

0674
15



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INDUCCIÓN DEL ESTRO LACTACIONAL EN CERDO PELÓN MEXICANO
CONFINADO Y SU EFECTO SOBRE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

T E S I S

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
REPRODUCCIÓN

PRESENTA:

DANIEL MOTA ROJAS

288779

ASESORES:

JAVIER VALENCIA MENDEZ
MARIA DE LOURDES ALONSO SPILSBURY
LILIAN MAYAGOITIA NOVALES
MARIA ELENA TRUJILLO ORTEGA



México, D.F.

200/



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

En mi carácter de autor doy 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 este disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

M.V.Z. Daniel Mota Rojas

DEDICATORIA

**A MI FAMILIA,
POR SU EJEMPLO,
Y POR ENSEÑARME
QUE LOS ACTOS DE HOY
SON LOS FRUTOS DEL MAÑANA**

Daniel Mota

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Marilú Alonso Spilsbury y al Dr. Ramiro Ramírez Necochea por permitirme colaborar y aprender a su lado. Gracias

A la Dra. Lilian Mayagoitia Novales por su valiosa participación en la construcción de cada detalle de la Tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada.

Al proyecto de Etología y Producción Porcina de la UAM-X, por el apoyo en el financiamiento parcial del proyecto.

Al Honorable Jurado de Examen de Grado:

Dr. Luis Zarco Quintero

Dra. María Elena Trujillo Ortega

Dr. Javier Valencia Méndez

Dra. Marilú Alonso Spilsbury

Dra. Lilian Mayagoitia Novales

DATOS BIOGRÁFICOS

Nació en la Cd. de Pachuca, Hidalgo en el año de 1972. Egresó de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco en 1995. Obtuvo la Medalla al Mérito Universitario otorgada por la UAM-X. en 1996. Es asesor e investigador de campo de la Empresa Asistencia Técnica Veterinaria, S. A. (ATEVSA) desde 1995 y articulista de la Editorial Agronegocios en México desde 1996.

Ha impartido 15 conferencias internacionales y más de 35 nacionales.

Ha publicado en co-autoría 3 libros, 1 manual y una antología; así como más de 25 artículos para revistas especializadas, todos ellos relacionados con el Manejo, la Patología y la Producción Porcina.

Ha sido galardonado por tercera ocasión con el Premio al Área de Investigación en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco (en 1996, 1998 y 2000).

Por dos años consecutivos (1999 y 2000), ha recibido el Premio *Sus scrofa* otorgado por el Comité Científico de la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos (AMVEC).

Ha sido becario de la Fundación Lorena Alejandra Gallardo I. de A.P.; del "Student Ambassador Program" de la National Rinders Association, (NRA) Inc. Alexandria. U.S.A.; del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT); de la "Profesor Tielen Fund" en Maastricht, Holanda; y de la "International Pig Veterinary Society' 2000 Young Person's Bursary" en Melbourne, Australia.

Es miembro distinguido de la International Society for Animal Hygiene (ISAH) y de la International Pig Veterinary Society (IPVS).

Actualmente es Profesor Asociado "D" de Medio Tiempo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, impartiendo los Módulos de Producción y Patología Porcina, "Producción de Carne" y "Subproductos de Origen Vegetal y Animal".

RESUMEN

INDUCCIÓN DEL ESTRO LACTACIONAL EN CERDO PELÓN MEXICANO CONFINADO Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Alumno: Daniel Mota Rojas

Asesores: Javier Valencia Méndez, Marilú Alonso Spilsbury, Lilian Mayagoitia Novales y María Elena Trujillo Ortega.

El objetivo del presente trabajo fue inducir el estro lactacional fértil en una piara de cerdo Pelón Mexicano confinada y evaluar su efecto en los parámetros reproductivos. La inducción del estro lactacional se llevó a cabo en 20 cerdas primíparas de la raza Pelón Mexicano. El grupo I no recibió estímulo (control), el grupo II, permaneció con el semental (S), al grupo III se le retiró la camada por cuatro horas (DT) y el grupo IV recibió ambos estímulos (S+DT). La presencia del estro fértil se detectó a través del estro conductual, citología exfoliativa vaginal, determinación de 17β estradiol y progesterona a partir del día 8 de lactancia. Para analizar los efectos del retiro de la camada y la presencia del semental sobre los parámetros reproductivos, se utilizó análisis de varianza de una y dos vías, comparaciones *post hoc* a través de la prueba de *Tukey* y análisis multivariado para muestras repetidas. El nivel de significancia considerado para las pruebas estadísticas fue ($p < 0.05$). Las cerdas de los grupos I, II y III, no presentaron estro, mientras que las 10 del grupo IV (S+DT), presentaron estro y 8 de ellas (80%) quedaron preñadas durante la lactancia, obteniendo 2.83 partos por cerda por año. El destete temporal de la camada influyó significativamente ($F_{(1, 32)} = 6.588$; $p < 0.01$) para incrementar el número de lechones nacidos vivos. El tamaño de la camada fue mayor en los grupos de las cerdas a las que se les retiró temporalmente la camada (III y IV) y menor en los grupos I y II. Las cerdas que quedaron preñadas durante la lactancia acortaron significativamente ($p < 0.05$) su ciclo productivo al no existir días improductivos e incrementaron el tamaño de la camada en 2.1 lechones nacidos vivos ($p < 0.05$). La inducción de la gestación durante la lactancia permite incrementar la productividad de las cerdas acortando el ciclo productivo sin disminuir el periodo de lactancia.

Palabras clave: Cerdo Pelón Mexicano, estro lactacional, destete temporal, cerdas preñadas lactantes.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to induce a fertile lactational oestrus and determine the effects on the reproductive performance of the Mexican Hairless sow. Lactational oestrus was induced in 20 primiparous sows. Four groups of 10 lactating females were treated with different stimuli: group I did not receive stimuli (control), group II had a 15 min boar stimuli (B), group III had litter withdrawal for 4 hours (LW), and group IV received both stimuli (B + LW). All the stimuli were given on day 8 postpartum. Animals were evaluated on their second and third parities. Fertile oestrus was detected by sow behaviour, exfoliative vaginal cytology, and 17β estradiol and progesterone samples taken on day 8 of lactation. One and two ways analyses of variance were conducted to determine the effects of boar presence and litter withdrawal on the oestrus presentation. *Post hoc* comparisons with Tukey test and multivariate analyses for repeated measures were performed. Differences were considered significant at the $p < 0.05$ level. Sows from groups I, II and III did not showed oestrus, but all the animals from group IV did; 80% of these got pregnant obtaining 2.83 farrowings per sow per year. The partial withdrawn of the litter increased the number of pigs born alive ($F_{(1, 32)} = 6.588, p < 0.01$); litter size was greater in groups III and IV than in the other groups. We conclude that there are valuable advantages of the pregnancy induction while lactating, it increased the productivity of the sows reducing the reproductive cycle; the sows did not show non productive days and the litter size was increased over the next parities, without diminishing the lactation period. Further research will let us know if it is feasible to run this management under commercial farms.

Key words: Lactational oestrus, Mexican Hairless pig, litter withdrawal, lactating pregnant sow, reproductive performance.

CONTENIDO

Declaración	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Datos Bibliográficos	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Cuadro de contenido	viii
Lista de cuadros	ix
Lista de figuras	x
Introducción	1
Revisión de literatura	6
Estro lactacional	6
Anestro lactacional	7
Factores que afectan la aparición del estro	8
Estímulo de amamantamiento	8
Estado metabólico de la cerda	11
Métodos para inducir el estro lactacional	14
Agrupación de cerdas y contacto con el verraco	14
Destete temporal de la camada	15
Lactancias comunales con sistema al aire libre	16
Uso de factores de liberación	17
Uso de gonadotrofinas exógenas	17
Uso de estrógenos	18
Uso de péptidos opiodes	18
Sistemas alternativos de producción	19
Objetivos	20
Hipótesis	21
Material y Métodos	22
Localización	22
Animales	22
Estímulos	23
Detección del estro	24
Toma de muestras (Citología vaginal y muestreo sanguíneo)	24
Análisis estadísticos	25
Resultados	27
Discusión	32
Conclusiones	40
Referencias	42

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Diseño experimental	23
Cuadro 2. Indicadores productivos de Cerdas Pelón Mexicano (CPM) sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho	53
Cuadro 3. Indicadores reproductivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho	54
Cuadro 4. Indicadores productivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho en hembras de segundo y tercer parto	55
Cuadro 5. Indicadores reproductivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho en hembras de segundo y tercer parto	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Efecto del tratamiento sobre el número de células anucleadas.	57
FIGURA 2.	Efecto del tratamiento sobre el número de células superficiales.	58
FIGURA 3.	Efecto del tratamiento sobre el número de células intermedias.	59
FIGURA 4.	Efecto del tratamiento sobre el número de células parabasales.	60
FIGURA 5.	Efecto del tratamiento sobre la concentración plasmática de estrógenos durante el periodo de muestreo.	61
FIGURA 6.	Efecto del tratamiento sobre la concentración plasmática de progesterona durante el periodo de muestreo	62
FIGURA 7.	Efecto de las manipulaciones experimentales sobre el tamaño de la camada.	63
FIGURA 8.	Efecto de las manipulaciones experimentales sobre el intervalo estímulo estro.	64
FIGURA 9.	Efecto de las manipulaciones experimentales sobre el intervalo entre partos	65
FIGURA 10.	Efecto del número de parto de la cerda sobre el número de lechones nacidos vivos por grupo	66
FIGURA 11.	Efecto del número de parto de la cerda sobre el intervalo estímulo – concepción.	67

INTRODUCCIÓN

El manejo reproductivo se ha convertido en una de las áreas de mayor interés en los últimos años en la producción porcina industrializada.

En México al igual que en otras partes del mundo, la porcicultura ha sufrido cambios en sus sistemas de producción tratando de acortar el ciclo productivo. Desde hace más de una década existe una clara tendencia a reducir la duración de las lactancias (Becerril *et al.*, 1996).

En un principio las lactancias se redujeron para eliminar o controlar enfermedades de transmisión tardía, posteriormente el primer enfoque pasó a segundo término, ya que se determinó que en la medida en que el periodo de lactancia se hacía más corto, el número de partos por hembra al año era mayor, al igual que el número de lechones destetados por hembra al año. De esta manera las cerdas que son sometidas a lactancias menores a 21 días, tienen una presión de producción intensa, ocasionando que su vida productiva se acorte (Koketsu y Dial, 1996). Por otro lado Trujillo (1998), utilizando periodos de lactancia de 15 días, demostró el efecto negativo del destete temprano sólo en hembras jóvenes, mientras que las cerdas adultas no fueron afectadas por la disminución de la duración de la lactancia.

Existe evidencia creciente de que las lactancias cortas se asocian a un mayor número de partos y de lechones destetados por hembra al año respecto de las lactancias convencionales (Blaha, 1994; Dial *et al.*, 1994; Trujillo *et al.*, 1997); sin embargo, los periodos menores a 21 días pueden ser contraproducentes y disminuir el rendimiento reproductivo de las hembras (Becerril *et al.*, 1996; Koketsu y Dial, 1996; Xue *et al.*, 1996ab,1997). Por ejemplo las lactancias cortas retrasan la involución del útero, disminuyendo lentamente sus dimensiones así como su peso después del parto, y si la monta

se realiza una semana post-destete puede resultar perjudicial, ya que existe falta de tejido de reparación en los oviductos por lo que no se encuentran en condiciones óptimas para albergar a los nuevos embriones (Hughes y Varley, 1984; Conejo, 1992). Dicha involución uterina es completada hasta la tercera semana post-parto y en ocasiones hasta la cuarta o quinta semana. Es necesario señalar la importancia que tiene la oxitocina en la contracción del útero, ya que éstas favorecen la salida de los loquios uterinos ocasionando una involución más rápida, asociado también al estímulo de amamantamiento que ejercen los lechones durante la lactancia (Kemp, 1998).

En condiciones naturales, las cerdas muestran una tendencia a disminuir la frecuencia de inicio de los amamantamientos, particularmente después de la décima semana post-parto y concluyendo entre la semana 14 y 17 (Jensen y Stangel, 1992). Como las diferentes tetas producen distinta cantidad de leche, es posible observar lechones en una camada que naturalmente dejan de mamar antes que otros. Este proceso es lento y gradual y en cerdos mantenidos en pastoreo puede durar hasta 17 semanas contrastando notablemente con la abrupta separación de la cerda y los lechones en condiciones de crianza comercial que puede ir desde el día 7 al 21 post-parto (Basso y Fernández, 1997).

La reducción de la lactancia también se asocia a mayores intervalos destete-servicio, pero la magnitud de su efecto sobre la eficacia reproductiva es controvertida (Leman, 1987; 1990). Koketsu y Dial (1996) han observado que el destete precoz ha provocado alteraciones en las cerdas como la disminución de la tasa de fertilidad y en el tamaño de la camada de su siguiente parto así como un aumento en el intervalo entre el destete y la presentación del estro (Koketsu y Dial, 1996; Xue *et al.*, 1996ab; Trujillo *et al.*, 1997) aumentando los días abiertos y reduciendo el número de partos por hembra al año.

La gran mayoría de los investigadores que estudian el destete precoz dan mayor importancia a los intervalos destete-calor y al número de lechones nacidos vivos, realmente son pocos los que hacen alusión a las condiciones que se requieren si un porcicultor quiere adoptar el sistema.

Cuando Koketsu y Dial (1996) señalan que las granjas que utilizan el destete a 19 días producen 40 lechones destetados más por jaula paridera por año, esto es comprensible debido a que los espacios destinados para el área de maternidad son utilizados con mayor eficiencia, pero no quiere decir que el número de destetados por cerda al año sea mayor.

