

La introducción de un macho al día tres del ciclo estral modifica las características de las oleadas foliculares en las cabras cíclicas

Buck introduction at day three of the oestrous cycle modify the characteristics of follicular waves in cyclic goats

José Alfredo Flores, Juan Carlos López, Horacio Hernández, Gerardo Duarte, José Alberto Delgadillo

E-mail: flores_cabrera@yahoo.com.mx

Centro de Investigación en Reproducción Caprina, (CIRCA), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe. CP 27054, Torreón Coah., México.

Abstract

This study was carried out to determine if the introduction of a male at day three of the oestrous cycle modify the characteristics of the follicular waves and the duration of the interovulatory cycle in cyclic Creole goats. During the season breeding (October), 17 sexually mature goats were synchronized with two doses of PGF2 seven days apart. In a group (G3; n=8) of females a buck was introduced at day three of oestrous cycle. The other group (Control; n=7) of females had no contact with any male during all the study. The interovulatory interval and the characteristics of the follicular waves were determined in the two groups. In the Group Control, 11.1 % (1/9) of the females registered three waves, 77.8 % (7/9) registered four waves and 11.1 % (1/9) registered five waves. In the G3 group, 62.5 % (5/8) of the goats registered three follicular waves and 37.5 % (3/8) four waves. The mean duration of the follicular waves was more length in the females of G3 group (P 0.05) that Control group. In all the females of the G3 group, the first follicular was more length (P<0.05). We conclude that the introduction of a male a day three of the oestrous cycle modify the characteristics of the follicular waves, however, does not modify the duration of the interovulatory cycle.

Key words: goats, follicle, follicular wave, Interovulatory interval

Resumen

El presente estudio se realizó para determinar si la introducción de un macho al día tres del ciclo estral modifica las características de las oleadas foliculares y la duración del ciclo interovulatorio en las cabras Criollas cíclicas. Para ello, durante la estación sexual natural (octubre), 17 hembras multíparas fueron sincronizadas con dos dosis de prostaglandinas a intervalo de siete días. Un grupo (Control; n=9) de hembras no tuvo contacto con ningún macho durante todo el estudio. En el otro grupo (G3; n=8), la introducción del macho se realizó al día tres del ciclo estral. En los dos grupos se registró la duración del intervalo interovulatorio, así como el desarrollo folicular durante

un ciclo interovulatorio. En el Grupo Control, el 11.1 % (1/9) de las hembras registró tres oleadas, el 77.8 % (7/9) registró cuatro oleadas y el 11.1 % (1/9) registró cinco oleadas. En el G3, el 62.5 % (5/8) de las cabras registraron tres oleadas foliculares y el 37.5 % (3/8) cuatro oleadas. La duración promedio de las oleadas foliculares fue mayor en las hembras del G3 ($P \leq 0.05$) que en las hembras del Grupo Control. En todas las hembras del G3, la primer oleada folicular fue la de mayor duración ($P < 0.05$). Se concluye que la introducción de un macho al día tres del ciclo estral modifica las características de las oleadas foliculares, sin embargo, no modifica la duración del ciclo interovulatorio.

Palabras clave: cabras, folículo, oleada folicular, intervalo interovulatorio

Introducción

El ciclo estral es una secuencia de cambios endocrinos, anatómicos y de comportamiento que suceden entre el inicio de un estro y el inicio de siguiente estro. En las cabras el ciclo estral tiene una duración promedio de 21 d (Camp *et al.*, 1983) y en la oveja de 16 d. Estos eventos están regulados por el hipotálamo, la hipófisis, el folículo ovárico, el cuerpo lúteo y el útero a través de sus secreciones (Goodman, 1994). El uso de ultrasonografía transrectal ha permitido comprender más claramente el desarrollo folicular durante un ciclo estral (Ginther y Kot, 1994). Durante un ciclo estral el crecimiento folicular ocurre en forma de oleadas de desarrollo (de Castro *et al.*, 1999), caracterizadas por el crecimiento de una cohorte de folículos, en donde uno o más de ellos continúa creciendo y se hace dominante, mientras que los demás sufren atresia (Evans, 2003). En las cabras el número de oleadas foliculares que se presentan durante un ciclo estral de duración normal, varía de dos a cinco (Medan *et al.*, 2003), mientras que en ovejas este número varía de dos a cuatro oleadas (Evans, 2003).

