

**PERFIL SÉRICO DE LAS HORMONAS LUTEINIZANTE, FOLÍCULO ESTIMULANTE
Y 17 β -ESTRADIOL EN CERDAS LANDRACE X LARGE WHITE DURANTE
EL PRE-PARTO, LACTANCIA Y POSDESTETE**

**Profile of Luteinizing Hormone, Follicle-stimulating Hormone
and 17 β -Estradiol During the Pre-farrowing, Lactation and Weaning
of Cross-bred Landrace x Large White Sows**

Aura López-Ortega^{*,1}, Antonio Saballo^{**}, Iraima Medina^{*}, Ysabel C. Márquez^{*}
y Adelys A. Márquez^{*}

**Unidad de Investigación en Ciencias Funcionales "Dr. Haitly Moussatché" (UNIHM), **Departamento de Producción Animal. Decanato de Ciencias Veterinarias, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Núcleo Hector Ochoa Zuleta, Edificio C, 3^{er} piso, Tarabana, edo.Lara, Venezuela*

Correo-E:alopez@ucla.edu.ve

Recibido: 12/06/08 - Aprobado: 03/07/09

RESUMEN

Uno de los índices de productividad de la cerda es el número de partos al año, dependiendo éste de la duración de la gestación, lactancia e intervalo destete-preñez. El objetivo de este estudio fue determinar el perfil endocrino reproductivo en cerdas mestizas F1 de la raza Landrace x Large White, durante el parto, durante la lactancia y hasta el destete, mediante la concentración sérica de LH y FSH, y del 17 β -Estradiol (E₂). Se seleccionaron por muestreo aleatorio simple, 15 cerdas gestantes mestizas Landrace x Large White de una explotación porcina, ubicada en el estado Yaracuy. Se les extrajo mediante punción de la vena yugular, una muestra de sangre 7 d antes del parto, 1, 7, 14 y 21 d posparto y 1 y 3 d posdestete. Se determinó la concentración sérica de las hormonas mediante la prueba de ELISA. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS versión 10,0 para Windows, aplicándose una prueba descriptiva, seguida de comparación múltiple (P<0,05). La concentración de LH aumentó durante la lactancia hasta un valor máximo

ABSTRACT

One of the indexes of productivity of the sow is the number of suckling pigs along the year and depends on the length of gestation, lactation and weaning-pregnancy interval. The objective of this study was to determine the profile of LH, FSH and 17 β -estradiol during the pre-farrowing, lactation and post-weaning periods, of 15 pregnant cross-bred sows (Landrace x Large White), belonging to a farm in Yaracuy State. By puncture of the jugular vein a blood sample was drawn on d 7 before the farrowing, on d 1, 7, 14 and 21 post-farrowing on d 1 and 3 post-weaning. Hormone quantification was performed using an ELISA test. The statistical analysis was made by the program SPSS version 10.0 for Windows. A descriptive test followed by multiple comparison, was applied (P<0.05). LH increased during the lactation until a maximum value on d 3 post-weaning (7.40 \pm 0.97 mU/mL). FSH levels were lower (P>0.001) during the post-farrowing period in comparison to the pre-farrowing period (6.30 \pm 1.10 mU/mL), whereas at weaning the levels increased. The maximum

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

el tercer día posdestete ($7,40 \pm 0,97$ mU/mL), debido a la recuperación de la ciclicidad ovárica. Los niveles de FSH fueron menores durante el posparto, en comparación al preparto ($6,30 \pm 1,10$ mU/mL) mientras que la concentración máxima de E_2 se observó al d 3 posdestete ($2139,67 \pm 125,2$ $\mu\text{g/mL}$), simultánea a la conducta propia del estro. En las cerdas evaluadas el perfil hormonal respondió a un coordinado y sensible balance de regulación endocrina, que permitió que ocurriera el parto, la lactancia y el reinicio precoz de la actividad ovárica, al d 3 durante el destete.

(Palabras clave: Cerdas, híbridos, Landrace, Large White, lactancia, hormonas, Yaracuy)

concentration of the E_2 was observed on the third day post-weaning (2139.67 ± 125.2 $\mu\text{g/mL}$) and it was simultaneous with the proper estrous behavior. In the cross-bred sow the hormonal profile is a fine balance of endocrine regulation that allows the farrowing, the lactation and the recovery of the cyclic activity of the ovary, during the early post-weaning period.

