

EFFECTO DEL AMAMANTAMIENTO DE UNO O DOS CORDEROS SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO EN OVEJAS MESTIZAS DE LA RAZA WEST AFRICAN

Suckling Effect of One vs. Two Lambs on Postpartum Ovarian Activity in West African Ewes

Ignacio Contreras^{*1}, Thaís Díaz^{*}, Jesús Arango^{**} y Gustavo López^{***}

Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial «Dr. Abraham Hernández Prado». **Cátedra de Genética Aplicada, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracaç 2101, Estado Aragua, Venezuela. Apartado Postal 4563. *Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Km 7, Vía Barquisimeto-Duaca, El Cují, Estado Lara.*

Correo-E: contreri@ucv.ve

Recibido: 06/02/04 - Aprobado: 02/06/04

RESUMEN

Para estudiar el efecto del amamantamiento de uno ó dos corderos sobre la actividad ovárica postparto en ovejas tropicales, se analizaron los datos de 29 ovejas lactantes, mestizas West African con dos o más partos, distribuidas en: un grupo de ovejas que amamantaron un solo cordero (1C; n=18) y otro grupo de ovejas que amamantaron dos corderos (2C; n=11) durante un período de 90 días después del parto. Se midió el peso corporal el día del parto y luego cada dos semanas. El reinicio de la actividad ovárica se determinó a través de los niveles de progesterona (P_4) en plasma. La detección diaria del celo fue realizada por observación visual directa y el diagnóstico de gestación se llevó a cabo por el no retorno del celo y por evaluación ultrasonográfica a los 150 días postparto. Los datos se analizaron a través de análisis de varianza para

ABSTRACT

To study the suckling effect of one vs. two lambs on postpartum ovarian activity, data from 29 lactating crossbred West African ewes with two or more parturitions, were divided in two groups: ewes that suckled one lamb (1C; n=18), and ewes that suckled two lambs (2C; n=11). Body weight was measured at lambing and every two weeks during 90 days postpartum. Visual detection of estrus was performed daily, and plasma progesterone (P_4) concentration was measured during the first 90 days postpartum. Pregnancy diagnosis was based on non return to estrus and was confirmed on day 150 postpartum by ultrasound. Statistical analyses were performed by ANOVA, using general linear and mixed models. There were not differences ($P>0.05$) between groups for the following intervals: lambing to onset of luteal activity (1C=31.6±2.5 vs.

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (Corresponding Author).

modelos lineales generales y modelos mixtos. No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) para los intervalos parto-reinicio de actividad luteal ($1C = 31,6 \pm 2,5$ días vs. $2C = 39,6 \pm 3,2$ días), parto-primer celo ($1C = 47,6 \pm 2,3$ días vs. $2C = 47,7 \pm 2,9$ días) y parto-concepción ($1C = 50,7 \pm 2,6$ días vs. $2C = 49,6 \pm 3,4$ días). Tampoco hubo diferencias ($P > 0,05$) en la concentración diaria de P_4 en plasma a los 53 días ($1C = 1,1 \pm 0,1$ vs. $2C = 0,8 \pm 0,1$ ng/mL). Sin embargo, se obtuvo un incremento sostenido, de los niveles de $P_4 > 1$ ng/mL en el grupo 1C, a partir del día 25; mientras este nivel solo fue logrado por el grupo 2C a partir del día 39. La P_4 acumulada durante los primeros 53 días postparto fue mayor ($P < 0,001$) en las ovejas del grupo 1C (18,8 ng/mL) que en las ovejas del grupo 2C (14,1 ng/mL). Los resultados permiten suponer que el número de corderos ejerce un efecto supresor sobre la producción de P_4 durante el postparto y, por lo tanto sobre el reinicio de la actividad luteal, en ovejas West African bajo condiciones tropicales, no siendo así para los intervalos parto primer celo y parto concepción.

(Palabras clave: Amamantamiento, actividad ovárica, oveja, postparto, progesterona.)