En ovejas y cabras, las interacciones sociosexuales pueden modificar su ritmo anual de reproducción (Rosa y Bryant, 2002; Álvarez y Zarco, 2001). Por ejemplo, la presencia continua de carneros (O'Callaghan *et al.*, 1994; Lassoued *et al.*, 2004) o de machos cabríos (Ott *et al.*, 1980) en un rebaño de hembras incrementa la duración de la estación sexual de éstas en dos o tres ciclos estrales más. Por otro lado, existen reportes de que la introducción de machos en un grupo de hembras anovulatorias logra inducir la actividad sexual de las hembras. Este fenómeno se conoce como efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2006). La respuesta estral y ovárica de las hembras anéstricas expuestas a los machos está bien documentada, sin embargo no existen estudios claros que describan cual es la respuesta de las cabras cíclicas expuestas a machos durante la estación sexual. Por ello, en este estudio se investigó la respuesta de las cabras cíclicas a la introducción de un macho al día tres del ciclo estral.

Metodología Experimental

Ubicación del estudio

Este estudio se realizó del 1 de septiembre al 4 de diciembre de 2005 en el Ejido Benito Juárez, sección 6, localizada en el kilómetro 3 de la carretera a la Cueva del Tabaco, en Matamoros, Coah., México (26° N).

Animales experimentales

Se utilizó un macho cabrío Criollo de aproximadamente cuatro años de edad. Además, se utilizaron 17 hembras multíparas sexualmente cíclicas. Estas hembras se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo, salían al campo a pastorear de las 10:00 h a las 19:00 h. Las hembras se estabularon 10 d antes de iniciar los tratamientos (18 de septiembre) y a partir de ese momento fueron alimentadas con 1.5 kg de heno de alfalfa y 250 g de concentrado comercial (14 % de proteína cruda) por día y por animal, el agua y las sales minerales en bloque fueron proporcionadas a libre acceso.

Antes de iniciar el estudio se determinó la ciclicidad de los hembras mediante ultrasonografía transrectal utilizando para ello un Scanner modo-B (Aloka SSD 550, Tokio, Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. Se llevaron a cabo dos ecografías a intervalos de ocho días. El criterio para determinar si una hembra estaba cíclica, fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo (CL) en sus ovarios (de Castro *et al.*, 1999; Orita *et al.*, 2000; Simões *et al.*, 2005). Todas las hembras utilizadas en el estudio (n=17) fueron diagnosticadas como cíclicas.

Sincronización de la actividad sexual de las hembras

La actividad sexual de las hembras de los dos grupos fueron sincronizadas mediante la aplicación de de dos dosis de prostaglandinas (PgF₂α) a intervalo de 7 días (Menchaca *et al.*, 2004). La dosis utilizada fue de 75 µg cada una. Posteriormente, las hembras se dividieron en dos grupos homogéneos en cuanto a su condición corporal y la producción láctea.

Introducción del macho

El 29 de octubre de 2005 a las 11:00 AM, un macho fue puesto en contacto con el grupo de cabras (G3; n=8), las cuales tenían tres días de haber ovulado. El otro grupo de cabras (Testigo; n=8) estuvieron aisladas durante todo el estudio y no tuvieron contacto con ningún macho.

VARIABLES DETERMINADAS

Duración del ciclo interovulatorio. Para esta variable, se consideraron los días desde la ovulación sincronizada por PGF2 α hasta la ovulación espontánea con la presencia (G3) o no de machos (Control).

Desarrollo folicular. Para determinar el desarrollo folicular en todas las hembras de los dos grupos se registró diariamente mediante ultrasonografía transrectal el número y la posición en el ovario de todos los folículos mayores o iguales a 3 mm. De igual modo, se registró la posición, el diámetro y las características de los cuerpos lúteos. Una oleada folicular se definió como el crecimiento de uno o más folículos antrales a partir de 3 mm hasta 5 o más antes de que ocurriera la regresión. El día de una oleada folicular fue identificado como el primer día sobre el cual uno o más folículos fueron medidos con un diámetro de 3 mm. La tasa de crecimiento de los folículos se determinó como la cantidad en mm de crecimiento por día que tiene un folículo en forma individual. Para la observación de la actividad ovárica se utilizó un Scanner modo-B (Aloka SSD 550, Tokio, Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz, según la técnica descrita por Ginther y Kot, (1994) con la modificación de no evacuar las heces.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

La duración promedio del ciclo interovulatorio de los dos grupos fue comparada mediante una *t* de Student. Los valores promedios de las características de las oleadas foliculares fueron analizados mediante una prueba *t* de Student independiente.

Resultados y Discusión

Duración del ciclo interovulatorio

En el Grupo Control la duración del ciclo interovulatorio fue de 20.1 ± 0.4 d, mientras que para el Grupo G3 esta duración fue 20.0 ± 0.6 d. No se encontró diferencia estadística significativa en la duración del ciclo entre los dos grupos de cabras ($P > 0.05$).

Número de oleadas foliculares

En el Grupo Control, el 11.1 % (1/9) de las hembras registraron tres oleadas foliculares, la mayoría (77.8 %; 7/9) registraron cuatro oleadas foliculares y el 11.1 % (1/9) registró cinco oleadas. En el grupo G3, el 62 % (5/8) tuvieron tres oleadas y el 37.5 % (3/5) tuvieron cuatro oleadas, no se registraron hembras que presentaran cinco oleadas.