(Key words: Sows, hybrids, Landrace, Large White, lactation, hormones, Yaracuy)

INTRODUCCIÓN

La productividad de la cerda se determina a través del número de lechones que es capaz de destetar durante el año. Este índice está conformado por el número de veces que una cerda es capaz de parir durante el año y por el tamaño de la camada. El número de partos que presenta una cerda durante el año, está determinado por la duración tanto de la gestación como de la lactancia y por el intervalo destete-concepción, que en conjunto representan el intervalo entre partos. Los nuevos sistemas de producción exigen reducir el intervalo entre partos a fin de lograr mayor número de partos por cerda/año, pero ésto trae como consecuencia la reducción de los días de lactancia con un impacto negativo en el intervalo destete-estro. Desafortunadamente, estos potenciales beneficios son neutralizados por una reducción en el rendimiento reproductivo posterior (Xue *et al.*, 1993). Lactancias cortas están relacionadas con un intervalo destete-estro prolongado, un incremento en la frecuencia de quistes foliculares, anestro, y reducción en la tasa de concepción y en el tamaño de la camada subsiguiente. De acuerdo a Marsteller *et al.* (1999), la supervivencia embrionaria parece ser el factor limitante del potencial tamaño de la camada en el parto siguiente y no respondería a una disminución de la tasa ovulatoria, según Willis

et al. (2003) o de óvulos fertilizados (Belstra *et al.*, 1999). Para disminuir este efecto, Van den Brand *et al.* (2000) administraron a un grupo de cerdas primíparas, durante la lactación, alimento rico o bajo en grasa. Observando mejores tasas de ovulación en cerdas que recibieron alimento rico en grasa; sin embargo, el número total de embriones viables así como la supervivencia embrionaria, no varió entre los grupos.

La comprensión de la fisiología reproductiva de la cerda antes del parto, durante la lactancia y después del destete es fundamental para comprender los problemas reproductivos asociados al destete. La habilidad de la cerda para expresar el estro, concebir y mantener la gestación con un corto intervalo después del parto, parece estar limitado por la producción y/o la liberación de las hormonas gonadotropinas, las cuales promueven el crecimiento folicular y la ovulación, así como la habilidad del ovario a responder a las gonadotropinas y/o si el útero es capaz de soportar el desarrollo embrionario y fetal. Las condiciones tropicales de Venezuela imponen un ambiente que podría modificar la respuesta hormonal ante el destete, de aquí la necesidad de investigar los perfiles hormonales de la cerda desde el preparto hasta el restablecimiento de la ciclicidad ovárica, ya que una eficiente reproducción de la cerda demanda un mejor manejo para alcanzar un máximo rendimiento.

El conocimiento del perfil hormonal en cerdas permite diseñar nuevos sistemas de producción con el fin de reducir el intervalo entre partos y así lograr mayor número de partos por cerda por año, lo cual se traduce en una mayor productividad de la explotación porcina. El objetivo de este estudio fue determinar el perfil endocrino reproductivo en cerdas mestizas, F1 de la raza Landrace x Large White, desde el parto, lactación y hasta el destete, mediante la concentración sérica de las gonadotropinas (LH y FSH) y de 17β -Estradiol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, Población y Muestra

La investigación fue realizada en una granja porcina, situada en el Municipio Peña, estado Yaracuy, a $10^{\circ} 04' 00''$ latitud norte y $69^{\circ} 07' 00''$ longitud oeste, y a 375 m.s.n.m., localizada a una distancia de 20 Km. de Tarabana, estado Lara, de clima cálido, con una temperatura media anual de $26,4^{\circ}\text{C}$ con rango entre $21,5^{\circ}\text{C}$ y $31,4^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de 78% y precipitación media anual de 1050 mm, característico del bosque seco tropical de acuerdo a la clasificación Holdridge (Ewel *et al.*, 1976).

Las cerdas que se utilizaron para este estudio, pertenecían la población de hembras mestizas F1, Large White x Landrace, del plantel porcino indicado. Se seleccionaron al azar, mediante un muestreo aleatorio simple, 15 cerdas gestantes primíparas.

Manejo de los Animales

Las cerdas estuvieron sometidas al mismo manejo alimentario, reproductivo y sanitario. Recibieron la primera monta al segundo o tercer celo y con 130 Kg de peso, previa vacunación contra Peste Porcina Clásica, Aftosa, Parvovirus y Leptospirosis. Verificada la gestación, entre los 18 y 24 d posmonta, las cerdas permanecieron en corrales durante la gestación. Siete días antes de la fecha probable de parto fueron trasladadas a las jaulas de maternidad, donde permanecieron durante la lactancia (21 d). El manejo alimenticio se registró diariamente; en las últimas dos semanas de gestación las cerdas recibieron alimento para cerdas lactantes con 17% de proteína cruda y 3250 Kcal de EM. El día del parto las cerdas no fueron alimentadas y a partir de las 24 h posparto se les suministró cuatro veces/d,