Es de suma importancia señalar que son pocos los investigadores que aportan datos acerca de la productividad de la cerda y la tasa de reemplazo, estos factores son parte fundamental del proceso productivo y no han sido tomados en cuenta. Koketsu y Dial (1996) señalan que la productividad de la cerda se ve reducida en 0.9 partos y que la tasa de desechos se eleva cerca del 10% anual. Becerril *et al.*, (1996) menciona que el tamaño de la camada se incrementa en 0.72 por cada día adicional de lactancia y en 1.21 el número de destetados, no coincidiendo con lo reportado con Trujillo (1998), quien señala que la duración de la lactancia no tuvo efecto significativo sobre el número de lechones totales. Trujillo *et al.*, (1997) reportan que la fertilidad disminuye 12% si la lactancia se reduce en más de una semana; sin embargo, Trujillo (1998) reporta que el porcentaje de fertilidad en cerdas de quinto y sexto parto no se vio afectado por la duración de la lactancia. Koketsu y Dial (1996) concluyen que si el periodo de lactancia se reduce a menos de 17 días, el tamaño de la camada subsecuente se reduce de 11.8 a 11.0 lechones nacidos vivos.

Los efectos negativos del destete precoz pueden ser más marcados conforme se reduce la duración de la lactancia y su magnitud puede verse

afectada por el número de parto de la cerda (Dewey *et al.*, 1994; Tubbs y Dyer, 1996; Koketsu y Dial, 1996; Trujillo, 1998).

Lo anterior sugiere una nueva alternativa que permita incrementar la productividad de las cerdas acortando el ciclo productivo pero sin disminuir el periodo de lactancia. Esta alternativa puede ser el establecimiento de la preñez durante la lactancia, ya que si ésta resulta exitosa, no existe un detrimento de la prolificidad de la cerda o el desarrollo de la camada, así los lechones seguirán lactando mientras su madre está gestante, acortándose el ciclo productivo y obteniéndose un mayor número de partos por hembra al año (Kirkwood y Thacker, 1998). La inducción de la preñez durante la lactancia ha tenido un éxito moderado únicamente después de la tercera semana de lactancia (Crighton, 1970; Newton *et al.*, 1987a). Los métodos utilizados han sido destete temporal de la camada (Duggan *et al.*, 1982; Varley y Foxcroft, 1990; Loseth y Crabo, 1994), tratamientos con gonadotropinas (Hauslet *et al.*, 1980; Cox *et al.*, 1988), tratamientos con estrógenos (Cox y Britt, 1982), administración de GnRH (Cox y Britt, 1982) y modulación de opioides (Barb *et al.*, 1986; Armstrong *et al.*, 1988ab).

En resultados presentados por Jensen y Stangel (1992) demuestran que cerdas de razas europeas mantenidas en condiciones de bosque templado, son capaces de mostrar estro lactacional; igualmente resultados preliminares obtenidos en México (Alonso-Spilsbury *et al.*, 1998), señalan que la cerda Pelón Mexicano (CPM) mantenida en condiciones agro-silvo-pastoriles con lactancias prolongadas de más de 10 semanas, es capaz de manifestar estro durante la lactancia, lo que no queda claro en ambos trabajos es si el estímulo se debió a la presencia del verraco, ya que éste se encontraba en contacto permanente con las hembras, o si se debió al hecho de que las cerdas podían separarse de sus camadas prolongando el intervalo entre amamantamientos.

El CPM tradicionalmente ha sido criado en condiciones de traspatio sin que haya una supervisión veterinaria de por medio, manteniéndolo básicamente como una alcancía familiar. La importancia del CPM en las comunidades rurales es doble, por un lado mejora la dieta del campesino o criador y por otro son engordados para venderse (Lemus *et al.*, 1999). Debido a la falta de apoyo técnico y sanitario, los índices reproductivos de este biotipo no son muy halagadores, se producen camadas poco numerosas, de bajo peso al nacimiento, lento crecimiento, tendencia grasa, bajo rendimiento en canal y alto riesgo de zoonosis (Rojas, 1994; Salinas, 1996; Lemus, 1999).

El cerdo criollo lampiño, también llamado Pelón Mexicano deriva su nombre de la carencia completa de cerdas en la superficie de la piel (Robles, 1967; Castellanos y Gómez, 1984). Actualmente esta raza se encuentra en peligro de extinción debido a la constante introducción de razas mejoradas (FAO, 1994).

Es por ello necesario realizar un experimento en condiciones controladas con la finalidad de evaluar el rendimiento reproductivo de los cerdos mantenidos bajo condiciones de confinamiento. Dicho experimento puede surgir a través de un modelo productivo con el CPM, ya que a través de éste se pueden proponer una serie de estrategias de tipo reproductivo que propicien una porcicultura más sana además de incrementar el número de animales en periodos de tiempo más cortos. En México son pocos los trabajos realizados acerca de los indicadores reproductivos de esta raza (Flores y Agraz, 1983; Salinas, 1996).

Trabajos recientes (Rojas, 1994) indican que las CPM son relativamente poco prolíficas pero poseen buen instinto materno, destetando a casi todos los lechones que paren. La presencia del estro lactacional pudiera ser la clave para acortar el periodo entre partos sin someter a los animales a las actuales presiones de producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

Estro Lactacional

El intervalo entre partos puede acortarse si las cerdas logran concebir mediante la inducción del estro lactacional, no existiendo de esta manera días improductivos (Alonso-Spilsbury *et al.*, 1998).

Estudios publicados en la década de los 50's indican que ocurre un estro post-parto en el 50-99% de las cerdas (Warnick *et al.*, 1950; Baker *et al.*, 1953; Self y Grummer, 1958); sin embargo, éste es anovulatorio excepto en circunstancias poco comunes como la muerte de la camada o la remoción de los lechones al nacimiento (Warnick *et al.*, 1950). En forma natural, las cerdas paridas muestran estro pos-parto entre el día 5 y 10, este estro es anovulatorio y puede ocurrir en un 80% a 99% de las cerdas (Cole *et al.*, 1972). También en condiciones naturales, las cerdas muestran una tendencia a disminuir la frecuencia de inicio de los amamantamientos, particularmente después de la décima semana post-parto (Alonso-Spilsbury y Mayagoitia, 1998) y concluyendo entre la semana 14 y 17 (Jensen y Recén, 1989). Esta reducción de la frecuencia de amamantamientos, origina una retroalimentación positiva del GnRH, dando lugar a la liberación de FSH y LH, permitiendo que la cerda manifieste signos de estro.

La presencia del anestro lactacional y la falta de ovulación puede ser debido a una insuficiencia de gonadotrofinas o específicamente a una falla en la liberación de FSH y síntesis de LH (Cole *et al.*, 1972; Guthrie *et al.*, 1978).

La inducción de la preñez durante la lactancia ha tenido un éxito moderado únicamente después de la tercer semana de lactancia (Crighton, 1970; Newton *et al.*, 1987a; Varley y Foxcroft, 1990). Existen algunos factores

adversos como son la difícil detección del estro en salas de maternidad, así como una reducción en el tamaño de la siguiente camada una vez que la cerda quedó gestante durante la lactancia previa (Varley y Foxcroft, 1990).

Varley y Atkinson (1985), mostraron que aunque la mayoría de las cerdas permanecen en anestro o no muestran signos de estro en los primeros 30 días post-parto, -de acuerdo con la determinación de progesterona en el plasma-, el 28% de las cerdas tuvieron ovulación sin mostrar conducta estral en el día 13.8 post-parto en promedio y el 38% manifestaron estro y ovulación el día 12.1 después del parto.

Como se puede apreciar, el periodo de lactancia se caracteriza por cambios en los niveles hormonales y cambios metabólicos que son producidos por el estímulo de amamantamiento y la producción de leche.

Anestro Lactacional

Los factores que afectan la aparición del estro-lactacional y que hacen que la cerda no muestre evidencia de signos de estro son el estímulo de amamantamiento que bloquea la secreción de gonadotrofinas (Armstrong *et al.*, 1988a) y el estado metabólico de la cerda lactante. La cerda dirige su metabolismo hacia la producción de leche y el crecimiento rápido de la camada (Varley y Foxcroft, 1990). La inhibición neuroendócrina de los ovarios debida al estímulo de amamantamiento no permite la ovulación post-parto; el estímulo de amamantamiento inhibe la liberación de GnRH y promueve la liberación de prolactina, oxitocina y opiodes, todos ellos juegan un papel importante en la modulación del anestro.

I) Factores que afectan la aparición del estro-lactacional

Kemp (1998) señala 6 factores que incrementan la incidencia de aparición del estro lactacional: 1) contacto frecuente con el semental, 2) sistemas de alojamiento en grupo, 3) baja producción lechera (camadas con pocos lechones), 4) alto consumo de alimento, 5) separación temporal de la camada o amamantamiento interrumpido y 6) partos numerosos de la cerda. También se puede inducir mediante el uso de hormonas durante la lactancia, y el manejo de lactancias prolongadas (Rowlinson *et al.*, 1974; Petchey y Jolly, 1979).

Varios autores (Petchey e English, 1980; Rowlinson y Bryant, 1981, 1982ab; Bryant *et al.*, 1983ab) coinciden en que la aparición del estro durante la lactancia se debe a la combinación de tres de los factores arriba señalados: lactancias superiores a los 45 días, agrupación de las cerdas lactantes y presencia de un verraco maduro.

A) Estímulo de amamantamiento

Factor de liberación de las gonadotropinas (GnRH)

La inhibición de GnRH durante la lactancia contribuye de manera importante en la falla de liberación de FSH y LH, lo que ocasiona la falta de aparición del estro (Britt *et al.*, 1985). Sin embargo, no existe un efecto inhibitorio claro de las hormonas prolactina y oxitocina sobre GnRH (Foxcroft *et al.*, 1987).

Hormona luteinizante (LH)

Una vez que la cerda ha parido y ha dado inicio la lactancia, los ovarios permanecen inactivos por un periodo aproximado de 10 días. Después de este

tiempo, los folículos pequeños pueden empezar a desarrollarse, no obstante, difícilmente alguno de estos llegará a ser un folículo de Graaf (Britt *et al.*, 1985).

Durante la lactancia los pulsos de LH disminuyen en frecuencia y aumentan en amplitud, por lo que el ovario se encuentra inactivo. Esta supresión de los pulsos de LH, es una de las explicaciones más importantes del por qué la cerda lactante permanece en anestro (De Rensis *et al.*, 1996; Kemp, 1998).

En ausencia de amamantamiento, en el periodo post-parto, los niveles elevados de LH pueden desarrollar folículos altamente estrogénicos, pero frecuentemente con quistes (Foxcroft *et al.*, 1992). Una vez que la cerda es destetada, los pulsos de LH aumentan en frecuencia y decrecen en amplitud, originando que un número seleccionado de folículos pre-ovulatorios maduren en 4 ó 5 días posteriores al destete, liberando así óvulos fértiles (Kemp, 1998).

Prolactina

Se considera que las células del ovario son blanco de la prolactina (Dusza y Tilton, 1990); los niveles de esta hormona en el plasma alcanzan su pico máximo 8 a 12 horas antes del parto (Castrén *et al.*, 1993), y decrecen inmediatamente después de éste y a medida que avanza la lactancia (Algers *et al.*, 1991). Por el contrario, los niveles de prolactina se elevan durante el estímulo de amamantamiento y el metaestro del ciclo estral (Stevenson *et al.*, 1981; Edwards y Foxcroft, 1983), y declinan al destete.

La prolactina liberada por la cerda lactante puede inhibir la función ovárica en forma indirecta, particularmente influye en la liberación de los pulsos de LH y en la inhibición de la síntesis de estradiol ovárico (Dusza y Tilton, 1990).

Cuando los lechones estimulan las tetas de la madre, la respuesta produce una elevación en los niveles de prolactina de 10 a 15 minutos después de haber iniciado el masaje previo a la bajada de leche; y regresa a sus niveles basales alrededor de 30 ó 40 minutos después de terminado el amamantamiento (Kendall *et al.*, 1983). Los niveles de prolactina decrecen gradualmente a medida que progresa la lactancia, siendo resultado de una disminución gradual de la frecuencia de amamantamientos (Kirkwood *et al.*, 1984; Varley y Foxcroft, 1990). De igual forma, la separación total de la camada en forma temporal, ocasiona una precipitación de los niveles de prolactina (Bever *et al.*, 1978; Holmes *et al.*, 1988), llegando a sus niveles basales en 6 horas, ocasionando un mecanismo de retroalimentación positiva para GnRH (Loseth y Crabo, 1994).

Para que la cerda lactante presente estro, los niveles de prolactina deberán descender para que el GnRH estimule la liberación de LH y FSH. Una vez que la LH es liberada y se ha llevado a cabo la ovulación, la presencia de prolactina es importante para la inducción y el mantenimiento de los receptores a LH (Holt *et al.*, 1976). La LH y la de FSH son secretadas lentamente durante las lactancias prolongadas y sólo en estos casos las cerdas son capaces de mostrar un estro fértil (Hughes y Varley, 1984). Además, la prolactina juega un papel en la esteroidogénesis, mejora la concentración lipoprotéica ovárica, al mantener los receptores a nivel de membrana para las lipoproteínas de alta densidad, que son precursores de la esteroidogénesis lútea (Murphy y Rajkumar, 1985). Finalmente resulta ser un estímulo importante en la secreción de progesterona de las en células lúteas durante la preñez

temprana; debido a ello, la función luteotrópica de la prolactina durante la lactancia y el ciclo estral resulta controvertida (Varley y Foxcroft, 1990).