INTRODUCCIÓN

En mamíferos, el amamantamiento durante el puerperio tiende a retardar el reinicio de la actividad cíclica ovárica y por lo tanto el inicio de una nueva gestación (Hammond, 1961). En la especie ovina, especialmente en razas originadas en zonas de clima templado, este efecto supresor del amamantamiento prolonga la duración del anestro postparto en aque-

los animales que tienen su parto al inicio de la estación reproductiva; sin embargo, el anestro estacional (producido por cambios de fotoperíodo) frecuentemente enmascara el mencionado efecto cuando las ovejas inician su período postparto a finales de la estación reproductiva (Hunter, 1968). En contraste, en las ovejas tropicales de pelo, que se caracterizan por ser poliéstricas continuas, el efecto del amamantamiento durante el postparto no es

(Key words: Suckling, ovarian activity, ewes, postpartum, progesterone.)

los animales que tienen su parto al inicio de la estación reproductiva; sin embargo, el anestro estacional (producido por cambios de fotoperíodo) frecuentemente enmascara el mencionado efecto cuando las ovejas inician su período postparto a finales de la estación reproductiva (Hunter, 1968). En contraste, en las ovejas tropicales de pelo, que se caracterizan por ser poliéstricas continuas, el efecto del amamantamiento durante el postparto no es

enmascarado por dicho anestro estacional (Valencia *et al.*, 1990; Galina, *et al.*, 1996). Sin embargo, a pesar de que se han llevado a cabo estudios para comprender los eventos relacionados con el período postparto en estas razas de origen tropical (González y Perozo, 1983; Mbayahaga *et al.*, 1998) todavía faltan estudios que definan con precisión los eventos que relacionan el efecto del amamantamiento sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto. Dada la importancia que tienen las ovejas tropicales de pelo como fuente de proteína de origen animal de muy bajo costo en los países tropicales (Fitzhugh y Bradford, 1983), el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto que tiene el número de crías sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto en ovejas tropicales de la raza West African.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos se tomaron de los registros del Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara (CIAE-LARA), adscrito al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), situado en el municipio autónomo Iribarren del estado Lara, geográficamente localizado a 10°9' latitud norte y 69°18' longitud oeste, a una altitud de 580 m.s.n.m., y ubicado en la zona de vida denominada monte espinoso premontano.

Los datos corresponden a los registros reproductivos de 29 ovejas adultas de alto mestizaje West African con dos o más partos. Una vez organizados los datos, los animales fueron divididos en: (1) un grupo conformado por ovejas que amamantaron un cordero (1C; n = 18), por un período de 90 días y (2) otro grupo conformado por ovejas que amamantaron dos corderos (2C; n = 11), durante el mismo

período. Los machos utilizados para el servicio (n = 2) fueron evaluados andrológicamente, para comprobar su potencial reproductivo. Asimismo, estos carneros fueron provistos de arneses marcaadores para ayudar a la detección visual del celo, la cual se llevó a cabo diariamente, desde las 8:00 hasta las 9:00 horas, durante los primeros 90 días del período postparto. Los animales se mantuvieron confinados, recibiendo una alimentación a base de 500 g/animal/día de un concentrado comercial con 17% de proteína cruda y una ración de fibra henificada compuesta por pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) y pasto estrella (*Cynodon plectostachyum*), suministrada *ad libitum* con el fin de controlar el efecto de la estación climática (lluvia y sequía), sobre las variaciones en la oferta y calidad del forraje ofrecido.

Se obtuvieron datos relacionados con concentraciones de P_4 , en plasma, durante los primeros 90 días del postparto, los cuales se generaron de muestras tomadas el día del parto (día 0), los días 2 y 4 postparto, y luego dos veces a la semana (con un intervalo de tres y cuatro días), para ser cuantificadas por radioinmunoanálisis usando los kits DPC (AIEA/FAO). La sensibilidad de la prueba fue de 71 pg/mL y los coeficientes de variación intra e interensayo fueron de 7,8% y 5,2%, respectivamente.

Los datos de peso corporal (PC) provinieron de registros tomados el día del parto y posteriormente cada 15 días durante los primeros 90 días postparto con la finalidad de determinar las variaciones de peso en cada grupo de ovejas.

