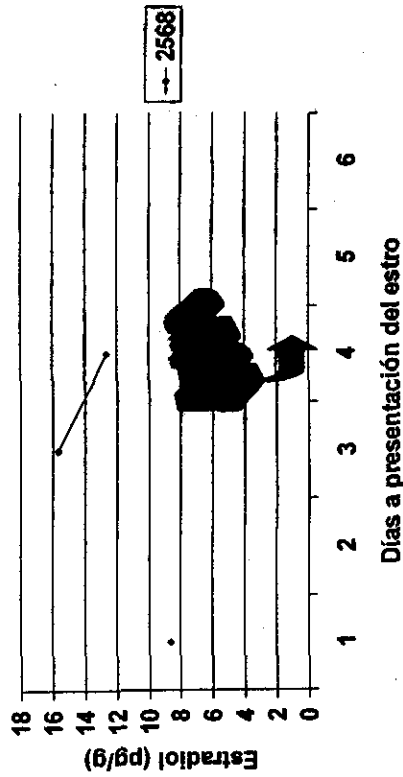
Gráfica 4. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 5 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 al destete. No sangradas



→ Día de inicio del estro

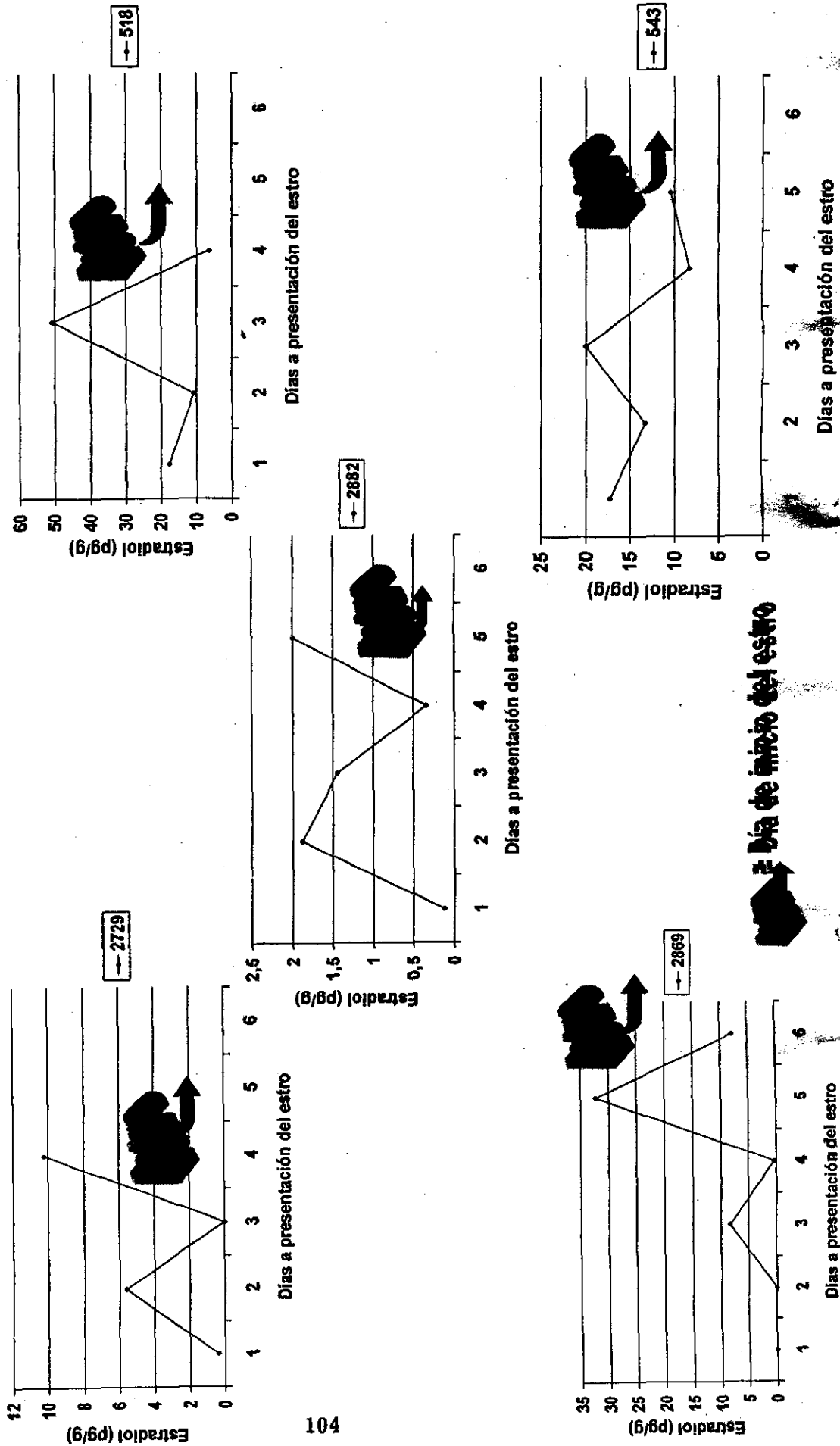
Gráfica 5. Niveles de estradiol (pg/g) en heces de 4 cerdas destetadas a los 15 días lactancia con administración de PG 600 al destete.