Opiodes endógenos

El estímulo de amamantamiento induce la liberación de opiodes endógenos en el cerebro de la cerda (Varley y Foxcroft, 1990; Rushen *et al.*, 1993); éstos inhiben la liberación de GnRH y concomitantemente, la de LH. Actualmente existe interés en el uso de opioides endógenos como moduladores de la ovulación. Experimentos en cerdas lactantes demuestran que a la aplicación de naloxona (antagonista opioide), se aprecia un incremento en la liberación de los pulsos de LH (Barb *et al.*, 1986; Armstrong *et al.*, 1988a; De Rensis *et al.*, 1993, 1996). Más aún, Armstrong *et al.* (1988b), demostraron que la morfina -opioide agonista- disminuye la secreción de LH después de retirar la camada.

B) Estado metabólico de la cerda

El estímulo de amamantamiento da origen a una respuesta neuroendócrina que involucra a las hormonas prolactina y oxitocina; ambas contribuyen a los cambios metabólicos que ocurren durante la lactancia y son promotores de la utilización de reservas proteicas y energéticas (carbohidratos y grasas) para la síntesis de leche (Einarsson y Rojkittikhun, 1993). Asimismo, la oxitocina promueve la movilización de glucosa de las reservas de la madre hacia la glándula mamaria.

Si el nivel de alimentación es bajo y no compensa la energía y proteína que el organismo de la cerda requiere para su mantenimiento y producción de leche, la cerda entra en un balance negativo de energía, ya que inicia el

proceso de catabolismo, en el cual comenzará a utilizar sus depósitos de energía. Este estado catabólico puede evaluarse de acuerdo a la concentración de metabolitos y de hormonas metabólicas, es decir, si se incrementan los niveles de urea, ácidos grasos libres y creatinina, esto indica que las reservas proteicas y energéticas están siendo utilizadas por la cerda (Quesnel y Prunier, 1995).

Es importante señalar que la producción de leche de la cerda se incrementa durante las primeras 3 a 4 semanas de lactancia y el efecto del estado catabólico del animal sobre las hormonas metabólicas y sus metabolitos es más pronunciado a medida que progresa la lactancia y las reservas de energía se agotan (Kemp, 1998).

Si el nivel de alimentación es bajo durante la lactancia, origina la inhibición de los pulsos de LH antes de la ovulación, ocasionando una luteolisis resultando en un decremento de los niveles de progesterona en plasma durante la preñez temprana, incidiendo de manera negativa sobre la sobrevivencia embrionaria. Es claro que una hiponutrición durante la lactancia no solo repercute en la cerda y los lechones en este periodo, sino que también tiene efecto en el desempeño reproductivo de la hembra en el siguiente ciclo. Pero no sólo la cantidad de alimento administrada a las cerdas durante la lactancia es importante, también existen diferencias individuales en la regulación del metabolismo energético durante dicho estado en cerdas bien nutridas (Rojkittikhun *et al.*, 1992).

Una restricción proteica y energética durante la lactancia, produce una supresión de la liberación de LH por la pituitaria, lo cual es causado por un decremento de la liberación de GnRH en la cerda lactante con camada numerosa, o bien, en cerdas primerizas (King y Martin, 1989). Por otro lado, la administración de glucosa durante la lactancia incrementa los niveles de

insulina en el plasma, pero afecta negativamente los niveles de LH (Tokach *et al.*, 1992); aunque recientemente Pettigrew y Tokach (1993) reportaron que los receptores para la insulina están en el cerebro y pituitaria, y que la insulina mejora la liberación de FSH y LH en estudios *in vitro*. Asimismo, Cox *et al.* (1987), verificaron que durante la fase folicular en cerdas primerizas una inyección de insulina en el área cerebro-ventricular, tuvo un efecto positivo sobre la liberación de LH incrementando la tasa de ovulación.

Desarrollo folicular

En estudios *in vitro*, existe evidencia de que la glucosa, insulina y factores de crecimiento como IGFs y TGFs intervienen en el desarrollo folicular (Cosgrove y Foxcroft, 1996).

Meurer *et al.* (1991) comprobaron que la presencia de atresia folicular en hembras diabéticas era debida a la falta de insulina, ya que al aplicarla, las cerdas diabéticas ovularon. Poretsky y Kalin (1987), demostraron que la insulina estimula a las células de la granulosa para formar receptores a LH y producir estrógenos; a su vez Cosgrove *et al.*, (1992) demostraron que una dieta alta en energía, induce un incremento en la actividad de las aromatasás, con un efecto positivo sobre el desarrollo folicular. Asimismo, trabajos previos de Cox *et al.* (1987) mostraron que la administración de insulina sola o en combinación con un aumento en el consumo calórico durante el crecimiento folicular en cerdas primerizas, aumenta la tasa de ovulación.

Los diferentes experimentos demuestran una estrecha relación de la insulina con el desarrollo folicular, pero es oportuno señalar que existen factores metabólicos y de crecimiento que están involucrados aunque se

desconoce su participación, por lo que aún se encuentran bajo estudio (Kemp, 1998).

II) Métodos para inducir la aparición del estro lactacional

Los métodos utilizados para inducir el estro en cerdas lactantes son el destete temporal de la camada (Duggan *et al.*, 1982; Varley y Foxcroft, 1990; Loseth y Crabo, 1994); permitir el contacto feromonal con un verraco maduro (Smith, 1961; Cole *et al.*, 1972; Henderson y Hughes, 1984; Stevenson y Davis, 1984; Newton *et al.*, 1987b; Costa y Varley, 1995); la agrupación de cerdas lactantes (Petchey y Jolly, 1979; Duggan *et al.*, 1982); el uso de lactancias comunales en cerdas mantenidas al aire libre (Jensen y Stangel, 1992; Alonso-Spilsbury *et al.*, 1998); los tratamientos con gonadotrofinas (Hausler *et al.*, 1980; Kirkwood y Thacker, 1998); los tratamientos con estrógenos (Cox *et al.*, 1988); la administración de GnRH (Cox y Britt, 1982); y la aplicación de péptidos opiodes (Barb *et al.*, 1986; Armstrong *et al.*, 1988a). La gran mayoría de los investigadores han utilizado más de un método de inducción de estro, así como combinaciones entre tratamientos. Debido a que todas estas técnicas han conducido a un número limitado de hembras a la ovulación, no se han adoptado comercialmente en ninguno de los casos.

Agrupación de cerdas y contacto con el verraco

Uno de los métodos naturales, sin el uso de hormonas exógenas, consiste en la agrupación de cerdas lactantes con sus camadas, permitiéndoles tener contacto con un semental (Stolba *et al.*, 1990; Vesseur *et al.*, 1995; Wechsler, 1995, 1996). Este método ha probado ser exitoso en algunas ocasiones (Rowlinson *et al.*, 1975; Stolba *et al.*, 1990), pero en otras no hay efecto aparente en la manifestación del estro lactacional (Petchey *et al.*, 1978).

Por otro lado, utilizando lo que se conoce como el "Pig Family Pen", sistema diseñado originalmente por Stolba (1981), los resultados obtenidos han sido favorables, tales como concepción de las cerdas 38 ± 12 días después del parto, un ciclo reproductivo de 150 ± 15 días y 2.4 partos por cerda al año (Stolba, 1984), aún con lactancias prolongadas, ya que las cerdas destetaron naturalmente a sus lechones entre las 12 y 14 semanas post-parto (Moser, 1989).

El "Pig Family Pen" fue probado recientemente por Wechsler (1996), encontrando que las cerdas mostraron estro lactacional antes que los lechones cumplieran 7 semanas de amamantamiento; esto ocurrió en 53.8% de los ciclos analizados durante 2.5 años; las cerdas criaron 21.4 lechones al año, por lo que el sistema resultó ser práctico en condiciones comerciales.

Destete temporal de la camada

El destete temporal de la camada para inducir estro lactacional fue recomendado por Marshall y Hammond (1937). Posteriormente Smith (1961) indujo el estro al separar durante 12 horas las camadas en los días 21, 31 y 35 de lactancia, observando que en las cerdas primíparas se requería un promedio de 14 días de separación continua para inducirlo, y las cerdas amamantando en su segundo parto, requerían 5-6 días de separación cuando el tratamiento había comenzado en el día 21 de lactancia. Asimismo, la separación de 8 horas al día a partir del día 21 de lactancia, falló en producir estro en todas las cerdas hasta la semana 8 de lactancia.

Actualmente las técnicas utilizadas para inducir estro lactacional o reducir el intervalo destete-estro son una reducción del tamaño de la camada varios días antes de destetar a la hembra (Stevenson y Britt, 1980; Stevenson

y Davis, 1984), o el destete fraccionado, al destetar a los lechones más pesados de la camada varios días antes (Cox *et al.*, 1983, Henderson y Hughes, 1984; Kunavongkrit *et al.*, 1985; Riley *et al.*, 1985; Matte *et al.*, 1992). En general dichos tratamientos reducen el intervalo destete-estro sin obtener efectos deseables en la siguiente tasa de fertilidad o tamaño de la camada. En este sentido, cabe señalar que Vesseur (1997) encontró mejores tasas de fertilidad en las cerdas sometidas a destete fraccionado en su lactancia previa.

Si se considera que al separar a la camada de la madre por espacio de 4 horas o más al día, se incrementan los niveles basales en la concentración de LH (Booman y van der Wiel, 1980; Newton *et al.*, 1987ab; Armstrong *et al.*, 1988a), habría que estudiar la viabilidad de usar este procedimiento sin comprometer la salud y crecimiento de los lechones.

Por otro lado, Loseth y Crabo (1994) realizaron un experimento donde el grupo control permaneció con su camada 24 horas al día; el grupo experimental fue removido de su camada 8 horas por día. En sus resultados, los niveles de prolactina descendieron al 50% en una hora, 20% más en 3 horas y los niveles basales se registraron a las 6 horas. En el grupo experimental 4 de 6 hembras fueron cubiertas en los días 5 y 6 de iniciada la separación.

Lactancias comunales con sistema al aire libre

Trabajos preliminares (Bryant *et al.*, 1983a) señalan que los intervalos entre amamantamientos se hacen más prolongados cuando las cerdas son alojadas en grupos o cuando se pueden separar de sus camadas y esto puede en parte, ser la causa de que ocurra estro durante la lactancia en las cerdas mantenidas en este tipo de sistemas (Castrén *et al.*, 1989; Henderson y Stolba, 1989; Stolba *et al.*, 1990; Alonso-Spilsbury *et al.*, 1998).

Jensen y Stangel (1992), demostraron que cerdas domésticas de razas europeas mantenidas en condiciones de bosque templado, son capaces de mostrar estro lactacional; igualmente resultados preliminares obtenidos en México (Alonso-Spilsbury *et al.*, 1998), demostraron que las cerdas Pelón Mexicano mantenidas en condiciones agro-silvo-pastoriles con lactancias prolongadas de más de 10 semanas, mostraron también estro lactacional y quedaron gestantes 30% de ellas.

Uso de factores de liberación

Cox y Britt (1982), administraron GnRH en forma pulsátil cada 2 horas a cerdas lactantes en el día 24 de lactancia durante 7 días. El 50% de las cerdas tratadas mostraron estro 4 días después de comenzar el tratamiento además de quedar gestantes, concluyendo que el tratamiento durante la lactancia con LHRH induce desarrollo folicular, estro y ovulación (Cox y Britt, 1982; De Rensis *et al.*, 1991).

Uso de gonadotrofinas exógenas

La respuesta al uso de gonadotrofinas varía según el estado de lactancia, la dosis empleada y el manejo de los animales.

La respuesta al uso de PMSG en cerdas tratadas el día 20 de lactancia es significativamente menor que en aquellas tratadas en un periodo posterior (*e.g.* Cole y Hughes, 1946; Allen *et al.*, 1957). Britt *et al.* (1985), utilizaron gonadotrofinas en dos periodos de lactancia. Cuando las gonadotropinas se administraron del día 1 al 5 de lactancia, 14% de las cerdas tratadas

presentaron estro; cuando el tratamiento se aplicó entre el día 30 y 36 post-parto, 64% y 75% de las cerdas mostraron estro, respectivamente.

Los resultados con el uso de gonadotrofinas no son consistentes (Costa y Varley, 1995; Kirkwood y Thacker 1998).

Uso de estrógenos

Cox *et al.* (1988), administraron benzoato de estradiol al final de la segunda, tercera y cuarta semana de lactancia, únicamente una de cuatro cerdas en el primer grupo y 4 de 5 en cada uno de los demás grupos, presentaron estro; pero solo una cerda ovuló en el grupo de cerdas de la segunda semana. De igual manera Sesti y Britt (1993) mediante la inyección de benzoato de estradiol, indujeron el estro lactacional en 15 de 16 cerdas tratadas en los días 14 ó 28 de lactancia; sin embargo, no encontraron respuesta ovulatoria.

Péptidos opiodes

Los péptidos opiodes están estrechamente relacionados con la inhibición de la secreción de GnRH y por consiguiente, de LH y FSH durante la lactancia (Armstrong *et al.*, 1988a; Barb *et al.*, 1986; Mattioli *et al.*, 1986).

La administración de morfina el día 25 de lactancia previene el incremento de la secreción de LH, si esto lo asociamos con un destete parcial y la administración crónica de morfina, se ocasiona una demora en la aparición del estro después del destete, posiblemente debido a la supresión de la secreción de LH (Armstrong *et al.*, 1988b). Contrariamente, la infusión de

naloxona en cerdas lactantes provoca un incremento de la secreción de LH y una disminución de los niveles de prolactina (Armstrong *et al.*, 1988a; Barb *et al.*, 1986; Mattioli *et al.*, 1986).

Sistemas alternativos de producción

El someter a los animales a presiones de producción intensa nos obliga a plantear sistemas alternativos. La inducción de la concepción durante la lactancia pudiera ser la clave para acortar el periodo entre partos disminuyendo los días improductivos, sin someter a los animales a presiones de producción respetando su bienestar, y por otro lado, disminuyendo los costos de las instalaciones al mantener una cerda lactante y gestante al mismo tiempo.