Análisis Estadísticos

Los datos de las variables: (a) intervalo parto-primer estro (IPE), (b) intervalo parto-reinicio de la actividad luteal (IPL) y (c) intervalo parto-concepción

(IPC), todas expresadas en días, se analizaron mediante análisis de la varianza (ANAVAR), utilizando el procedimiento de modelos lineales generales del programa estadístico SAS (SAS, 2000). El modelo estadístico utilizado incluyó solo el efecto de número de corderos lactando por oveja. En análisis preliminares se determinó que no hubo diferencias estadísticas de peso corporal ($P > 0,05$; Tabla 1) entre los grupos estudiados, durante los primeros 60 días postparto, por lo que el efecto de este factor fue excluido de los análisis finales.

Las concentraciones diarias de progesterona (P_4 /día) se evaluaron durante los primeros 53 días postparto, período durante el cual concibieron todas las ovejas. Para el análisis de esta variable se utilizó análisis de varianza aplicando el procedimiento de modelos mixtos del programa estadístico SAS (SAS, 2000). El modelo incluyó los efectos de número de corderos amamantados por oveja, día del período postparto y la interacción número de corderos amamantados por oveja por día del período postparto como efectos fijos, y como efecto aleatorio oveja anidada dentro del número de corderos amamantados y el residual. Cabe destacar que el cuadrado medio del efecto de oveja anidada dentro del número de corderos amamantados por oveja fue utilizado como término del error para probar el efecto del número de corderos. Igualmente, la P_4 acumulada (P_4AC) se analizó mediante modelos mixtos y el método de estimación de máxima verosimilitud (ML) del procedimiento *Mixed* (Littell et al., 1996; Littell et al., 1998) del paquete estadístico SAS (SAS, 2000), utilizando el mismo modelo estadístico usado para el análisis de P_4 diaria; con la diferencia que el día del período postparto fue usado como covariable. En este caso se aplicaron dos modelos, uno que incluyó el efecto de la

interacción día por número de corderos lactando por oveja, mientras que el otro omitió este efecto. Ello permitió la aplicación de una prueba de cocientes de máxima verosimilitud (Littell et al., 1996), para evaluar si existían diferencias estadísticas. Es decir, si el modelo permitía identificar diferencias entre una curva de regresión para cada grupo (1 y 2 corderos lactando por oveja) y una curva de regresión común para ambos grupos. Al igual que en el análisis anterior, el cuadrado medio de oveja anidada dentro del número de corderos lactando por oveja fue utilizado como término del error para probar el efecto del número de corderos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IPL obtenido para cada grupo de ovejas ($1C = 31,6 \pm 2,5$ días vs. $2C = 39,6 \pm 3,2$ días; Tabla 2), presentó una diferencia biológicamente importante ($P = 0,0551$), la cual estuvo en el límite de la significancia estadística, presumiéndose de esta manera, el efecto que ejerce el amamantamiento sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto. Sin embargo, la literatura consultada no ha sido concluyente con relación al efecto que tiene el amamantamiento sobre el reinicio de la actividad ovárica o luteal en la especie ovina. Así, Schirar et al. (1989), estudiaron el efecto del amamantamiento sobre la conducta estral y la ciclicidad ovárica durante el período postparto en ovejas europeas, no detectando efecto alguno, tanto de la presencia de la cría como del tamaño de la camada, sobre el intervalo parto-primera fase luteal. Asimismo, Mbayahaga et al. (1998), quienes estudiaron el efecto de la estación seca sobre la actividad ovárica postparto en ovejas y cabras africanas, no encontraron diferen-

Tabla 1. Promedios ajustados de los pesos corporales (Kg.) durante los primeros 60 días postparto (cada 15 días), en ovejas que amamantaron un cordero *versus* ovejas que amamantaron dos corderos

Grupo Experimental	Peso al parto	Peso 15 días	Peso 30 días	Peso 45 días	Peso 60 días
Ovejas con un Cordero	42,6 ± 1,4	41,2 ± 1,4	40,4 ± 1,4	39,6 ± 1,4	39,6 ± 1,3
Ovejas con dos Corderos	40,3 ± 1,8	39,8 ± 1,8	38,5 ± 1,7	38,7 ± 1,8	38,7 ± 1,6
Promedio	41,7 ± 1,1	40,7 ± 1,1	39,7 ± 1,1	39,3 ± 1,1	39,1 ± 1,0