Sangradas

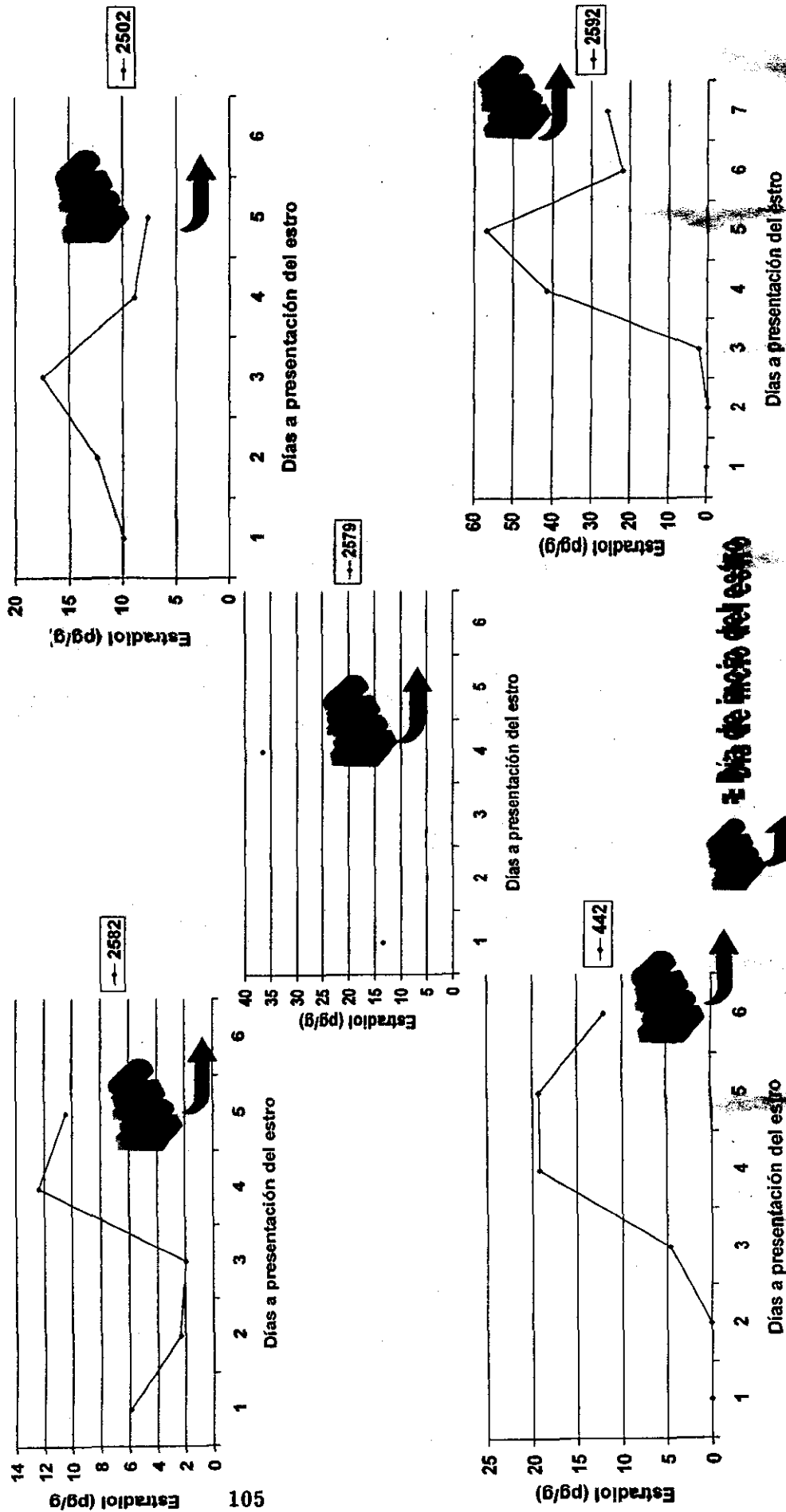


→ Día de inicio del estro

Gráfica 6. Niveles de estradiol (pg/g) en 5 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con administración de PG 600 a las 48 horas posdestete. No sangradas