Queda por estudiar los diferentes factores que contribuyen para inducir el estro lactacional en la cerda de una manera práctica y económica para el productor. Como se aprecia en la revisión, la tarea no es fácil, pues si bien existen métodos naturales de inducción, éstos nunca actúan por separado, así sabemos que se puede inducir mediante el manejo de cerdas en grupo expuestas a un verraco, pero al mismo tiempo, no sabemos si este estro inducido se debe exclusivamente a ambos factores o si se trata de una interacción ambiental y nutricional, ya que los animales también están sometidos a sistemas más naturales de alojamiento, con enriquecimiento ambiental.

OBJETIVO GENERAL

Inducir el estro lactacional fértil en una piara de cerdo Pelón Mexicano confinada y evaluar su efecto en los parámetros reproductivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Evaluar el efecto del retiro parcial de la camada sobre la inducción del estro lactacional fértil.
- 2.- Evaluar la presencia del semental sobre la inducción del estro lactacional fértil.
- 3.- Estimar el efecto de las manipulaciones experimentales sobre:
 - a) El número de lechones nacidos vivos
 - b) El peso de la camada al nacimiento
 - c) El número de lechones destetados
 - d) El peso de la camada al destete
 - e) La ganancia de peso
 - f) La duración de la gestación
 - g) El intervalo estímulo-estro
 - h) El intervalo destete-estro
 - i) El intervalo estímulo-concepción
 - j) El intervalo destete-concepción
 - k) El intervalo entre partos
 - l) El número de partos por hembra al año.

HIPÓTESIS

- 1.- El destete temporal de la camada induce la aparición del estro lactacional fértil en la cerda Pelón Mexicano.

- 2.- La presencia del semental promueve la presentación del estro lactacional fértil en cerdas a las cuales se les retiró temporalmente su camada.

- 3.- La presencia del semental y el destete temporal de la camada promueven la aparición del estro lactacional fértil en la cerda Pelón Mexicano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización.

El presente proyecto se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro-Silvo-Pastoril (CEIEPASP) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UNAM, ubicado en el km. 68 de la carretera Atizapan-Jilotepec, en Chapa de Mota, Edo. de México.

Animales

Se utilizaron 20 cerdas primíparas y 5 sementales del biotipo Pelón Mexicano. La inducción del estro lactacional y la evaluación y el seguimiento de los parámetros reproductivos se realizaron en el segundo y tercer parto.

Las cerdas lactantes fueron alojadas en corraletas individuales de 6 m² con piso de cemento, allí permanecieron por un periodo de 28 días, que incluyó desde el parto hasta el destete permanente. Su alimentación diaria durante la lactancia consistió en 3 Kg de alimento concentrado (12.5 MJ ME/Kg y 15% de PC). Una vez destetadas se agruparon en corrales comunales en los que permanecían por 18 horas, el resto del tiempo pastoreaban en un bosque de encino.

Los sementales permanecieron en confinamiento total y se alojaron en corraletas individuales de 5 m² con piso de cemento.

Estímulos

Para la inducción del estro lactacional los estímulos utilizados al día 8 post-parto fueron la presencia del semental, y el destete temporal.

- 1.- Las cerdas se trasladaron con el semental e interactuaron durante 15 minutos (Levis, 1984), después se regresaron a la maternidad con sus camadas.
- 2.- El destete temporal se realizó durante un periodo de 4 horas.
- 3.- Cuando se aplicaron ambos estímulos, a las 3 horas de haber retirado temporalmente la camada, las hembras se trasladaron al corral del semental, en donde permanecieron durante 15 minutos y regresaron nuevamente a su corral; 45 minutos después se les incorporaron sus camadas.

Las manipulaciones experimentales a las que fueron sometidas las cerdas se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1

Diseño Experimental

Grupos experimentales	Tratamientos	n
Grupo I	Control, sin estímulos (C)	10
Grupo II	Semental (S)	10
Grupo III	Destete temporal por 4 horas (DT)	10
Grupo IV	Semental y destete temporal (S+DT)	10

Detección del Estro (estro conductual y citología vaginal)

La presencia del estro se detectó a través del estro conductual (prueba de cabalgamiento, sin semental) 2 veces por día con intervalos de 12 horas (mañana y tarde) y por citología exfoliativa vaginal cada 24 horas y durante 5 días.

Una vez que la conducta estral de la cerda se manifestaba a través de la prueba de cabalgamiento y/o citología vaginal, las cerdas se trasladaban con el semental para su confirmación. Ya detectado el estro, se dio monta directa a las 12 y 24 horas con verracos probados.

Toma de muestras

1) Citología Vaginal

El frotis vaginal se tomó de la siguiente manera, primero se procedió a limpiar la zona perivulvar con una gasa de algodón humedecida en agua, posteriormente se introdujo una manguera de plástico de 18 cm de longitud por 15 mm de diámetro, previamente esterilizada por ebullición y lubricada con glicerina; su función, la de asegurar la introducción de un hisopo estéril que permitiera tomar la muestra del fondo de la vagina, una vez ahí, se le dio un giro de 360 grados.

Una vez obtenida la muestra, se realizó el frotis en un portaobjetos y se fijo con cito-spray. La tinción de las muestras se realizó por el método de Papanicolaou y la lectura fue hecha con un microscopio óptico compuesto de 40x. Se contaron 200 células por cada muestra y se identificaron las parabasales, intermedias y superficiales con el objeto de obtener el índice de maduración.

La citología vaginal fue indispensable, ya que no siempre las cerdas en estro manifiestan dicha conducta, y además no era posible mostrar al semental a las cerdas de los grupos I (C) y III (DT), para no confundir dicho efecto; además de que esta prueba daría información de los cambios de la mucosa vaginal por efecto de los estímulos.

2) Muestreo sanguíneo

Las muestras para la determinación hormonal, se colectaron vía yugular y se realizaron cada 24 horas, a partir del día 8 de lactancia para cada uno de los grupos y hasta el día 13, posteriormente el día 28 se tomó una muestra final para evaluar la concentración de progesterona.

Se consideró que las cerdas presentaron estro ovulatorio si la concentración de progesterona al día 28 de lactancia rebasó 4.5 ng/ml (Kirkwood y Thacker, 1998).

El suero se obtuvo para determinar la concentración de estrógenos y progesterona. La medición de estrógenos se hizo con la finalidad de detectar el reinicio de la actividad ovárica y la de progesterona, para detectar la presencia de cuerpos lúteos que indicaran que el estro fue ovulatorio. La determinación hormonal se realizó por Radio Inmuno Análisis (RIA) en fase sólida (Laboratorios ICN Farmaceutica S.A de C.V.).

Análisis estadísticos

Para probar los efectos del retiro de la camada y de la presencia del semental sobre los parámetros reproductivos, se utilizaron análisis de varianza de una y dos vías para el número de cerdas que presentaron estro, duración de la gestación, los intervalos destete-estro, destete-concepción, estímulo-

estro, estímulo–concepción, intervalo entre partos y para el número de partos por hembra al año. Para analizar los parámetros peso de la camada al nacimiento y al destete, se utilizó análisis de varianza para muestras repetidas y la prueba de Tukey para las comparaciones *post hoc*. Se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas para todos los parámetros evaluados, para aquellos en los que hubo diferencia estadística significativa y cuyas varianzas fueron diferentes, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. Finalmente para analizar el efecto de los estímulos sobre las diferentes poblaciones celulares vaginales se utilizó análisis de varianza para muestras repetidas. El nivel de significancia considerado para las pruebas estadísticas fue ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Manifestación del estro

Ninguna de las 30 cerdas que integraron los grupos I (C), II (S) y III (DT), presentaron estro durante la lactancia, mientras que las 10 cerdas pertenecientes al grupo IV (S+DT), presentaron estro lactacional y 8 de ellas (80%) quedaron preñadas.

Citología vaginal y detección hormonal

El efecto de la presencia del semental y el retiro de la camada sobre las células anucleadas, superficiales, intermedias y parabasales se presentan en las figuras 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

El efecto del tratamiento sobre la concentración plasmática de estrógenos se muestra en la figura 5.

El efecto del tratamiento sobre la concentración plasmática de P_4 se muestra en la figura 6.

Parámetros Productivos

Lechones nacidos vivos

No se observó que la presencia del semental ejerciera un efecto significativo sobre el tamaño de la camada. En contraste, el retiro de la camada influyó significativamente ($F_{(1, 32)}=6.588$; $p<0.01$) para incrementar el número de lechones nacidos vivos. El tamaño de la camada fue mayor en los grupos de las cerdas a las que se les retiró temporalmente la camada (III y IV) y menor en los grupos I y II, respectivamente (figura 7). Además el número de parto influyó

significativamente ($F_{(1, 32)}=8.665$; $p<0.006$) para incrementar el número de lechones nacidos vivos (figura 10).

Debido a que sólo un lechón nació muerto no se realizaron pruebas estadísticas en cuanto a lechones nacidos muertos (cuadro 2, 4).

Peso de la camada al nacimiento

El peso de la camada al nacimiento no se vio afectado significativamente por ninguno de los tratamientos. La presencia del semental no afectó significativamente esta variable; el análisis multivariado para muestras repetidas así lo demuestra ($F_{(1, 32)}=1.644$; $p=0.209$); al igual que el retiro de la camada ($F_{(1,32)}=2.051$; $p=0.162$) y la interacción semental x retiro de camada ($F_{(1, 32)}=0.055$; $p=0.817$) (cuadro 2).

Lechones destetados

En el número de lechones destetados no se obtuvo significancia entre grupos ($p>0.05$). Al igual que el peso de la camada al nacimiento el número de lechones destetados no fue afectado por ninguna de las manipulaciones experimentales; sin embargo, el número de parto fue una fuente de variación importante. El análisis de varianza determinó que es un factor significativo ($F_{(1, 32)}=6.253$; $p<0.01$); las hembras de segundo parto destetaron un promedio menor que las de tercero (cuadro 4).

Peso de la camada al destete

No existió efecto del tratamiento sobre el peso de la camada al destete. Es importante señalar que al nacimiento se tuvieron que realizar donaciones de

lechones debido a que el tamaño de la camada rebasaba el número de tetas productivas.

El análisis multivariado para muestras repetidas demostró que el número de parto representó una fuente de variación importante ($F_{(1, 32)}=6.208$; $p<0.01$). Las hembras de tercer parto destetaron camadas con pesos mayores que las de segundo parto (cuadro 4).

Ganancia de peso

No hubo diferencia estadística significativa ($p>0.05$) en la ganancia de peso de los lechones por efecto del tratamiento.

Parámetros Reproductivos

Duración de la gestación

Se observó que existe interacción significativa del semental sumado al retiro temporal de la camada ($F_{(1, 32)}= 29.75$; $p<0.001$) en el aumento de la duración de la gestación, siendo ésta de hasta 6 días de diferencia entre los grupos (cuadro 3). El número de parto no fue una fuente de variación importante ($F_{(1, 32)}= 3.306$; $p= 0.078$) (cuadro 5).

Intervalo estímulo estro (IEST)

La prueba de Kruskal-Wallis demostró diferencias significativas ($F_{(1, 32)}=576.036$; $p<0.001$) del grupo IV con respecto de los grupos I, II y III (figura 8).

El número de parto no fue una fuente de variación importante ($F_{(1, 32)}=0.321$; $p=0.575$). (cuadro 5).

Intervalo destete estro (IDEST)

Se observó que existe interacción significativa entre la presencia del semental y el destete temporal sobre el IDEST ($F_{(1, 32)}=576.036$; $p<0.001$), ya que este es menor en los animales que estuvieron sometidos a estos dos estímulos (grupo IV) al compararlos con el resto de los grupos (cuadro 3). En esta variable, el número de parto no fue una fuente de variación importante ($F_{(1, 32)}=0.321$; $p=0.575$) (cuadro 5).

Intervalo estímulo concepción (IECON)

La prueba de Kuskal-Wallis demostró que existe interacción significativa ($p<0.05$) del grupo IV con respecto a los grupos I y II y no así con el III.

El IECON para 8 de las 10 cerdas del grupo IV fue de 3 días, ya que no repitieron estro y quedaron preñadas al primer servicio, siendo de 29 y 46 días para las 2 hembras restantes (cuadro 3).

El efecto del número de parto de la cerda sobre el intervalo estímulo-concepción se muestra en la figura 11.

Intervalo destete concepción (IDCON)

Se evaluó el efecto del semental y el retiro de la camada. El análisis de varianza indicó una interacción significativa ($F_{(1, 32)}=10.708$; $p<0.003$) entre estos dos factores, al igual que para la interacción retiro de camada x número

de parto ($F_{(1, 32)}=4.889$; $p<0.03$). La duración del IDCON fue significativamente menor en las cerdas del grupo IV, respecto de los primeros tres grupos (cuadro 3). En este intervalo, el número de parto no fue una fuente de variación importante ($F_{(1, 32)}=2.629$; $p=0.115$) (cuadro 5).

Intervalo entre partos (IEP)

El análisis de varianza mostró una interacción significativa ($F_{(1, 32)}=6.982$; $p<0.013$) entre el efecto de la presencia del semental y el retiro de la camada, al igual que para la interacción retiro de camada x número de parto ($F_{(1, 32)}=4.482$; $p<0.04$).

La duración del intervalo entre partos fue significativamente menor en las cerdas que integran el grupo IV, respecto al resto de los grupos (figura 9). En esta variable, el número de parto no fue un factor de variación importante ($F_{(1,32)}=1.189$; $p=0.179$). (cuadro 5).

Número de partos por hembra al año

Al analizar la interacción del efecto del semental y el destete temporal existe interacción significativa entre estos dos factores ($F_{(1, 32)}=9.975$; $p<0.003$), al igual que para la interacción retiro de camada x número de parto ($F_{(1, 32)}=4.577$; $p<0.04$). El número de partos que se pueden obtener por año es significativamente mayor en las cerdas del grupo IV, con respecto de las cerdas que integran los primeros tres grupos.