Tabla 2. Promedios ajustados de la duración los intervalos (días): parto-reinicio de actividad luteal (IPL), parto-primero estro (IPE) y parto-concepción (IPC) en ovejas que amamantaron un cordero *versus* ovejas que amamantaron dos corderos

Grupo Experimental	IPL	IPE	IPC
Ovejas con un Cordero	31,6 ± 2,5 ^a	47,6 ± 2,3	50,7 ± 2,6
Ovejas con dos Corderos	39,6 ± 3,2 ^b	47,7 ± 2,9	49,6 ± 3,4
Promedio	34,7 ± 2,0	47,7 ± 1,8	50,3 ± 2,0

Columnas con superíndices diferentes difieren (P>0,05)

ciencias estadísticas como consecuencia del efecto del tamaño de la camada sobre la duración del período parto-reinicio de la actividad ovárica, en ambas especies. Sin embargo, señalan una diferencia numérica entre las cabras que amamantaron dos cabritos, y aquellas que amamantaron un solo cabrito, siendo mayor el intervalo parto-reinicio de la actividad ovárica en estas últimas (Mbayahaga *et al.*, 1998).

Sin embargo, en el caso de otros ruminantes como el bovino, se ha reportado ampliamente el efecto que tiene el amamantamiento sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto (Yavas y Walton, 2000). Estos autores señalan que poco después del parto ocurre una liberación de FSH, con la consecuente formación de

un folículo de pequeño tamaño, el cual tiene una menor secreción de 17β-estradiol y no llega a ovular. Por lo tanto, la falla en la ovulación de estos folículos se debe a una falla en la liberación de LH, como consecuencia de la disminución de los niveles de esta hormona a nivel de la hipófisis (siendo esta fase no dependiente del amamantamiento) y por acción de los péptidos opioides endógenos, tal como las β-endorfinas, las cuales actúan como mediadores en la inhibición de la liberación de GnRH (fase no dependiente del amamantamiento), lo cual produce una prolongación del anestro postparto tanto en ovinos como en bovinos (Gordon *et al.*, 1987; Nett, 1987; Yavas y Walton, 2000).

Una vez que son restablecidos los niveles de LH a nivel de la hipófisis, los pulsos de GnRH que generan la descarga de esta hormona son suprimidos por los niveles de 17β -estradiol, proveniente de esos folículos en crecimiento, siendo este efecto mediado por la percepción de la presencia de la cría a nivel inguinal durante el amamantamiento. Esto se ha demostrado a través de experimentos, en los cuales se ha hecho la remoción de la glándula mamaria y del becerro, observándose el acortamiento del anestro postparto, cuando se compara con vacas que no fueron mastectomizadas y que estuvieron amamantando sus crías (Short et al., 1972; Viker et al., 1989; 1993; Stevenson et al., 1997). Sin embargo, los trabajos de Short et al. (1972) y Williams et al. (1993), señalan que vacas que amamantaron becerros con ubres insensibilizadas, tuvieron un intervalo parto-primero celo, similar a aquellas que amamantaron su cría con una ubre intacta, sugiriendo de esta forma que el estímulo sensorial no retarda el período postparto. Todo esto conduce a pensar que la presencia de la cría y su identificación por parte de la madre (ya sea a través del sistema visual u olfativo) es uno de los factores que contribuyen en el retardo del intervalo parto-primera ovulación (Baldwin y Shillito, 1974; Walters et al., 1982; López-Barbella et al., 1990; Silveira et al., 1993; Griffith y Williams, 1996; Stevenson et al., 1997).