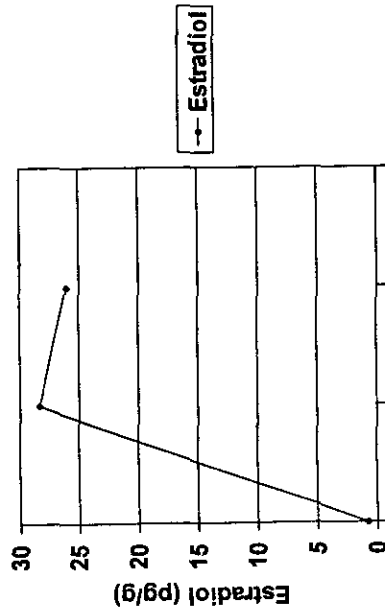
Gráfica 7. Niveles de estradiol (pg/g) de 5 cerdas destetadas a los 15 días de lactancia con una administración de PG 600 a las 48 horas posdestete. Sangradas



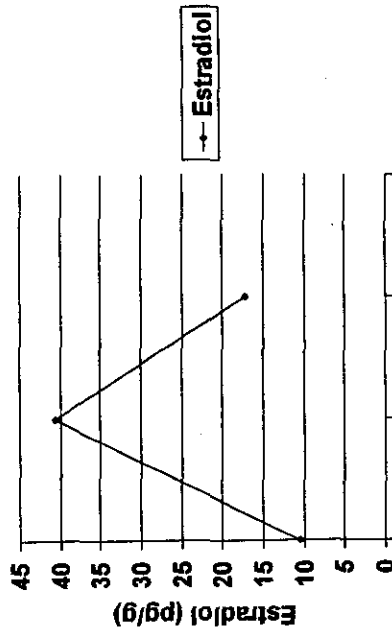
El Día de inicio del estro

Gráfica 8. Niveles promedio de estradiol (pg/g) en el intervalo destete a presentación del estro en heces de cerdas testigo destetadas a los 15 días de lactancia.

Cerdas no sangradas

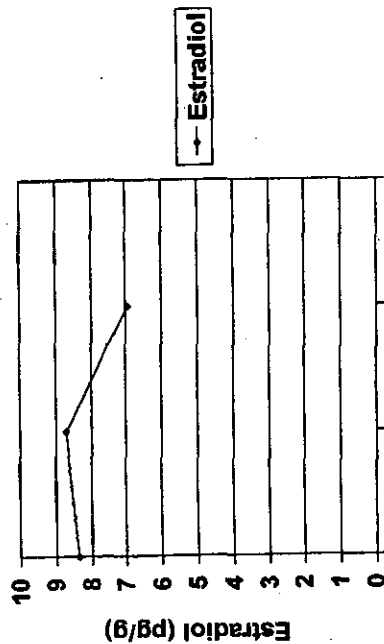


Cerdas sangradas

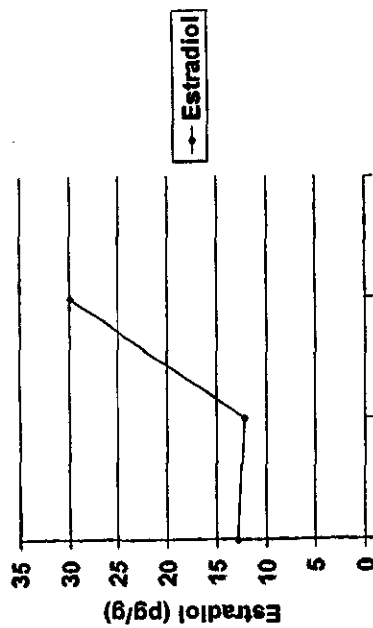


Gráfica 9. Niveles promedio de estradiol (pg/g) en el intervalo destete a presentación del estro en heces de cerdas con PG 600 al destete, destetadas a los 15 días de lactancia.

Cerdas no sangradas

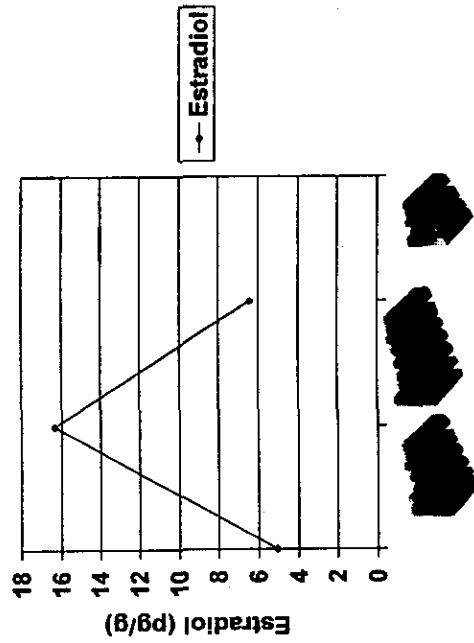


Cerdas sangradas



Gráfica 10. Niveles promedio de estradiol (pg/g) en el intervalo destete a presentación del estro en heces de cerdas con PG 600 a las 48 horas posdestete y destetadas a los 15 días de lactancia.

Cerdas no sangradas



Cerdas sangradas