El número de parto no fue una fuente de variación importante ($F_{(1, 32)}=1.920$; $p=0.175$). (cuadro 5).

DISCUSIÓN

Los estímulos empleados en el diseño experimental de este estudio son similares a los que han empleado otros investigadores, pero cambia el día de lactancia y la duración en el que han sido utilizados, existiendo una gama de posibilidades de estímulos para inducir el estro durante la lactancia, por lo que a pesar de esta circunstancia nos permitimos comparar nuestros resultados con diseños experimentales relacionados a inducción del estro lactacional fértil.

Manifestación del estro

En este experimento no hubo presentación del estro cuando se utilizaron los estímulos de forma aislada, mientras que cuando se combinó S más DT, los estímulos indujeron la aparición del estro en 100% de las hembras coincidiendo con lo reportado por Rowlinson y Bryant (1982) quienes al agrupar cerdas y sus camadas en el día 10 de lactancia e introducir al semental 24 horas después, encontraron que 100% de las cerdas presentaron estro hasta el día 34 pos-parto. Si se compara con los resultados de Petchey y Jolly (1979), encontraron que sólo el 49% de las cerdas agrupadas con sus camadas manifestaron estro lactacional. Por otro lado, Loseth y Crabo (1994) realizaron un experimento donde el grupo experimental fue removido de su camada 8 horas por día. Durante este tiempo las cerdas tuvieron contacto con un semental para evaluar la presencia de signos de estro. El 66.6% de las hembras fueron cubiertas en los días 5 y 6 de iniciada la separación.

Al comparar los resultados del presente estudio con diseños de inducción de estro a base de hormonas, siguen siendo superiores. Cox y Britt (1982), administraron GnRH en forma pulsátil a una dosis de 2.5 µg cada 2 horas a cerdas lactantes en el día 24 de lactancia por 7 días. El 50% de las cerdas tratadas mostraron estro 4 días después de comenzar el tratamiento

además de quedar gestantes. En un segundo experimento se disminuyó la dosis de GnRH a 1.5 µg cada hora por 7 días, iniciando el tratamiento el día 31 de lactancia, todas las cerdas presentaron estro (3.8 días después de iniciado el tratamiento), y el 85% quedaron preñadas. Aún así, el manejo que se requiere para llevar a cabo este diseño experimental es más complicado, además de que las cerdas entran en calor hasta el día 31 de lactancia, mientras que con el diseño experimental del presente estudio 80% de las cerdas quedaron preñadas al día 12 post-parto.

La respuesta al uso de gonadotrofinas varía según el estado de lactancia, la dosis empleada y el manejo de los animales. Crighton (1970), demostró que al suministrar PMSG a los 21 días de lactancia, la mayoría de las cerdas no presentan estro, pero si la dosis de PMSG (1500 U. I.) se combina con la separación temporal de la camada desde el día 21 de lactancia, durante 12 horas diarias por 3 días, 83% de las cerdas tratadas muestran signos de estro, sin embargo los lechones necesitan de un suplemento proteico que pueda cubrir sus requerimientos nutricionales en estas 12 horas.

Britt *et al.* (1985), utilizaron gonadotrofinas en dos periodos de lactancia, cuando las gonadotropinas se administraron del día 1 al 5 de lactancia, el 14% de las cerdas tratadas presentaron estro; cuando el tratamiento se aplicó entre el día 30 y 36 pos-parto, 64% y 75% de las cerdas mostraron estro, respectivamente.

Costa y Varley (1995) al inyectar PMSG más hCG en las cerdas el día 17 post-parto y separarlas de su camada por espacio de 3 a 12 horas al día, dándoles exposición a un verraco, no encontraron manifestación del estro lactacional. Recientemente Kirkwood y Thacker (1998) no recomiendan utilizar el uso de PMSG en cerdas con 28 días de lactancia ya que encontraron que se disminuye la fertilidad, aunque no hay un efecto adverso en el tamaño de la siguiente camada.

Es notorio que la mayoría de los experimentos se diseñaron para que la inducción del estro se presentara después de los 21 días post-parto y los que se realizaron antes, no funcionaron satisfactoriamente existiendo una clara diferencia con los resultados planteados en este experimento.

Citología vaginal y detección hormonal

La prueba de citología vaginal para la detección de las etapas del ciclo estral en la cerda no ha tenido gran difusión, debido a que las fases del ciclo estral no son tan marcadas y se requiere de mayor experiencia para su interpretación (Haynes, 1971). Betteridge y Raeside (1962), determinaron que la citología vaginal no era una herramienta práctica para determinar la fase del estro en la cerda confinada, que requería de la toma de frotis vaginales cada 12 horas y en cada muestra hacer la lectura de por lo menos 100 células, motivo por el cual en granjas porcinas de producción intensiva es más práctico y rápido realizar la detección del estro con un semental. Becker *et al.*, (1993) señalan que esta técnica es útil en fases de experimentación donde hay que detectar el estro, pero por motivos experimentales no se puede hacer uso del semental, principalmente porque hay cerdas que ovulan sin evidenciar signos de estro manifiesto, por lo que es clave en estos casos detectar los cambios celulares a nivel vaginal (Hernández *et al.*, 1999).

Para la presente investigación esta técnica fue muy útil, ya que en los grupos I (C) y III (DT) no podíamos hacer uso del semental para la detección del estro. Inclusive fue determinante en la detección del estro de las cerdas del grupo IV (S+DT), ya que 5 de las 10 hembras no mostraron signos de estro, pero sabíamos por la citología vaginal que se habían promovido cambios

celulares importantes y que estaban en estro y al trasladarlas con el semental, este hecho se corroboró.

En el grupo I (C) no mostró cambios en la mucosa vaginal durante el muestreo. La presencia del semental, sólo promovió cambios significativos ($p < 0.05$) en las células superficiales al día 4 pos-estímulo pero estos cambios no culminaron en la aparición del estro, lo cual fue corroborado por los niveles basales de 17β estradiol. El destete temporal, promovió cambios significativos ($p < 0.05$) respecto a los tratamientos I y II, en el número de células intermedias, superficiales y anucleadas al día 10 pos-parto y en las células parabasales y superficiales al día 11; pero de igual forma, estos cambios no fueron suficientes para evidenciar el reinicio de la actividad ovárica. En la figura 5 se muestra un pico en los niveles de 17β estradiol al día 10 posparto, que apenas rebasa los 15 pg/ml.

Los estímulos utilizados en el grupo IV (S+DT), provocaron modificaciones significativas ($p < 0.001$) con respecto a los grupos I (C), II (S) y III (DT); sin embargo, los cambios promovidos en la mucosa vaginal son más marcados y permanentes que los apreciados en el grupo III (DT) (figuras 1-4). Los niveles de estradiol rebasan los 30 pg/ml al día 10 posparto, justamente el día previo al que las hembras mostraron estro.

La concentración de progesterona (P_4) se mantuvo en sus niveles basales y sin cambios estadísticos significativos en los grupos I, II y III, sin embargo; en el grupo IV, la concentración plasmática de P_4 rebasó los 4.5 ng/ml en las 10 hembras de éste grupo 24 a 36 horas de presentado el estro lactacional (figura 6). En las muestras colectadas al día 28 de lactancia, 8 de las 10 hembras incrementaron sus niveles de P_4 y 2 hembras los redujeron por debajo de 4.5 ng/ml, que fueron justamente las cerdas que no quedaron preñadas.

Parámetros Productivos

Las manipulaciones experimentales no influyeron significativamente sobre los parámetros número de lechones nacidos muertos, peso de la camada al nacimiento y destete; así como, el número de lechones destetados.

Lechones nacidos vivos y peso de la camada al nacimiento.

El DT en el grupo IV incrementó en 2.1 lechones nacidos vivos, con respecto de los grupos I y II. Este hallazgo no ha sido reportado hasta el momento por ninguno de los investigadores que han utilizado el modelo del estro lactacional.

El peso de la camada al nacimiento no se vio afectado significativamente por ninguno de los tratamientos coincidiendo con Rowlinson y Bryant (1982) que al agrupar cerdas y sus camadas en el día 10 de lactancia e introducir al semental 24 horas después, encontraron que el tamaño de camada no se disminuyó en el siguiente parto. No siendo coincidente por lo reportado por Petchey y Jolly (1979), quienes al agrupar cerdas, encontraron que 22% de las hembras redujeron el tamaño de su camada cuando fueron montadas en un estadio temprano de la lactancia y tuvieron lechones con menor peso que aquellas que se montaron en una lactancia avanzada, y en éstas a su vez tuvieron mejores pesos sus lechones, al compararlos con los de las cerdas cubiertas después del destete. Al respecto existen trabajos preliminares, con resultados contradictorios; por un lado Crighton (1970) encontró 0.450 Kg. menos en los lechones destetados de aquellas cerdas que estuvieron gestantes y lactantes al mismo tiempo, cuando éstas fueron montadas el día 25 de lactancia, y Rowlinson y Bryant (1982b) no encontraron

diferencias. Desde luego este hallazgo podría estar relacionado con otras variables, de forma que no existen trabajos que demuestren que el estro lactacional produce camadas ligeras de peso, aunque se sabe que el agrupamiento de las cerdas durante la lactancia permite que haya una interrupción del patrón normal de amamantamiento, facilitando el amamantamiento cruzado (Algers, 1991; Alonso-Apilsbury *et al.*, 1998) y éste favorece a algunos individuos dominantes, pero reduce el consumo de leche en los más débiles (Hulten *et al.*, 1995a).

Recientemente Kirkwood y Thacker (1998) utilizaron PMSG en cerdas con 28 días de lactancia y no encontraron un efecto adverso en el tamaño de la camada en el siguiente ciclo productivo.

Parámetros Reproductivos

Duración de la gestación

La duración del periodo de gestación (PG) fue significativamente mayor ($p < 0.0001$) en los animales tratados con los dos estímulos (grupo IV), con una diferencia de 5 días con respecto al resto de los otros grupos. Es importante aclarar que el periodo de gestación empezó a contar desde la primera monta y que ésta se realizó 12 horas después de detectado el estro.

Para los investigadores que han realizado estudios sobre estro lactacional este indicador no ha sido tomado en cuenta, por lo que no existe información para discutirla.

Queda por justificar el porque se incrementó significativamente el periodo de gestación en 5 días en las cerdas del grupo IV (S+DT) que quedaron preñadas durante la lactancia respecto, de las hembras que quedaron preñadas después del destete grupos I (C), II (S) y III (DT).

Intervalo estímulo estro (IEST)

Actualmente las técnicas utilizadas para reducir el intervalo destete-estro incluyen una reducción del tamaño de la camada varios días antes de destetar a la hembra (Stevenson y Britt, 1981; Stevenson y Davis, 1984), o el destete fraccionado, al destetar a los lechones más pesados de la camada varios días antes (Cox *et al.*, 1983, Henderson y Hughes, 1984; Kunavongkrit *et al.*, 1985; Riley *et al.*, 1985). En general dichos tratamientos reducen el intervalo destete-estro.

La mayoría de los trabajos sobre inducción de estro lactacional ocasionan que las cerdas entren en estro 2 a 5 días después de aplicado el estímulo, pero lo trascendental es que el estro sea fértil.

La duración del IEST fue significativamente menor en animales tratados con los dos estímulos (grupo IV), con respecto al resto de los grupos. El IEST para las 10 cerdas del grupo IV fue de 3 días, es decir el 100% de las hembras (10) presentaron estro al día 11 post-parto. Mientras que para las cerdas que integraron los grupos I, II y III el estro se presentó después de haber sido destetadas.

Intervalo estímulo concepción (IECON)

El IECON para 8 de las 10 cerdas del grupo IV fue de 3 días, ya que no repitieron estro y quedaron preñadas al primer servicio, y de 29 y 46 días para las 2 hembras restantes.

Las cerdas del Grupo IV estaban preñadas al día 12 pos-parto, lo que representaría un destete precoz de una semana, pero además con la ventaja de que los lechones continúan con su madre.

Número de partos por hembra al año

El número de partos por hembra al año fue de 2.71 para el grupo IV; sin embargo, para las cerdas lactantes que quedaron preñadas (8 de 10) fue de 2.83. lo que representaría 3.5 lechones extras por cerda por año respecto del grupo I (C).

Nuestros resultados son superiores a los reportados por Stolba (1981), quien reporta 2.4 partos al año y similares a Alonso-Spilsbury *et al.*, (1998), quienes reportan 2.8 partos hembra al año.

CONCLUSIONES

Los grupos I, II y III no provocaron cambios significativos en la concentración plasmática de estrógenos. El grupo IV (S+DT), promovieron cambios significativos ($p < 0.05$) en la concentración de estrógenos de todas las cerdas que integraron este grupo, marcando el reinicio de la actividad ovárica en CPM lactantes.

La concentración de P_4 se mantuvo en sus niveles basales y sin cambios estadísticos significativos en los grupos I, II y III; sin embargo, en el grupo IV (S+DT), la concentración plasmática de P_4 rebasó los 4.5 ng/ml en las 10 hembras de este grupo 24 a 36 horas de presentado el estro lactacional .

La presencia del semental y el destete temporal de manera individual no inducen la aparición del estro lactacional fértil en la CPM.

El destete temporal (DT) aunado a la exposición del semental (S), inducen la aparición del estro fértil en 100 % de las cerdas tratadas al día 11 de lactancia, así como la gestación en 80% de las cerdas lactantes, lo que fue corroborado a través del estro conductual, citología vaginal y concentración plasmática de 17β estradiol y P_4 .

Las cerdas que quedaron preñadas durante la lactancia acortaron significativamente su ciclo productivo al no existir días improductivos; además de incrementar el tamaño de su camada.