para estimular el máximo consumo. En la tercera semana de lactancia, se inició a los lechones con concentrado preiniciador. Al destete, las cerdas se separaron de éstos y fueron trasladadas a jaulas de gestación, donde se distribuyeron 3 hembras por corral de 4 x 3 m, con piso de cemento sólido. El suministro de agua fue mediante bebederos de chupón y el alimento para cerdas gestantes contenía 15% de proteína y 2900 Kcal/kg de alimento, se administró a razón de 3 kg/d hasta el momento de la monta, luego se redujo a 2,5 kg hasta los 30 d de gestación, para prevenir la muerte embrionaria. Al cumplir los 46 d de gestación se les suministró 3 kg del mismo alimento hasta los 80 d, cuando se le incrementó la ración alimenticia a 3,5 kg/d.

Detección del Estro

Las cerdas destetadas, fueron observadas dos veces/d para detectar celo (durante 30 d contados a partir del destete), a las 8:00 h. y a las 15:00 h ayudado con un macho adulto, el cual se introdujo por 20 min al corral, mientras el operario ejercía presión en el lomo de la cerda para determinar el reflejo de inmovilidad como signo de celo franco.

Toma de Muestras

Siete días antes del parto, 1, 7, 14 y 21 d después del mismo, 1 y 3 d posterior al destete, a cada cerda se le extrajo una muestra de sangre por punción de la vena yugular mediante el sistema Becton Dickinson® (NJ, USA) compuesto por una aguja calibre 21, de 1 pulgada ajustada a una camisa de extracción y acoplada a un tubo de vidrio con capacidad de 7 mL (13x100 mm), sin anticoagulante y recubierto interiormente con silicona. La extracción de la muestra se realizó durante 1 h a intervalos de 15 min y a diferentes alturas del vaso sanguíneo para evitar la generación de un estado de flebitis de la vena yugular.

Los tubos con la muestra se colocaron en una cava con hielo que se trasladó a la Unidad de Investigación en Ciencias Funcionales "Dr. Haitly Moussatché" (UNIHM), del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", ubicada en Tarabana, en donde inmediatamente se centrifugaron durante 20 min a 700 x g en una centrífuga Clay Adams modelo 21152 (Sparks, MD, USA). Los sueros colocados en tubos Eppendorf, se almacenaron en congelador

vertical marca Philco (USA), a -20°C , hasta su procesamiento dentro de un plazo máximo de 25 d después de la extracción.

Determinación Hormonal

En los sueros se determinó la concentración de las hormonas: Luteinizante (LH), Foliculoestimulante (FSH) y 17β -Estradiol (E_2), utilizando la técnica de ELISA (Alister, 1987). Se utilizó kits DRG Diagnostics (DRG Instrument GmbH, Alemania), validada para cerdas (Márquez et al., 2007).

Para el análisis hormonal, se distribuyeron alícuotas de $25\ \mu\text{L}$ de las muestras de suero en los pocillos de una placa, que contenía el anticuerpo contra la hormona, ésta se incubó con $100\ \mu\text{L}$ de anti-LH-conjugada a peroxidasa o con $100\ \mu\text{L}$ de anti-FSH-conjugada a peroxidasa o con $200\ \mu\text{L}$ de anti- E_2 -conjugada a peroxidasa. Los patrones fueron soluciones de 10, 20, 40, 100 y 200 mU/mL de LH; 5, 10, 20, 50 y 100 mU/mL de FSH y 25, 100, 250, 500, 1000 y 2000 pg/mL de 17β estradiol. La absorbancia de las muestras fue leída a una longitud de onda de 450 nm en un lector de Elisa modelo Sun Rise (marca Tecan, Austria).

La prueba de ELISA para LH presentó un coeficiente de variación (CV) intraensayo de 0,66% e interensayo de 5,71%. Para FSH el CV intraensayo resultó 7,46% y el interensayo de 4,27%. Para E_2 el CV intraensayo fue de 5,01% y el interensayo de 1,99%.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se presentan como la media \pm error estándar de la media ($\bar{x} \pm \text{EE}$). El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS versión 10,0 para Windows, se utilizó análisis de variancia, seguida de comparación múltiple mediante método de Tukey, con un nivel de significancia del 95% ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Niveles Séricos de la Hormona Luteinizante

En el presente estudio las muestras para LH fueron colectadas durante 1 h a intervalos de 15 min, lo cual aseguró la detección de la naturaleza pulsátil de esta hormona. En la Tabla 1, se muestran los valores de LH obtenidos en las cerdas durante

el período de muestreo, en los diferentes estadios reproductivos estudiados.