En relación al IPE, esta variable no mostró diferencias estadísticas entre ambos grupos, siendo de $47,6 \pm 2,3$ días y de $47,7 \pm 2,9$ días para los grupos 1C y 2C, respectivamente (Tabla 2). El valor promedio de ambos grupos ($47,7 \pm 1,8$ días) coincide con los de González-Reyna et al. (1987), en ovejas West African que pastorearon en potreros con buena disponibilidad de pastos, pero difieren ligeramente de los obtenidos por López-Barbella

et al. (1990), en ovejas sometidas a amamantamiento continuo, durante 70 días postparto. En cuanto a la evaluación de cada uno de los grupos, los resultados obtenidos coinciden con los trabajos de Schirar et al. (1989), en ovejas europeas y de Mbayahaga et al. (1998), en ovejas y cabras africanas, quienes no encontraron efecto del tamaño de la camada sobre la duración de este intervalo. Sin embargo, Mbayahaga et al. (1998), reportaron, al igual que para IPL, una diferencia numérica considerable en el IPE en cabras que amamantaron un cabrito en comparación con las que amamantaron dos cabritos.

Por otro lado, a diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio y a los citados anteriormente, en Venezuela González y Perozo (1983), encontraron efecto significativo del número de crías sobre el IPE, entre dos grupos de ovejas West African: un grupo conformado por las que no amamantaron corderos y amamantaron un cordero, y otro grupo de ovejas que amamantaron dos y tres corderos durante el postparto, afirmando de esta manera que el tamaño de la camada, y probablemente el aumento de la frecuencia del amamantamiento alarga el intervalo parto primer-estro o primera ovulación. Esto ha sido sugerido en estudios con vacas sometidas a amamantamiento tradicional y que crían dos becerros, vacas sometidas a amamantamiento restringido, así como vacas que amamantan un solo becerro (Wettemann et al., 1978; Stevenson et al., 1997; Bastidas et al., 1999).

El IPC no fue diferente estadísticamente entre grupos: $50,7 \pm 2,6$ días para el grupo que amamantó un cordero y $49,6 \pm 3,4$ días para el grupo que amamantó dos corderos (Tabla 2). Este resultado coincide con el de López-Barbella et al. (1990), quienes señalan que no hubo diferencias estadísticas para IPC entre

ovejas sometidas a amamantamiento restringido y continuo (control). Otro aspecto que coincide con estos autores es que los valores de IPC obtenidos son cercanos a los valores de IPE, probablemente debido a que en el presente estudio, hubo problemas en la detección de celos silentes.

Con relación a la concentración diaria promedio de P_4 (ng/mL), no hubo diferencias ($P > 0,05$) entre grupos, tal como puede observarse en la Figura 1. Sin embargo, se observó que el promedio de la concentración de P_4 , durante los primeros 53 días postparto, fue > 1 ng/mL en el grupo de ovejas que amamantaron un solo cordero ($1,1 \pm 0,1$ ng/mL), cuando se compara con el grupo que amamantó dos corderos ($0,8 \pm 0,1$ ng/mL). Asimismo, y tal como se aprecia en la Figura 2, las ovejas que amamantaron un cordero tuvieron un aumento mantenido de P_4 (por encima de 1 ng/mL) a partir del día 25 postparto, indicando un reinicio más temprano de la actividad ovárica en comparación con el grupo que amamantó dos corderos ($P < 0,05$). Por el contrario, en este último grupo, los niveles de P_4 permanecieron por debajo de 1 ng/mL hasta los 39 días postparto, indicando que el inicio de la actividad ovárica, en términos de producción de P_4 , fue más tardía ($P < 0,05$) que en el grupo que amamantó un solo cordero.

Por último, los niveles de P_4AC hasta los 53 días postparto fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,001$) entre ambos grupos (Figura 3), observándose que el grupo de ovejas que amamantaron un cordero produjo mayor cantidad de P_4 (18,8 ng/mL) durante este período, que las ovejas que amamantaron dos corderos (14,1 ng/mL), ya que las primeras reiniciaron su actividad luteal más temprano (Figura 2).