La inducción de la concepción durante la lactancia fue una herramienta útil para reducir los días improductivos y acortar el ciclo productivo de la cerda Pelón Mexicano; además de que nos permitió respetar su bienestar y disminuir

los costos de las instalaciones al mantener una cerda lactante y gestante al mismo tiempo.

Al concluir esta etapa de investigación quedan varias preguntas por resolver, ¿que impacto tendrá este método sobre la vida productiva de la CPM?, ¿que papel desempeñó prolactina en el reinicio de la actividad ovárica?; así como, conocer la participación de LH y FSH bajo esta metodología. Otra tarea importante a demostrar es si la inducción de la preñez durante la lactancia es una característica exclusiva de la CPM o si este modelo aplicado a cerdas de razas blancas mejoradas y enjauladas sometidas a condiciones intensivas de producción tenga éxito.

REFERENCIAS

- Allen A, Lasley J, Uren AW. The effects of gonadotrophic hormone injections on induction of estrus in lactating sows. *J Anim Sci* 1957;16:1097-1098. (Abstract).
- Algers B, Madej A, Rojanasthien S, Uvnäs-Moberg K. Quantitative relationships between suckling-induced teat stimulation and the release of prolactin, gastrin, somatostatin, insulin, glucagon and vasoactive intestinal polypeptide in sows. *Vet Res Comm* 1991; 5:395-407.
- Alonso-Spilsbury M, Mayagoitia L. Conducta materna de la cerda pelón mexicano en condiciones agro-silvo-pastoriles. Memorias del XXXIII Congreso Nacional AMVEC; 1998 agosto 12-16; Guanajuato, México. 1998: 1-3.
- Alonso-Spilsbury, M.; Ramírez N, Mota R. Estro lactacional de la cerda pelón mexicano mantenida en condiciones agro-silvo-pastoriles. Memorias del XXXIII Congreso Nacional AMVEC; 1998; agosto 12-16; Gto. México. 1998:136-137.
- Armstrong J, Kraeling R, Britt J. Effects of naloxone or transiently weaning on secretion of LH and prolactin in the lactating sow. *J Reprod Fert* 1988a; 83: 301-308.
- Armstrong J, Kraeling R, Britt JH. Morphine suppresses luteinizing hormone concentrations in transiently weaned sows and delayed onset of estrus after weaning. *J Anim Sci* 1988b; 66:2216-2223.
- Baker N, Woehling H, Casida L, Grummer R. Occurrence of oestrus in sows following parturition. *J Anim Sci* 1953; 12: 33-38.
- Barb C, Kraeling R, Rampacek G, Whisnant CS. Opioid inhibition of LH secretion in the post-partum lactating sow. *Biol Reprod* 1986; 35: 368-371.
- Basso, L.R. y Fernández, E. El cerdo y la etología. En: Producción Porcina; Estrategias para una Actividad Sustentable. Vieites, C. (eds.) Hemisferio Sur. Argentina. 1997: 65-86.
- Becerril J, Ortega G, Conejo N. Efecto de lactancias cortas e intervalo destete servicio sobre la productividad de las cerdas. Memorias XXXI Congreso Nacional AMVEC. 1996 agosto 21-24; Veracruz México, 1996: 112.

- Becker, R.J.; Sherwood, C.L.; Fink, F.B. y Sadove, C.R. Estrus detection by using vaginal cytologic examination in Miniature Swine. *Lab Anim Sci* 1993, 43 (6): 597-602.
- Betteridge, K.J. y Raeside, J.I. Investigation of cervical mucus as an indicator of ovarian activity in pigs. *J Reprod Fertil* 1962, 3: 410-421.
- Bevers M, Willemse A, Kruip TH. Plasma prolactin levels in the sow during lactation and the post-weaning period as measured by radioimmunoassay. *Biol. of Reprod.* 1978; 19: 628-634.
- Blaha, T. Días no productivos, la clave para aumentar los lechones destetados por cerda. *Porcicultura Mexicana* 1994, 5 (4): 4-8.
- Booman P, y Van der Wiel DF. Lactational anoestrus in the pig: possible relationship with hyper-prolactinaemia. Report B-157. Instituut voor veeteeltkundig onderzoek 'Schoonoord' Zeist. The Netherlands. 1980.
- Britt J, Armstrong J, Cox N, Esbenshade K. Control of follicular development during and after lactation in the sow. *J Reprod Fert* 1985; 33 (Suppl.): 37-54.
- Bryant M, Rowlinson P, van der Steen A. A comparison of the nursing and suckling behaviour of group- and individually- housed sows and their litters. *Anim Prod* 1983a; 36: 445-451.
- Bryant M, Palmer G, Petherick D, Rowlinson P. Lactational oestrus in the sow. 4. Variation in the incidence and timing of lactational oestrus in groups of sows. *Anim Prod* 1983b; 36: 453-460.
- Bøe K. Variation in maternal behavioural and production of sows in integrated loose housing systems in Norway. *Appl Anim Behav Sci* 1994; 41:53-62.
- Castellanos, R., y Gómez, A., R. Retrospectiva y perspectiva sobre la raza de cerdos Pelón Mexicano. *Porciraama* , 1984; 9:17-42.
- Castrén H, Algerts B, de Pasillé AM, Rushen J, Uvnäs-Moberg K. Pre-parturient variation in progesterone, prolactin, oxytocin and somatostatin in relation to nest building in sows. *Appl Anim Behav Sci* 1993; 38: 91-102.
- Castrén H, Algerts B, Jensen P. Occurrence of unsuccessful sucklings in newborn piglets in a semi-natural environment. *Appl Anim Behav Sci* 1989; 23: 61-73.
- Cole H, Hughes E. Induction of estrus in lactating sows with equine gonadotropin. *J Anim Sci* 1946; 5:25-29.

- Cole D, Brooks P, Kay R. Lactational anoestrus in the sow. *Vet Rec* 1972; 90, 681-683.
- Conejo N.J.J. Crecimiento uterino por gestación temporal en cerdas primerizas, y su efecto sobre el desarrollo embrionario y el tamaño de la camada. (tesis de maestría). México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1992.
- Cosgrove JR, Tilton JE, Hunter M, Foxcroft GR. Gonadotrophin-independent mechanisms participate in ovarian responses to realimentation in feed-restricted prepuberal gilts. *Biol Reprod* 1992; 47:736-745.
- Cosgrove J, Foxcroft GR. Nutrition and reproduction in the pig: ovarian aetiology. *Anim Reprod Sci* 1996; 42: 131-141.
- Costa A, Varley MA. The effects of altered suckling intensity, boar exposure in lactation and gonadotrophins on endocrine changes, fertility and the incidence of lactational oestrus in multiparous sows. *Anim Sci* 1995; 60:485-492.
- Cox N, Britt J. Pulsatile administration of gonadotrophin releasing hormone to lactating sows: Endocrine changes associated with induction of fertile estrus. *Biol Reprod* 1982; 27:1126-1137.
- Cox N, Britt J, Armstrong W, Alhusen H. Effect of feeding fat and altering weaning schedule on rebreeding in primiparous sows. *J Anim Sci* 1983; 56:21-29.
- Cox N, Stuart M, Althen T, Bennett W, Miller H. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. *J Anim Sci* 1987; 64: 507-516.
- Cox N, Ramírez J, Matamoros I, Bennett WA. Estrogen induces estrus unaccompanied by a preovulatory surge in luteinizing hormone in suckled sows. *Biol Reprod* 1988; 38:592-596.
- Crighton DB. Induction of pregnancy during lactation in the sow. *J Reprod Fert* 1970; 22: 223-231.
- De Rensis F, Hunter M, Grant S, Lancaster R, Foxcroft GR. Expression of messenger RNAs encoding insulin-like growth factor -I-II insuline -like growth factor binding protein-2 in bovine endometrium during the estrous cycle and early pregnancy. *Biol Reprod* 1991; 126:975-982.

- De Rensis F, Cosgrove J, Foxcroft, GR. Luteinizing hormone and prolactin responses to naloxone vary with stage of lactation in the sow. *Biol Reprod* 1993; 48: 970-976.
- De Rensis F, Willis H, Cosgrove J, Hofalker S, Foxcroft GR. Interaction between suckling and morphine administration in the regulation of LH and prolactin secretion in the sow. *Proc. 14th international Pig Vet. Soc. Congress. Bologna, Italy. 1996: 613.*
- Dewey C.E.; Martín S.W.; Friendship R.M.; Wilson M.R. The effects on litter size of previous weaning to conception interval in Ontario swine. *Prev Vet Med* 1994; 18:213-223.
- Dial G, Davies P, Polson D, Marsh W. Cómo decidir dónde concentrar el esfuerzo. *International Pigletter* 1994; 14: 5-8.
- Duggan R, Bryant M, Cunningham FJ. Gonadotrophin, total oestrogen and progesterone concentrations in the plasma of lactating sows with particular reference to lactational oestrus. *J Reprod Fert* 1982; 64:303-313.
- Dusza L, Tilton JE. Role of prolactin in the regulation of ovarian function in pigs. *J Reprod Fert* 1990; 40 (Suppl.):33-45.
- Dybær L. The identification of behaviour indicator of "stress" in early weaned piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1992; 35:135-147.
- Edwards S, Foxcroft G. Endocrine changes in sows weaned at two stages of lactation. *J Reprod Fert* 1983; 67: 161-172.
- Einarsson S, Rojkittikhun T. Effect of nutrition on pregnant and lactating sows. *J Reprod Fert* 1993; 48 (Suppl.):229-239.
- FAO. Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales. FAO-UNEP, 1994.
- Flores, M. y Agraz, G.A. Ganado Porcino. Limusa. México D.F. 1983.
- Foxcroft G, Shaw H, Hunter MG, Booth P, Lancaster RT. Relationship between luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, prolactin secretion and ovarian follicular development in weaned sows. *Biol Reprod* 1987; 36: 175-191.
- Foxcroft G, Brooks N, Challis J, McNeilly A, Doberska C. Nutritional and lactational regulation of fertility in sows. *J Reprod Fert* 1992; 45 (Suppl.): 113-125.

- Gadd J. Inmunidad natural: Nuestro talón de Aquiles. *Porcicultores* 1998;1:10-12, 14-15.
- Guthrie H, Pursel V, Frobish L. Attempts to induce conception in lactating sows. *J Anim Sci* 1978; 47:1145-1151.
- Hartmann PE, Holmes M. Sow lactation. En: *Manipulating Pig Production II*. J.L. Barnett y D.P. Hennessy (eds.). APSA. Australia. 1989: 72- 97.
- Hausler C, Hodson H, Kuo D, Kinney TJ, Rauwolf V, Strack LE. Induced ovulation and conception in lactating sows. *J Anim Sci* 1980; 50:773-778.
- Haynes N.B.. Changes in pig cervical mucus in relation to the estrous cycle. *J Reprod Fertil* 1971, 27:211-218.
- Henderson R, Hughes PE. The effects of partial weaning, movement and boar contact on the subsequent reproductive performance of lactating sows. *Anim Prod* 1984; 39:131-135.
- Henderson R, Stolba A. Incidence of oestrus and oestrus trends in lactating sows housed in different social and physical environments. *Appl Anim Behav Sci* 1989; 22: 235-244.
- Hernández P.E.; Fernández R.F. y Cortés S.S. Importancia y aplicación de la citología exfoliativa. En: *Manual 5. Fundamentos teórico prácticos de la citología exfoliativa en Medicina Veterinaria*. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana-X. CBS. México D.F. 1999:11-17.
- Holmes M, Maughan C, Paterson A, Bryant-Greenwood G, Rice G, Hartmann PE. The uptake of glucose by the mammary glands of lactating sows. *Proc Nutr Soc Aust* 1988;13:113.
- Holt H, Richards J, Midgley A, Reichert LE. Effect of prolactin on LH receptor in rat luteal cells. *Endocrinology* 1976; 98: 1005-1013.
- Hughes P, Varley MA. Involución uterina. En: *Reproducción del Cerdo*. Ed. Acribia. España. 1984: 155-157.
- Hulten F, Dalin A, Lundheim N, Einarsson S. Ovulation frequency among sows group-housed during late lactation. *Anim Reprod Sci* 1995a; 39:223-233.
- Hulten F, Dalin A, Lundheim N, Einarsson S. A field study on group housing of lactating sows with special reference to sow health at weaning. *Acta Vet Scand* 1995b; 36:201-212.

- Jensen P, Recén B. When to wean: observations from free ranging domestic pigs. *Appl Anim Behav Sci* 1989; 23: 49-60.
- Jensen P, Stangel G. Behaviour of piglets during weaning in a semi-natural enclosure. *Appl Anim Behav Sci* 1992; 33:227-238.
- Kemp B. Lactational effects on the endocrinology of reproduction. En: *The Lactating Sow*. Verstegen, M.W.A.; Moughan, P.J. y Schrama, J.W. (eds.) Wageningen Pers. The Netherlands. 1998: 241-257.
- Kendall J, Richards G, Shih L. Effect of haloperidol, suckling, oxytocin and hand milking on plasma relaxin and prolactin concentration in cyclic and lactating pigs. *J Reprod Fert* 1983; 69:271-277.
- King R, Martin GB. Relationships between protein intake during lactation, LH levels and oestrus activity in first litter sows. *Anim Prod Sci* 1989; 19: 283-292.
- Kirkwood R, Lapwood K, Smith W, Anderson I. Plasma concentrations of LH, prolactin, oestradiol-17 β and progesterone in sows weaned after lactation for 10 or 35 days. *J Reprod Fert* 1984; 70: 95-102.
- Kirkwood R, Thacker P. Induced estrus and breeding during lactation: Effects on sow and litter performance. *Swine Health & Prod*. 1998; 6:95-98.
- Koketsu Y, Dial G, Marsh W, Pettigrew J, King V. Feed intake during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *J Anim Sci* 1994;72 (Suppl. 1):1283.
- Koketsu Y, Dial G, Lucia T. A profile of commercial farms in the USA early weaning systems. 14th International Pig Vet. Soc. Congress Proc. Bologna, Italy. 1996a: 475.
- Koketsu Y, Dial G, King V. Influence of various factors on the relationship between lactation length and subsequence litter size on farms using early weaning. 14th International Pig Vet. Soc. Congress Proc. Bologna, Italy. 1996b: 484.
- Kunavongkrit A, Rojanasthien S, Ogle R. Effect of fractionated weaning on hormonal patterns and weaning to oestrus interval in sow. *Swedish J Agric Res* 1985;15: 39-44.
- Leman A. Las mejores cerdas se aparean a los 6 primeros días del destete. *International Pigletter* 1987;7:17.