La concentración de la hormona LH, tal como se observa en la Figura 1, se presentó significativamente disminuida ($P < 0,001$) durante los d 1 ($0,09 \pm 0,0002$ mU/mL), 7 ($0,79 \pm 0,003$ mU/mL), 14 ($0,91 \pm 0,003$ mU/mL) y 21 ($3,31 \pm 0,16$ mU/mL) del posparto, mientras que en el preparto presentó niveles de $4,02 \pm 0,24$ mU/mL.

Niveles Séricos de la Hormona Foliculo Estimulante

En la Figura 2, se muestran los valores de FSH sérica, durante el postparto, los cuales fueron significativamente inferiores ($P < 0,001$) a los del preparto ($6,30 \pm 1,10$). Así, se observó $0,86 \pm 0,003$; $0,78 \pm 0,10$; $0,88 \pm 0,04$; $0,68 \pm 0,29$ mU/mL, los d 1, 7, 14 y 21 posparto, respectivamente. Durante el destete la concentración de FSH fue de $0,89 \pm 0,17$ mU/mL, para mostrar un ascenso a $1,65 \pm 0,26$ mU/mL, el d 3 posdestete.

Niveles Séricos de la Hormona 17β -Estradiol

Se puede observar en la Figura 3, que 7 d antes del parto, la concentración sérica de 17β -estradiol se presentó muy elevada ($1973,15 \pm 15,26$ pg/mL), en relación a la encontrada durante todo el posparto, en el cual la concentración sérica de E_2 se mantuvo muy disminuida ($P < 0,001$), en relación al preparto ($1973,15 \pm 15,26$ pg/mL), hasta el d 1 del destete, pero al tercer día de iniciado éste, se produjo un pico en la concentración sérica del E_2 ($2139,67 \pm 125,2$ pg/mL), así como una elevada concentración sérica de LH (Figura 1).

DISCUSIÓN

Perfil Sérico de la Hormona Luteinizante (LH)

Brinkley (1981) ha analizado la presencia de pulsos de LH en ciertas fases del ciclo sexual de la cerda; ha indicado que en la mitad de la fase luteínica, éstos duran de 60 a 80 min, mientras que la fase folicular del ciclo se caracteriza por ausencia de pulsos, lo que se prolonga hasta el inicio de la descarga preovulatoria. En este estudio se observaron pulsos mínimos en los períodos anteriores al reinicio de la actividad ovárica (posdestete) en la cual los pulsos de

Tabla 1. Concentración sérica (media ± EE; mU/mL; n=15) de LH obtenida cada 15 min, durante 1 h, en cerdas mestizas Landrace x Large White en diferentes estadios reproductivos

Estadio	15 min	30 min	45 min	60 min
Preparto d 7	3,68±0,20	4,00±0,23	4,11±0,16	4,01±0,14
Posparto d 1	0,09±0,001	0,09±0,001	0,09±0,003	0,08±0,002
d 7	0,80±0,02	0,71±0,03	0,78±0,008	0,76±0,05
d 14	0,85±0,03	0,96±0,03	0,81±0,03	0,90±0,003
d 21	3,42±0,12	3,34±0,15	3,36±0,15	3,07±0,20
Destete d 1	4,87±0,14	4,20±0,14	4,59±0,13	4,36±0,13
d 3	7,69±0,74	8,18±0,96	6,29±0,80	5,71±0,75

LH son evidentes, tal como lo menciona dicho autor, para el inicio de la descarga preovulatoria.

Durante el posparto, las cerdas están lactando y durante esta fase hay una disminución de la secreción de GnRH debido al efecto del amamantamiento, lo que disminuye la secreción de LH. Elsaesser y Parvizi (1980), han indicado que la hipófisis anterior estaría imposibilitada de liberar LH durante la lactación (posparto), debido a que el mecanismo normal de retroalimentación positiva ejercida por los estrógenos, no se lleva a cabo durante este período porque la concentración de éstos estaría notablemente disminuida, hecho que fue comprobado en esta investigación (Figura 3).

A este respecto, Renesis *et al.* (1993b) sugieren que el desarrollo inicial del efecto inhibitor del

amamantamiento sobre la secreción de LH en la cerda, puede no ser opioide-dependiente sino que este mecanismo de regulación podría ser mas bien un componente importante de la supresión de LH en plena lactación (posparto), como respuesta a la carencia de GnRH. Renesis *et al.* (1993a) concluyen que en la cerda el desarrollo del anestro durante la lactación, requiere a las 78 h del posparto, la inhibición de la secreción de LH provocada por el amamantamiento. Sin embargo, Gerritsen *et al.* (2008) no observaron diferencias en tiempo de ovulación y tasas de ovulación entre cerdas controles y bajo el sistema de amamantamiento intermitente, pero las concentraciones de LH y P₄ fueron menores en este último grupo. Este resultado pudiera deberse al estrés que son sometidas las cerdas. Con respecto