Los resultados de P_4 respaldan el hecho que una disminución del efecto del

amamantamiento, como consecuencia de una baja frecuencia de mamado, tal como sucedió en el grupo de ovejas que amamantaron un solo cordero, permite el reinicio de la actividad ovárica más temprano, cuando se compara con aquellas que amamantaron dos corderos, lo cual trae como consecuencia una mayor producción de P_4 a lo largo del período postparto, y por lo tanto una mayor P_4AC . Estos resultados, coinciden con los de Bastidas *et al.* (1999), quienes reportaron que vacas Brahman sometidas a amamantamiento restringido (dos veces por día) tuvieron concentraciones promedio de P_4 diaria y acumulada, superiores a aquellas que estuvieron sometidas al amamantamiento continuo o tradicional, confirmando el efecto que tiene el amamantamiento sobre el reinicio de la actividad cíclica, lo cual se traduce en largos intervalos parto-primer celo y parto-concepción.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, señalan que las ovejas que amamantaron dos corderos tendieron a reiniciar la actividad ovárica (en términos de actividad luteal) más tardíamente que aquellas que amamantaron un solo cordero, lo que se evidenció a través de concentraciones de P_4 en plasma, más altas en este último grupo, lo que trajo como consecuencia que también los niveles de P_4 acumulada obtenidos fueran más altos. Sin embargo, el efecto de amamantamiento no afectó la duración del intervalo parto-primer celo y parto-concepción.

Asimismo, para recabar información más completa sobre este tópico se recomienda para próximos estudios, tener un número balanceado de animales por cada grupo experimental, así como llevar a cabo estudios ultrasonográficos para evidenciar

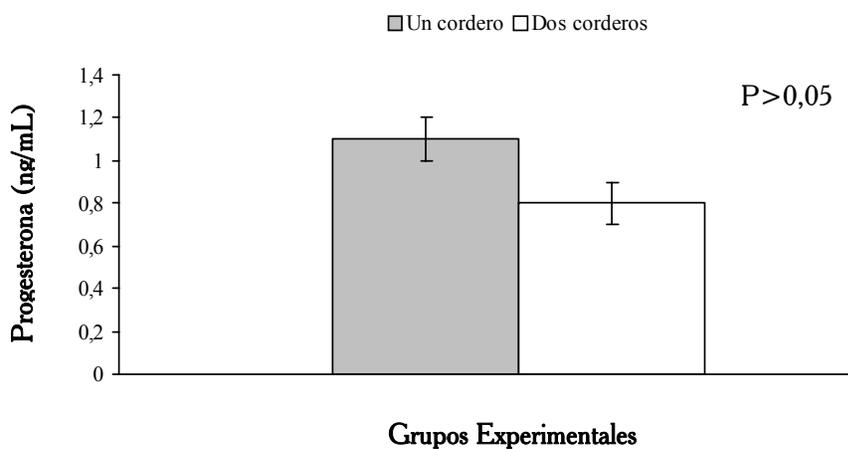


Figura 1. Niveles promedio de progesterona (ng/mL) durante el período postparto (primeros 53 días) en ovejas que estuvieron amamantando uno y dos corderos