- Leman A. Cubra las cerdas una vez a los 3 ó 5 días del posdestete. *International Pigletter* 1990;10:19-31.
- Lemus F.C., Hernández S.J.A., Hernández S.M. y González M.C.A. Existencia y diferencias morfológicas del Cerdo Pelón Mexicano en el estado de Nayarit. IIIa. Reunión Científica y Tecnológica de Nayarit. Tepic, Nayarit, México. 1999. pp 51-53.
- Lemus, C. Estudio Molecular de la Diversidad Genética del Cerdo Pelón Mexicano (*Sus scrofa*). *Tesis de Doctorado*. Univ. Autónoma de Nayarit. 1999. pp. 75.
- Levis D.G. Evaluating replacement boars for sexual behaviour. *Agri Pract* 1984; 5: 23.
- Loeth K, Crabo BG. Restricted suckling for rebreeding of lactating sows. *Proc. Intl. Soc. of Animal Hygiene (ISAH)*. Mpls, Minn. 1994.
- Marshall FH, Hammond J. Fertility and animal breeding. *Bull. Minist. Agric. Fish Fd. Land* 1937:32. (Citado por Crighton, 1970).
- Matte J, Pomar C, Close W. The effect of interrupted suckling and split-weaning on reproductive performance of sows: a review. *Livest Prod Sci* 1992; 30:195-212.
- Mattioli M, Conte F, Galeati G, Seren E. Effect of naloxone on plasma concentration of prolactin and luteinizing hormone in the lactating sow. *J Reprod Fert* 1986; 76:167-173.
- Meurer K, Cox N, Matamoros IA, Tubbs RC. Decreased follicular steroids and insulin-like growth factor-I and increased atresia in diabetic gilts during follicular growth stimulated with PMSG. *J Reprod Fert* 1991; 91:187-196.
- Moser H. Reproductive Performance of Domestic Pigs Kept in Family Groups. Ph D Dissertation. Universität Zürich. 1989. (Citado por Stolba et al., 1990).
- Mota R.D.; Alonso-Spilsbury M.; Mayagoitia N.L.; Trujillo O.M.E.; Valencia M.J. y Ramírez N.R. Parámetros reproductivos en cerdas preñadas lactantes. *Memorias XXXV Congreso Nacional de la AMVEC*. 2000 julio 26-30; Acapulco, Gro. México. 2000:48.
- Mota R.D.; Alonso-Spilsbury M.; Mayagoitia N.L.; Trujillo O.M.E.; Valencia M.J.; Ramírez N.R. y Cortés S. Boar presence and litter withdrawal effects on the vaginal mucosa of Mexican Hairless lactating sows measured by exfoliative vaginal cytology. *16th International Pig Vet. Soc. Congress Proc*. Melbourne, Australia. 2000: 411.

- Murphy B, Rajkumar K. Prolactin as a luteotrophin. *Can J Pharmacol* 1985; 63: 257-264.
- Newton E, Stevenson J, Minton J, Davies L. Endocrine changes before and after weaning in response to boar exposure and altered suckling in sows. *J Reprod Fert* 1987a; 81: 599-609.
- Newton EA, Stevenson J, Davies LD. Influence of duration of litter separation and boar exposure on estrous expression of sows during and after lactation. *J Anim Sci* 1987b; 65:1500-1506.
- Petchey A, Dodsworth TL, English PR. The performance of sows and litters penned individually or grouped in late lactation. *Anim Prod* 1978; 27:215-221.
- Petchey A, Jolly GM. Sow service in lactation: an analysis of data from one herd. *Anim. Prod.* 1979; 29:183-191.
- Petchey AM, English P. A note on the effects of the boar presence on the performance of sows and their litters when penned in groups in late lactation. *Anim Prod* 1980; 32:107-109.
- Pettigrew J, Tokach M, Metabolic influences on sow reproduction. *Pig News & Info.* 1993; 14 :69N-72N.
- Poretsky L, Kalin MF. The gonadotropic function of insulin. *Endocrine Reviews* 1987;8-2:132-141.
- Quesnel H, Prunier A. Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. *Reprod Nutr Develop* 1995; 35:395-414.
- Riley J, Edwards S, Simmins P, Shepherd C, Brade M. The effects of fractionated weaning on sow productivity. *Proc. 2nd Intl. Conf. Pig Repr. Columbia, USA.* 1985: 71.
- Robles R.T. Contribución al Estudio de los Cerdos Lampiños o Pelón Mexicano (tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, D.F. , 1967, pp. 38-46.
- Rojas A.C. Comparación del Comportamiento Productivo Durante la Lactancia en Cerdos de Raza Pelón Mexicano e Híbridos de Yorkshire con Pelón Mexicano y Landrace con Pelón Mexicano en el Antiplano (tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, D.F. 1994, pp. 3-9.

- Rojkittikhun T, Einarsson S, Edqvist L, Uvnäs-Moberg K, Lundeheim N. Relationship between lactation-associated body weight loss, levels of metabolic and reproductive hormones and weaning-to-oestrus interval in primiparous sows. *JAVMA* 1992; 39: 426-432.
- Rowlinson P, Bryant M, Boughton H. Sows mated during lactation: observations from a commercial unit. *Proc. Br. Soc. Anim Prod* 1974; 3: 93 (Abstract).
- Rowlinson P, Boughton HG, Bryant MJ. Mating of sows during lactation: observations from a commercial unit. *Anim Prod* 1975; 21:233-241.
- Rowlinson P, Bryant M. Lactational oestrus in the sow. 1. The effect of interval between farrowing and grouping on the incidence and timing of lactational oestrus in sows. *Anim. Prod.* 1981; 32:315-323.
- Rowlinson P, Bryant M. Lactational oestrus in the sow. 3. The influence of feeding level upon the occurrence of fertile oestrus in lactating sows. *Anim. Prod* 1982a; 35: 49-53.
- Rowlinson P, Bryant M. Lactational oestrus in the sow. 2. The influence of group-housing, boar presence and feeding level upon the occurrence of oestrus in lactating sows. *Anim Prod* 1982b; 34: 283-290.
- Rushen J, Foxcroft G, de Passillé AM. Nursing-induced changes in pain sensitivity, prolactin, and somatotropin in the pig. *Physiol Behav* 1993;53: 265-270.
- Salinas R.G. Caracterización del Cerdo Pelón Mexicano: Estudio Recapitulativo. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, D.F. 1996, pp. 3-60.
- Self H, Grummer R. The rate and economy of pig gains and the reproductive behaviour in sows when litters are weaned at 10 days, 21 days or 56 days of age. *J Anim Sci* 1958; 17:862-868.
- Sesti L, Britt JH. Influence of stage of lactation, exogenous luteinizing hormone-releasing hormone, and suckling on estrus, positive feedback of luteinizing hormone, and ovulation in sows treated with estrogen. *J Anim Sci* 1993; 71:989-998.
- Smith D. The effect of daily separation of sows from their litters upon milk yield, creep intake, and energetic efficiency. *N. Z. J Agric Res* 1961; 4:232-245.

- Stevenson J, Britt J. Luteinizing hormone, total oestrogens and progesterone secretion during lactation and after weaning in sows. *Theriogenology* 1980;14: 453-462.
- Stevenson J, Cox G, Britt JH. Role of the ovary in controlling luteinizing hormone, follicle stimulating hormone and prolactin secretion during and after lactation in pigs. *Biol Reprod* 1981;24: 341-353.
- Stevenson J, Davis DL. Influence of reduced litter size and daily litter separation on fertility of sows at 2 to 5 weeks postpartum. *J Anim Sci* 1984; 59:284-293.
- Stolba A. A family system in enriched pens as a novel method of pig housing. En: *Alternatives to Intensive Husbandry Systems*. R. Ewbank (ed.). UFAW Conf. Potters, Bar. 1981:52-67.
- Stolba A. Lactational oestrus in sows kept in rich environments. *Proc. Intl. Congr. on Applied Ethology in Farm Animals*. J. Unshelm, G. van Putten y K. Zeeb (eds.). Kiev, Germany. 1984:226-228.
- Stolba A, Henderson R, Wechsler B. The influence of different social and physical environments on the incidence of lactational oestrus in sows. *Appl Anim Behav Sci* 1990;27:269-276.
- Tokach M, Pettigrew J, Dial G, Wheaton B, Koketsu Y. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow: relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. *J Anim Sci* 1992; 70:2195-2201.
- Trujillo O.M.E.; Zarco Q.L.A.; Doporto D.J.M. y Becerra F.A. (1997). Efecto de la disminución de los días de lactancia sobre la eficiencia reproductiva. *Memorias del XXXII Congreso Nacional AMVEC*. 1997 agosto 10-13; Ixtapa-Zihuatanejo. 1997:148.
- Trujillo O.M.E. Efecto del destete precoz sobre la eficiencia reproductiva en cerdas de diferente número de parto. (Tesis de Doctorado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, D.F. 1998, pp. 47-58.
- Tubbs R.C.; 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. IPVS, 1996:218.
- Varley M, Atkinson T. Weaning at birth: the effect on reproduction of the sow. *Anim Prod* 1985; 41: 375-382.

- Varley M, Foxcroft G. Endocrinology of the lactating and weaned sow. *J Reprod Fert* 1990; 40 (Suppl.): 47-61.
- Vesseur P, Plagge J, Scholten RH. Induction of oestrus in 'scharrel' sows during lactation using natural stimuli. *Proefstation voor de Varkenshouderij* 1995; 1:28.
- Vesseur PC. Causes and Consequences of Variation in Weaning to Oestrus Interval in the Sow. Ph D Thesis. Agricultural Univ. Wageningen. The Netherlands. 1997:165.
- Warnick A, Casida L, Grummer R. The occurrence of estrus and ovulation in post-partum sows. *J Anim Sci* 1950; 9:60-72.
- Wechsler B. The incidence of lactational oestrus in a field trial with sows kept in family groups. *KTBL Schrift* 1995; 370:247-256.
- Wechsler B. Rearing pigs in species-specific family groups. *Animal Welfare* 1996; 5:25-35.
- Xue J, Dial G, Marsh W, Lucia T. Early weaning: a risk factor for sow longevity. 14th IPVS Congr. Proc. Bologna, Italy. 1996a: 478.
- Xue J, Bahnson P, Dial G. Factors influencing the reproductive performance of early weaned sows. 14th IPVS Congr. Proc. Bologna, Italy. 1996b:471.
- Xue J, Dial D, Marsh E, Lucia T. Association between lactation length and sow reproductive performance and longevity. *JAVMA* 1997; 210:935-938.

Cuadro 2

Indicadores productivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho.

Indicador	TRATAMIENTOS											
	C			S			DT			S + DT		
	\bar{x}	ES	S	\bar{x}	ES	S	\bar{x}	ES	S	\bar{x}	ES	S
Lechones nacidos muertos	0.100	0.100	NS	0.000	0.000	NS	0.00	0.000	NS	0.000	0.000	NS
Peso de la camada al nacimiento (kg)	5.672	0.741	NS	6.260	0.554	NS	6.34	0.492	NS	7.194	0.622	NS
Lechones destetados	5.60	0.670	NS	5.50	0.543	NS	6.00	0.422	NS	7.00	0.596	NS
Peso de la camada al destete (kg)	32.21	3.759	NS	32.55	3.145	NS	32.99	2.542	NS	35.40	2.907	NS

S= Significancia

No se encontró significancia entre grupos ($p > 0.05$).

Cuadro 3

Indicadores Reproductivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho.

TRATAMIENTOS

Indicador	C			S			DT			S + DT		
	C			S			DT			S + DT		
	\bar{X}	ES	S	\bar{X}	ES	S	\bar{X}	ES	S	\bar{X}	ES	S
Duración de la gestación (días)	112.2	0.919	NS	111.8	0.490	NS	112.5	0.269	NS	117.5	0.820 ^{abc}	**
Intervalo destete – estro (días)	8.00	0.422	NS	8.60	0.792	NS	7.80	0.490	NS	1.70	1.136 ^{abc}	**
Intervalo estímulo – concepción (días)	33.4	2.543	NS	32.2	1.976	NS	33.3	4.19	NS	9.9	4.771 ^{abc}	**
Intervalo destete – concepción (días)	13.40	2.446	NS	12.20	1.977	NS	13.30	4.19	NS	3.50	2.655 ^{abc}	*
Número de partos por hembra por año.	2.376	0.036	NS	2.40	0.031	NS	2.383	0.058	NS	2.71	0.069 ^{abc}	*

*(p<0.05), **(p<0.01)

S= Significancia

^a diferente de C.

^b diferente de S.