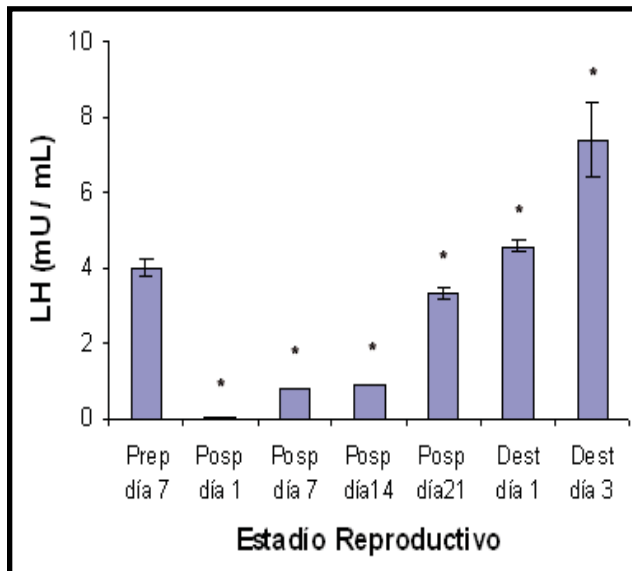


Figura 1. Concentración sérica de LH (media ± EE; mU/mL; n=15) en cerdas mestizas Landrace x Large White en diferentes estadios reproductivos. Cada valor representa el pulso promedio obtenido en 1 h de muestreo cada 15 min. Las diferencias (*P<0,001) se presentan con respecto al estadio de parto. Prep=preparto; Posp=posparto; Dest=destete

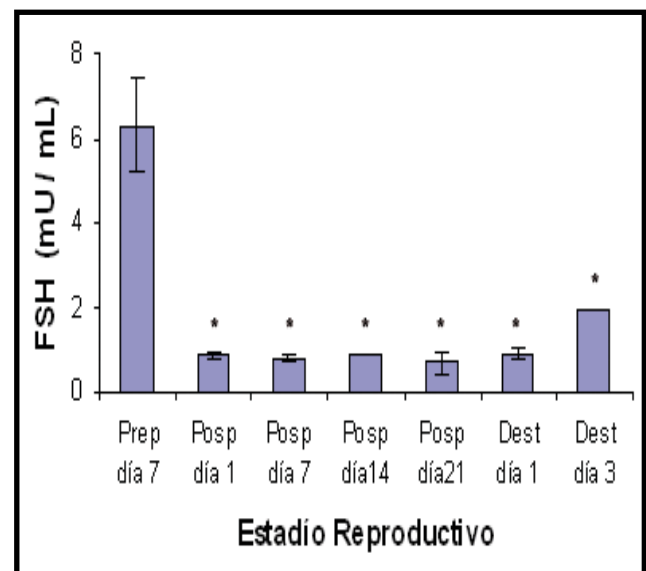


Figura 2. Concentración sérica de FSH (media ± EE; mU/mL; n=15) en cerdas mestizas Landrace x Large White en diferentes estadios reproductivos. Las diferencias (*P<0,001) se presentan con respecto al estadio de parto. Prep=preparto; Posp=posparto; Dest=destete

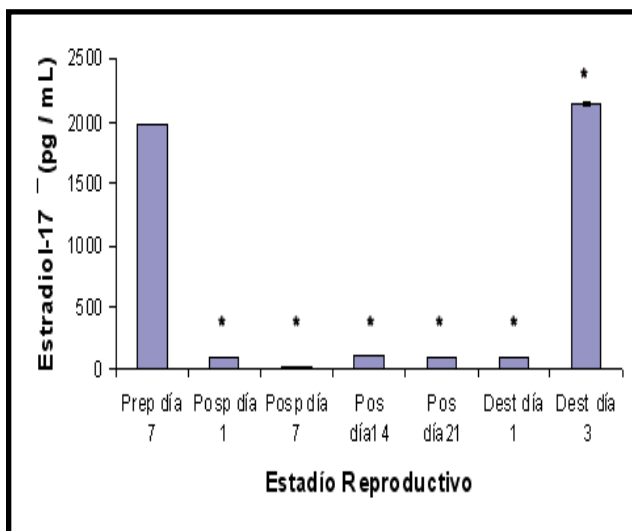


Figura 3. Concentración sérica de E₂-17β (media ± EE; pg/mL; n=15) en cerdas Landrace x Large White en diferentes estadios reproductivos. Las diferencias (*P<0,001) se presentan con respecto al estadio de parto. Prep=parto; Posp=posparto; Dest=destete

te punto, Einarsson *et al.* (2007) reportan que el destete produce estrés en la cerda y que las hormonas que se secretan en esta situación, principalmente el cortisol, interfieren con la secreción de las hormonas del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.