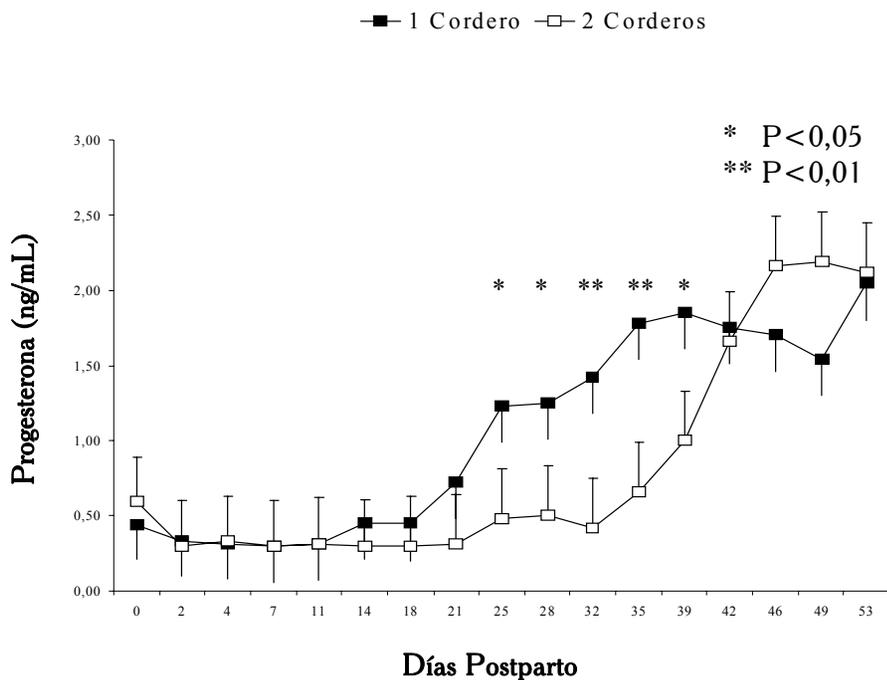


Figura 2. Niveles diarios promedio de progesterona (ng/mL) durante los primeros 53 días postparto en ovejas que estuvieron amamantando uno y dos corderos

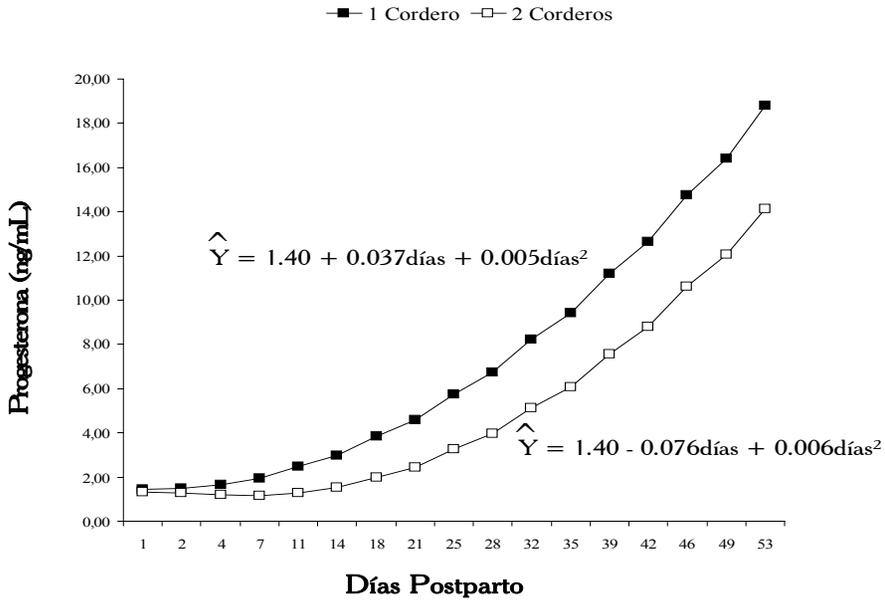


Figura 3. Niveles de progesterona acumulada (ng/mL) durante los primeros 53 días postparto en ovejas que estuvieron amamantando uno y dos corderos

los cambios de las diferentes estructuras ováricas durante el mencionado período en pequeños rumiantes, para correlacionar con las concentraciones hormonales respectivas.

REFERENCIAS

- Baldwin, B.A. and Shillito, E.E. 1974. The effects of ablation of the olfactory bulbs on parturition and maternal behavior on Soay sheep. *Anim. Behav.*, 22: 220-223.
- Bastidas, P.; Díaz, T. y Reyes, M. 1999. Actividad estrual y luteal en vacas Brahman sometidas a restricción del mamado. *Rev Fac Cs Vet-UCV.*, 40: 77-88.
- Fitzhugh, H.A. and Bradford, G.E. 1983. Hair sheep of western Africa and the Americas: A genetic resource for the tropics. West View Press, Boulder, CO.
- Galina, M.A.; Morales, R.; Silva, E. and López, B. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in Mexico. *Small Rumin. Res.*, 22: 31-37.
- González-Reyna, A.; Murphy, B.D., De Alba, J. and Manns, J.G. 1987. Endocrinology of the postpartum period in the Pelibuey ewe. *J. Anim. Sci.*, 64: 1717-1724.
- González, C. y Perozo, F. 1983. Efecto del estado productivo y crías lactantes sobre la eficiencia reproductiva y la productividad numérica en ovejas tropicales. *Memorias Asoc. Latin. Prod. Anim.*, 18(Abstr): 136-137.
- Gordon, K.; Renfree, M.B.; Short, R.V. and Clarke, I.J. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentrations of beta-endorphin during suckling in the ewe. *J. Reprod. Fertil.*, 79: 397-408.
- Griffith, M.K. and Williams, G.L. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. *Biol. Reprod.*, 4: 761-768.