^c diferente de DT

Cuadro 4

Indicadores productivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho en hembras de segundo y tercer parto

Indicador	TRATAMIENTOS							
	C		S		DT		S + DT	
Segundo parto	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES
Lechones nacidos muertos	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
^s Peso de la camada al nacimiento (kg)	4.6	1.0914	6.34	1.0372	5.2300	0.6176	6.1640	0.8609
Lechones destetados	4.8	1.0198	5.6	0.9274	5.2	0.3742	5.8	0.7348
Peso de la camada al destete (kg)	26.9	5.5599	33.7240	5.8759	26.89	1.6795	31.49	3.5160
Tercer parto	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES
Lechones nacidos muertos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de la camada al nacimiento (kg)	6.6740	0.8836	6.18	0.5490	7.4580	0.2969	8.2240	0.6861
Lechones destetados	6.4	0.8124	5.4	0.6782	6.8	0.5831	8.2**	1.3098
Peso de la camada al destete (kg)	37.52	4.3117	31.38	3.0492	39.09	2.7664	39.32**	4.2420

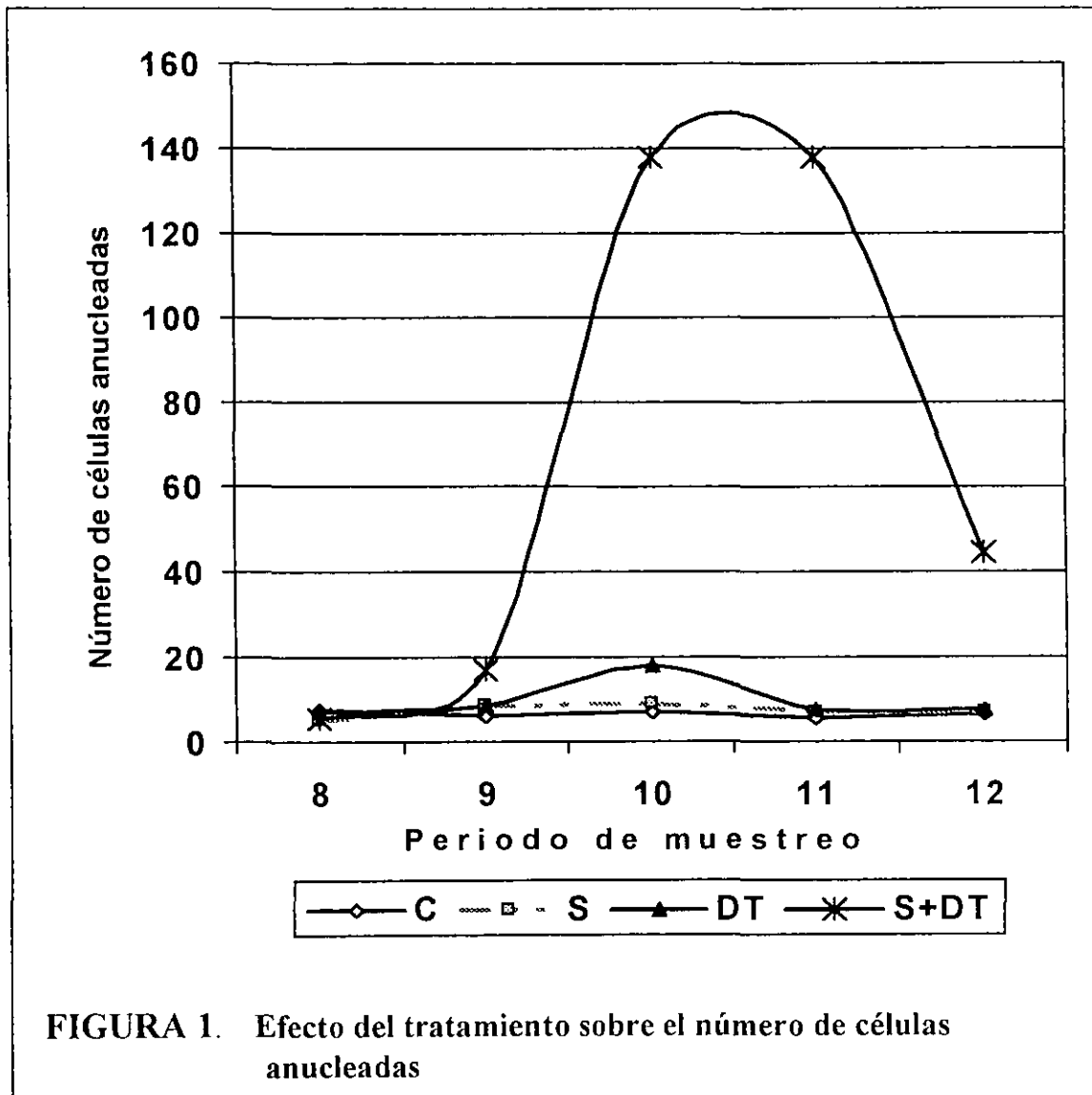
*(p<0.05), **(p<0.01)

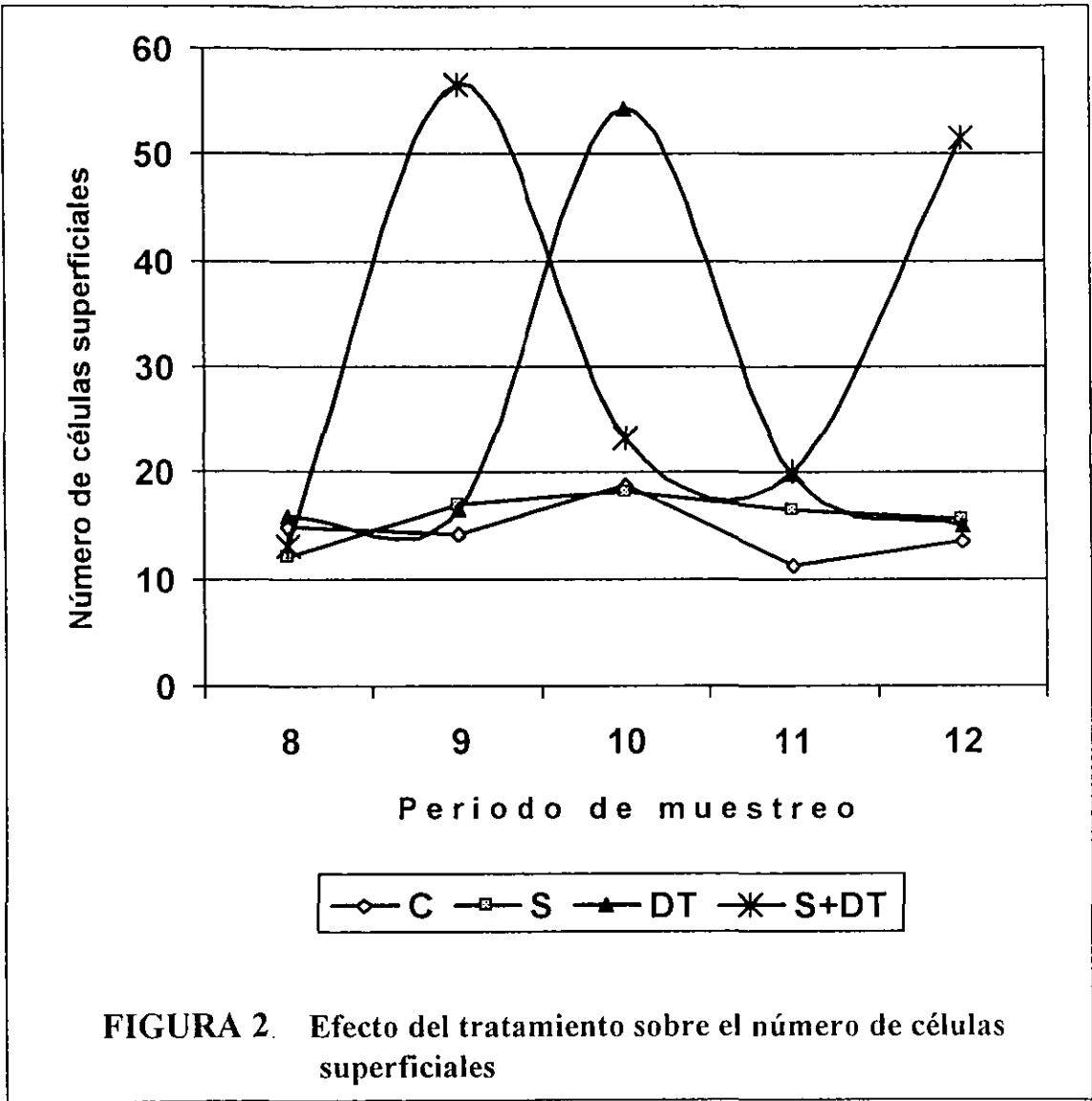
Cuadro 5

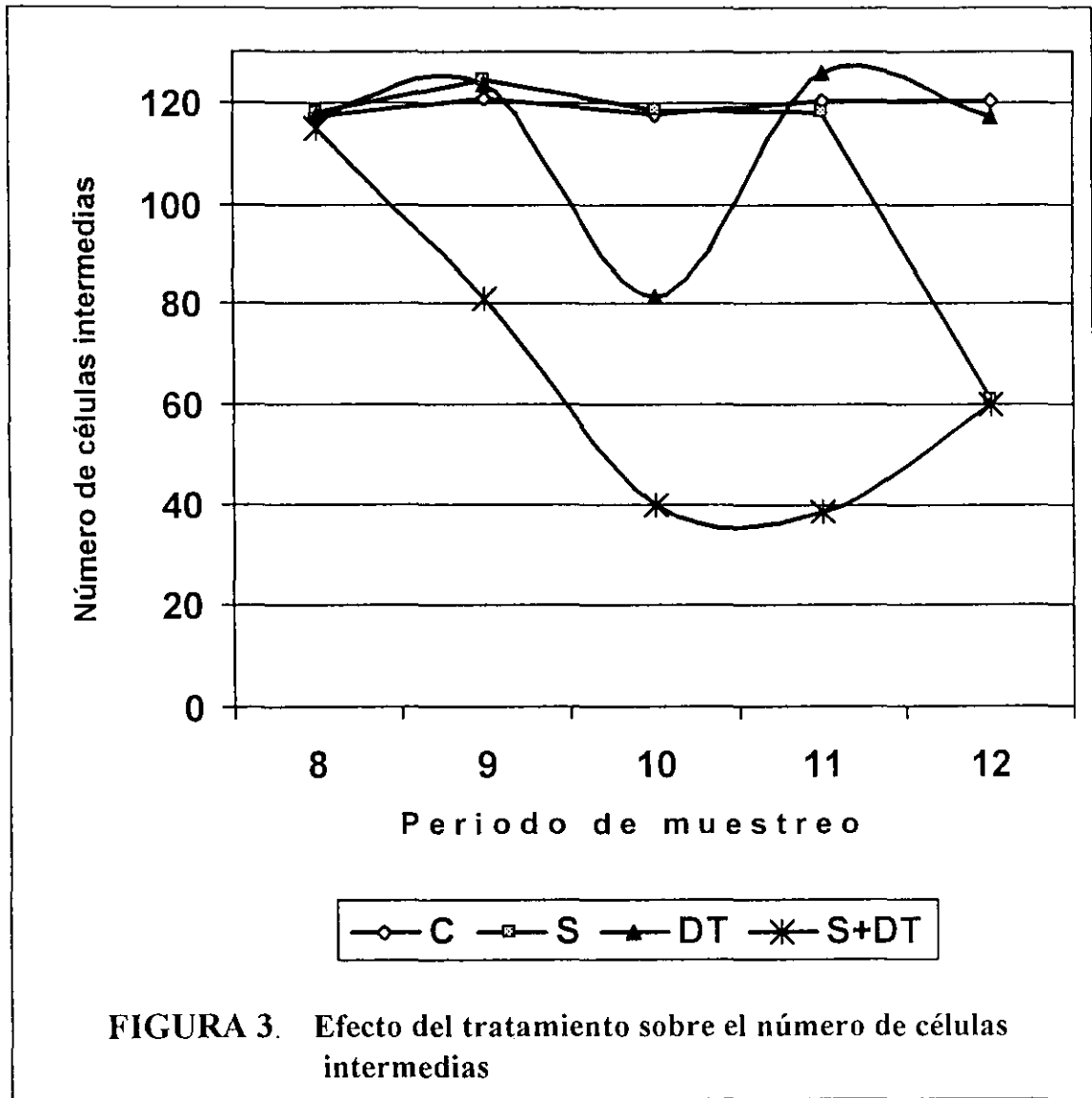
Indicadores reproductivos de CPM sometidas a la separación temporal de la camada y estímulo del macho en hembras de segundo y tercer parto

Indicador	TRATAMIENTOS							
	C		S		DT		S + DT	
Segundo parto	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES
Duración de la gestación	112.4	0.40	112.0	0.8944	112.6	0.40	118.8	0.5831
Intervalo estímulo – estro	27.8	0.80	28.8	1.3565	27.2	0.6633	3.00	0.00
Intervalo destete – estro	7.80	0.80	8.80	1.3565	7.2	1.4832	-17.0	0.00
Intervalo destete – concepción	15.2	3.80	12.40	2.8213	7.2	0.6633	-17.0	0.00
Intervalo entre partos	155.6	3.6551	152.40	3.0594	147.8	1.3038	129.8	2.8100
Número de partos por hembra por año.	2.3440	0.1184	2.3960	0.1050	2.4640	1.666	2.8100	1.378
Tercer parto	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES	\bar{X}	ES
Duración de la gestación	112.0	0.4472	111.6	0.5099	112.4	0.40	116.2	1.3565
Intervalo estímulo – estro	28.20	0.3742	28.4	0.9798	28.4	0.6782	3.00	0.00
Intervalo destete – estro	8.20	0.3742	8.4	0.9798	8.4	0.6782	-17.0	0.00
Intervalo destete – concepción	11.6	3.6139	12.00	3.0984	19.4	7.7434	-17.0	8.8679
Intervalo entre partos	151.6	3.4000	151.6	3.0100	159.8	8.0895	140.40	7.6197
Número de partos por hembra por año.	2.4080	0.1130	2.4060	0.1048	2.3020	0.1076	2.6260	0.1299

*(p<0.05), **(p<0.01)







**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