En el presente estudio se observó que la concentración sérica de LH fue basal desde el d 1 posparto y luego comenzó a aumentar paulatinamente hasta el momento del destete. De acuerdo a Quesnel y Prunier (1995), la cerda lactante tiene que soportar los estímulos originados por el amantamiento de los lechones y las altas necesidades nutricionales para la producción de leche. A medida que avanza la lactación, la secreción de LH aumenta gradualmente, y al destete ocurre una elevación adicional de la concentración de esta gonadotropina, aseveración en plena concordancia con los resultados obtenidos en el presente estudio (Figura 1). Así mismo, ésto es coincidente con las observaciones de Tokach *et al.* (1992) en cuanto a que durante el período posparto los niveles séricos de LH se encuentran muy por debajo de los valores basales observados en el parto. Además, De Rensis y Foxcroft (1999) en experimentos con naloxone (antagonista de opiodes) y con GnRH, concluyen que el aumento de LH al final del posparto, también observado en el presente estudio (Figura 1), es un útil predictor de la actividad que presentará esta hormona después del destete.

La actividad estral de la cerda durante la lactación

está inhibida. Patterson y Pearse (1994), postulan que el intervalo entre el destete y el celo estaría controlado por la secreción de LH en el momento del destete o próximos a éste. Dichos autores demostraron que los cambios de LH circulante, asociados con el destete, son críticos en la cerda para la recuperación de la actividad cíclica. En esta investigación se observó que en el primer día del destete los niveles séricos de LH aumentaron sin alcanzar la significancia estadística, en relación a los valores del parto, mientras que al tercer día posdestete este aumento fue significativo (P<0,001). Tal hallazgo indicaría el reinicio de la actividad cíclica posparto, marcado por el establecimiento del celo, cuya duración es de 1 a 2 d. En la cerda, el intervalo desde el pico preovulatorio de LH a la ovulación es aproximadamente de 40 h y la descarga de LH tiene lugar al inicio del celo (Niswender *et al.*, 1970). Durante dicho período, los folículos dominantes producen altas concentraciones de estradiol, lo cual causa una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo y produce una secreción masiva de LH (De Rensis y Foxcroft, 1999).

Perfil Sérico de la Hormona Folículo Estimulante (FSH)

Las variaciones en los niveles de FSH sérica son menos marcadas que las de LH y ésto es debido a que la secreción de FSH depende principalmente de la inhibición ovárica; mientras que la de LH depende de factores relacionados con la lactación (Gordon, 1997). El desarrollo de los folículos se recupera progresivamente durante la lactancia y éstos adquieren la capacidad de responder a los cambios hormonales en el momento del destete, para dar inicio al crecimiento preovulatorio. En esta investigación se obtuvo durante todo el posparto (Figura 2), valores de FSH sérica significativamente inferiores (P<0,001) a los del parto.

Quesnel y Prunier (1995), concluyeron que durante la lactancia porcina, la inhibición del eje hipotálamo-hipófisis-ovario se debe principalmente a reflejos neuroendocrinos inducidos por el amantamiento. Por otra parte, el déficit nutricional se hace relativamente más importante durante la tercera y cuarta semana.

De igual manera, en el d 1 posdestete la concentración de FSH continuó disminuida, para luego iniciar un discreto ascenso en el tercer día posdestete. Estos resultados coinciden con

los reportados por Willis *et al.* (2003), quienes establecen que durante el amamantamiento (posparto) hay una disminución del nivel de FSH en plasma, mientras que al destete, se observa una ligera elevación conducente al crecimiento folicular, que a continuación desencadenará un aumento en la concentración de estrógenos y en consecuencia la presentación del estro.

Perfil Sérico de la Hormona Estradiol-17 β (E₂-17 β)

En relación a los niveles de estrógenos, en este estudio se observó que 7 d antes del parto, la concentración sérica de E₂-17 β fue muy elevada en relación a la encontrada durante todo el posparto (Figura 3), ésto debido a que previo al parto los estrógenos aumentan con el fin de estimular la formación y externalización de receptores de oxitocina en el útero, evento fundamental para que ocurra la síntesis de prostaglandina F_{2 α} , hormona encargada de la regresión del cuerpo lúteo y esencial para el proceso del parto. Los presentes resultados coinciden con lo reportado por Gordon (1997), quien indica un aumento substancial en los niveles de estrógenos circulantes, durante las últimas 4 semanas preparto; sin embargo, el aumento exclusivo de los niveles de estrógenos frente a los niveles P₄, que existen al final de la preñez, no es suficiente para dar lugar al parto. A lo largo de las dos últimas semanas de gestación la concentración de P₄ disminuye lentamente, pero en los últimos días previos al parto desciende rápidamente, debido a cambios enzimáticos en la placenta, que inducen a una síntesis preferencial de E₂ a este nivel y la consiguiente elevación circulante de estradiol. Como se mencionó previamente, éste actuará sobre los receptores de oxitocina y se dará inicio a la secuencia de eventos cuyo resultado será el parto. Estos antecedentes concuerdan con la elevación de la concentración sérica de E₂ observada en esta investigación, en la semana anterior al parto.