- Hammond, J. 1961. Fertility. In: Marshall's Physiology of Reproduction, A.S. Parkes, Longmans, London.
- Hunter, G.L. 1968. Increasing the frequency of pregnancy in sheep. *Anim. Breed. Abst.*, 36: 347-378.
- Littell, R.C.; Milliken, G.A.; Stroup, W.W. and Wolfinger, R.D. 1996. SAS System for mixed models. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Littell, R.C.; Henry, P.R. and Ammerman, C.B. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.*, 76: 1216-1231.
- López-Barbella, S.F.; Martínez-Gullén, N.D.; De Combellas, J. and Rondón-Morales, Z. 1990. Effect of restricted suckling upon post-partum reproductive activity in sheep. In: *Livestock Reproduction in Latin America*, FAO-IAEA-ARCAL, Vienna, pp. 351-362.
- Mbayahaga, J.; Mandiki, S.N.M.; Bister, J.L. and Paquay, R. 1998. Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. *Anim. Reprod. Sci.*, 51: 289-300.
- Nett, T.M. 1987. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil.*, 34 (Suppl.): 201-213.
- Schirar, A., Cognie, Y.; Louault, F., Poulin, N.; Lévasseur, M.C. and Martinet, J. 1989. Resumption of oestrous behaviour and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. *J. Reprod. Fertil.*, 87: 789-794.
- Short, R.E.; Belows, R.A.; Moody, E.L. and Howland, B.E. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.*, 34: 70-74.
- Short, R.E.; Staigmiller, R.B.; Baber, J.K.; Carr, J.B. and Bellows, R.A. 1976. Effects of mammary denervation in the postpartum cows. *J. Anim. Sci.*, 43(Abstr): 304.
- Silveira, P.A.; Spoon, R. A.; Ryan, D. P. and Williams, G. L. 1993. Evidence for maternal behavior as a requisite link in suckling-mediated anovulation in cows. *Biol. Reprod.*, 49: 1338-1346.
- Stevenson, J.S.; Lamb, G.H.; Hoffmann, D.P. and Minton, J.E. 1997. Interrelationship of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. *Livest. Prod. Sci.*, 50: 57-74.
- Valencia, J.; González, A. and López, S.F. 1990. Hair sheep in México and Venezuela: Reproduction in pelibuey and west african sheep. In: *Livestock Reproduction in Latin America*, FAO-IAEA-ARCAL, Vienna, pp. 299-320.
- Viker, S.D.; McGuire, W.J.; Wright, J.M.; Beeman, K.B. and Kiracofe, G.H. 1989. Cow-calf association delays postpartum ovulation in mastectomized cows. *J. Dairy Sci.*, 71:1063-1072.
- Viker, S.D.; Larson, R.L.; Kiracofe, G.H.; Stewart, E. and Stevenson, J.S. 1993. Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows requires tactile stimulation by calf. *J. Anim. Sci.*, 71: 999-1003.
- SAS, 2000. SAS Guía del Usuario: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Walters, D.L.; Kaltenbach, C.C.; Dunn, T.G. and Short, R.E. 1982. Pituitary and ovarian function in postpartum cows: II. Effect suckling on serum and follicular fluid hormones and follicular gonadotropin receptors. *Biol. Reprod.*, 26: 640-646.
- Wettemann, R.P.; Turman, E.J.; Wyatt, R.D. y Totusek, R. 1978. Influence of suckling intensity on reproductive performance of range cows. *J. Anim. Sci.*, 47: 342-346.
- Williams, G.L.; McVey, W.R.Jr. and Hunter, J.F. 1993. Mammary somasensory pathways are not required for suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion and delay of ovulation in cows. *Biol. Reprod.*, 49: 1328-1337.
- Yavas, Y. and Walton, J.S. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review *Theriogenology*, 54: 25-55.