Durante el ciclo estrol, las elevadas concentraciones de estradiol producidas por los folículos en crecimiento, son las responsables de los cambios fisiológicos y de conducta que se presentan en el celo (Sesti y Britt, 1993). Esta hormona produce una retroalimentación negativa sobre el eje hipotalámico-hipofisario, de manera que las altas concentraciones de estradiol producidas por los folículos dominantes, incrementan los niveles de GnRH, lo que trae como resultado

secreción masiva de LH al inicio del estro (Figura 1), la cual estimula el proceso de ovulación que ocurre en las cerdas a las 40 h de iniciado el celo (Yúazo *et al.*, 1998).

En el presente estudio, a lo largo del posparto la concentración sérica de E₂ se mantuvo muy disminuida (P<0,001) en relación al preparto (Figura 3), lo que se continuó en el d 1 del destete, pero al d3 de iniciado éste, se produjo un pico en la concentración sérica del E₂, así como una elevada concentración de LH (Figura 1). Estos hallazgos son el reflejo del mecanismo de retroalimentación positiva ejercido por el estradiol sobre el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal, desencadenante de los picos preovulatorios de las gonadotropinas. Al tercer día posdestete se observó, además del aumento de E₂ y LH, una modificación del comportamiento en las cerdas tales como lordosis, tumefacción y enrojecimiento de la vulva y nerviosismo, cambios característicos del estro.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio indicaron que en la cerda el perfil hormonal de LH, FSH y 17 β -E₂ a los 7 d antes del parto, durante el posparto (1, 7, 14 y 21 d) y en el primer y tercer d posdestete (estro), son el reflejo de un mecanismo de regulación endocrina extremadamente coordinado, que permite que tengan lugar los eventos del parto, de la lactancia y el reinicio de la actividad ovárica. Los niveles séricos de LH aumentaron paulatinamente a lo largo de la lactancia hasta obtener un valor máximo el d3 posdestete, lo que indicaría el reinicio de la actividad ovárica. Los valores de FSH sérica fueron estadísticamente inferiores durante el posparto en relación al preparto, mientras que al destete los niveles de esta hormona comenzaron a elevarse, debido a que la secreción de FSH depende principalmente de la inhibición ovárica, se recuperó al d 3 posdestete, por reinicio de la actividad cíclica del ovario. La concentración máxima del 17 β -E₂ se observó al tercer día posdestete, en este momento se presentaron, en la cerda, cambios conductuales propios del estro. El aumento de E₂, en el d3 posdestete, es el responsable del incremento sérico de LH y FSH, por lo que se podría inferir que 40 h después de esta elevación se deberá presentar la ovulación en la cerda. Sobre la base de los resultados obtenidos es posible indicar que

en el plantel porcino del cual provienen las hembras estudiadas, hay un buen manejo reproductivo porque al tercer día postdestete las cerdas podrían haber reiniciado la ciclicidad ovárica, lo que permitirá el servicio y una nueva preñez. La productividad estaría favorecida por la reducción en el intervalo destete-preñez. Sería importante realizar un seguimiento de la dinámica folicular con el fin de afirmar esta evidencia. Esta investigación permitió estudiar el perfil hormonal en cerdas mestizas Landrace x Large White en diferentes estadios reproductivos y de esta manera establecer parámetros de referencia para los profesionales que trabajan en esta área. El conocimiento del perfil hormonal en cerdas permite diseñar nuevos sistemas de producción, con el fin de reducir el intervalo entre partos y así lograr mayor número de partos por cerda por año, lo cual se traduce en una mayor productividad de la explotación porcina

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" de Venezuela (Proyecto 019-VE-2002) y FONACIT de Venezuela (Proyecto Pen 2001002141) por el financiamiento aprobado para este estudio.

REFERENCIAS

- Alister, V. 1987. Heterogeneous enzyme-immunoassays and their applications. En: *Enzyme-immunoassay* (Maggio ET, eds). CRC Press Inc, 6th ed., Boca de Ratón, USA; pp. 181-196.
- Belstra, B.A.; Richert, B.T.; Diekman, M.A.; Frank, J.W.; Kendall, D.C.; Singleton, W.L. 1999. Effect of lactation length and exogenous progesterone/estradiol-17 beta on embryo survival in multiparous sows. *J. Anim. Sci.*, 77(Suppl. 1):73.
- Brinkley, H.J. 1981. Endocrine signalling and female reproduction. *Biol. Reprod.*, 24:22-43.
- De, Rensis, F.; Foxcroft, G. 1999. Correlation between LH response to challenges with GnRH and naloxone during lactation, and LH secretion and follicular development alter weaning in the sows. *Anim. Reprod. Sci.*, 56:143-152.
- Einarsson, S.; Ljung, A.; Brandt, Y.; Hager, M.; Madej, A. 2007. Impact of exogenous ACTH during pro-oestrus on endocrine profile and oestrous

- cycle characteristics in sow. *Reprod. Dom. Anim.*, 42:100-104.
- Elsaesser, F.; Parvizi, N. 1980. Partial recovery of stimulatory oestrogen feedback action on LH release during late lactation in the pig. *J. Reprod. Fertil.*, 59:63-67.
- Ewel, J.J.; Arnold, M.; Tosi, J.P. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. 2^{da} ed, Editorial Sucre, Caracas, Venezuela. p. 76-88.
- Gerritsen, R.; Soede, N.; Langendijk, P.; Dieleman, S., Hazelenger, W.; Kemp, B. 2008. Peri-oestrus hormone profiles and follicle growth in lactating sows with oestrus induced by intermittent suckling. *Reprod. Dom. Anim.*, 43:1-8.
- Gordon, I. 1997. Reproducción controlada del cerdo. 1^{ra} ed., Editorial Acribia, Zaragoza, España, pp. 157-174.
- Márquez, Y.C.; Saballo, A.; Márquez, A.; López-Ortega, A. 2007. Validación de la técnica de Elisa para la determinación de las concentraciones séricas de las hormonas luteinizante, folículo estimulante y 17-β-estradiol en cerdas adultas mestizas Landrace x Large White. *Gaceta Cs. Vet.*, 12:77-79.
- Marsteller, T.A.; Armbruster, G.A.; Anderson, D.B.; Wuethrich, A.J.; Taylor, J.L.; Symanowsky, J.T. 1999. Effect of lactation length on ovulation rate and embryo survival in swine. *Swine Health Prod.*, 5:49-56.
- Niswender, G.D.; Reichert, L.E.; Zimmerman, D.R. 1970. RIA of serum levels of LH throughout the estrous cycle in pigs. *Endocrinology*, 37:576-580.
- Patterson, A.M.; Pearse, G.P. 1994. Plasma hormone and metabolite concentrations and the interval from weaning to oestrus in primiparous sows. *Anim. Reprod. Sci.*, 36:261-279.
- Quesnel, H.; Prunier, A. 1995. Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. *Reprod. Nutr. Develop.*, 35:395-414.
- Renesis, F.D.E.; Cosgrove, R.; Foxcroft, G.R. 1993a. Luteinizing hormone and prolactin responses to naxolone vary with stage of lactation in the sow. *Biol. Reprod.*, 48:970-976.
- Renesis, F.D.E.; Huntr, M.G.; Foxcroft, G.R. 1993b. Suckling-induced inhibition of luteinizing hormone secretion and follicular development in the early postpartum sow. *Biol. Reprod.*, 48:964-969.
- Sesti, L.; Britt, J. 1993. Agonist-induced release of gonadotropin-releasing hormone, luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone and their associations with basal secretion of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone throughout lactation in sows. *Biol. Reprod.*, 49:332-339.
- Tokach, M.D.; Pettigrew, J.E.; Dial, G.D.; Wheaton, J.E.;

- Crooker, B.A.; Johnson, L.J. 1992. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow: Relation to blood metabolites and return-to-estrus interval. *J. Anim. Sci.*, 70:2195-2201.
- Willis, H.; Zack, L.; Foxcroft, G. 2003. Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. *J. Anim. Sci.*, 81:2088-2102.
- Xue, J.L.; Dial, G.D.; Marsh, W.E.; Davies, P.R.; Momont, H.M. 1993. Influence of lactation length on sow productivity. *Livest. Prod. Sci.*, 34:253-265.
- Yuazo, K.; Dial, G.; Pettigrew, J.; Xue, J.; Yang, H.; Thomas, L. 1998. Influence of lactation length and feed intake on reproductive performance and blood concentrations of glucose, insulin and luteinizing hormone in primiparous sows. *Anim. Reprod. Sci.*, 52:153-163.
- Van den Brand, H.; Soede, N.; Kemp, B. 2000. Dietary energy at two feeding levels during lactation of primiparous sows. Effect on peri-estrus hormone profiles and embryonal survival. *J. Anim. Sci.*, 78: 405-411.