Duración de las oleadas foliculares

En la comparación entre los dos grupos, el análisis estadístico reveló un efecto de la introducción del macho sobre la duración de las oleadas foliculares ($P \leq 0.05$). De manera general, la duración de las oleadas foliculares de las cabras del grupo G3 fue mayor que en las hembras del Grupo Control ($P < 0.05$).

La duración promedio (\pm EEM) de las oleadas foliculares en los dos grupos de hembras se muestra en el Cuadro 1. En las hembras que presentaron tres oleadas no existió diferencia en la duración ($P \geq 0.05$) de las mismas. Tampoco existió diferencia en la duración de las oleadas en las hembras que registraron cuatro oleadas ($P \geq 0.05$). Por el contrario, en las cabras cuyo ciclo interovulatorio registró cinco oleadas foliculares, la duración de éstas fue menor ($P \leq 0.05$), que en las cabras con tres y cuatro oleadas. En el grupo G3, la duración de las oleadas foliculares fue diferente ($P \leq 0.05$), sin importar si presentaron tres o cuatro oleadas. En todas las hembras de este grupo, la oleada uno fue la de mayor duración ($P < 0.05$)

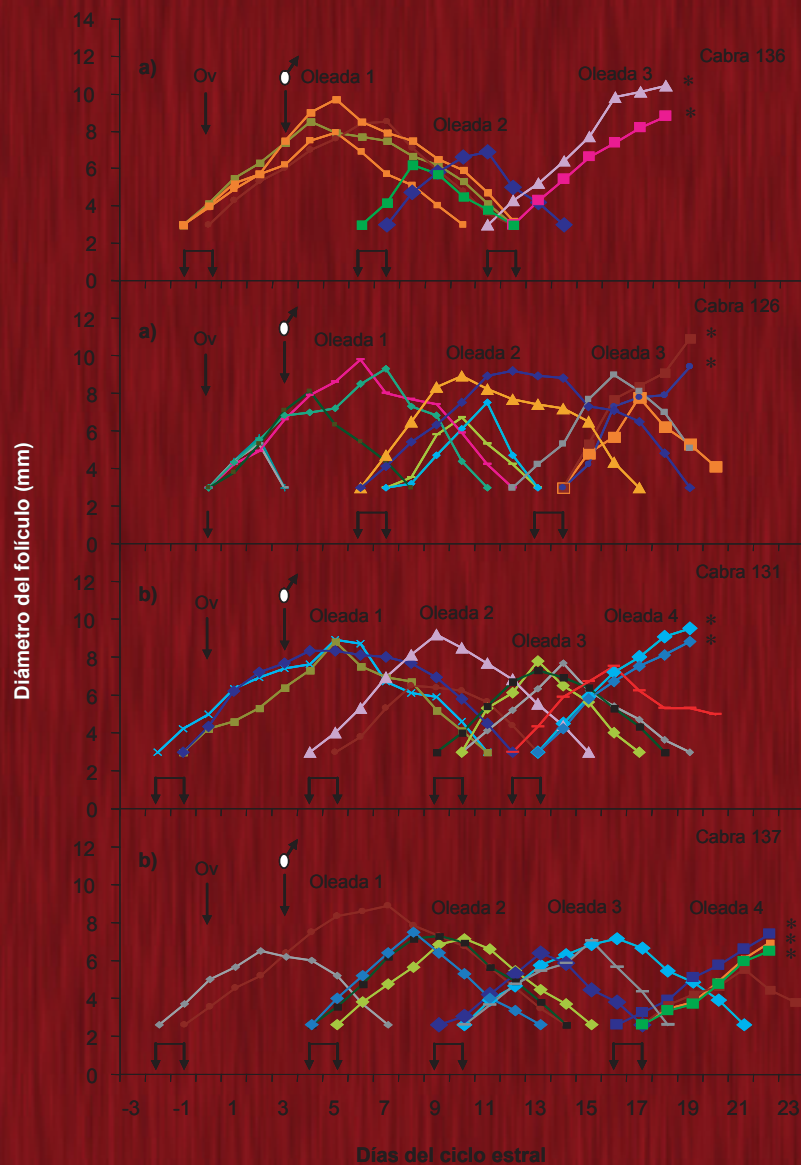


Figura 1. Patrón representativo de crecimiento y regresión de folículos durante un ciclo estral completo en cabras cíclicas sin la introducción del macho. Hembras con a) tres, b) cuatro y c) cinco oleadas de desarrollo folicular. Las flechas indican la emergencia de oleadas, la flecha con Ov en la parte superior indica la ovulación. → = folículo ovulatorio.

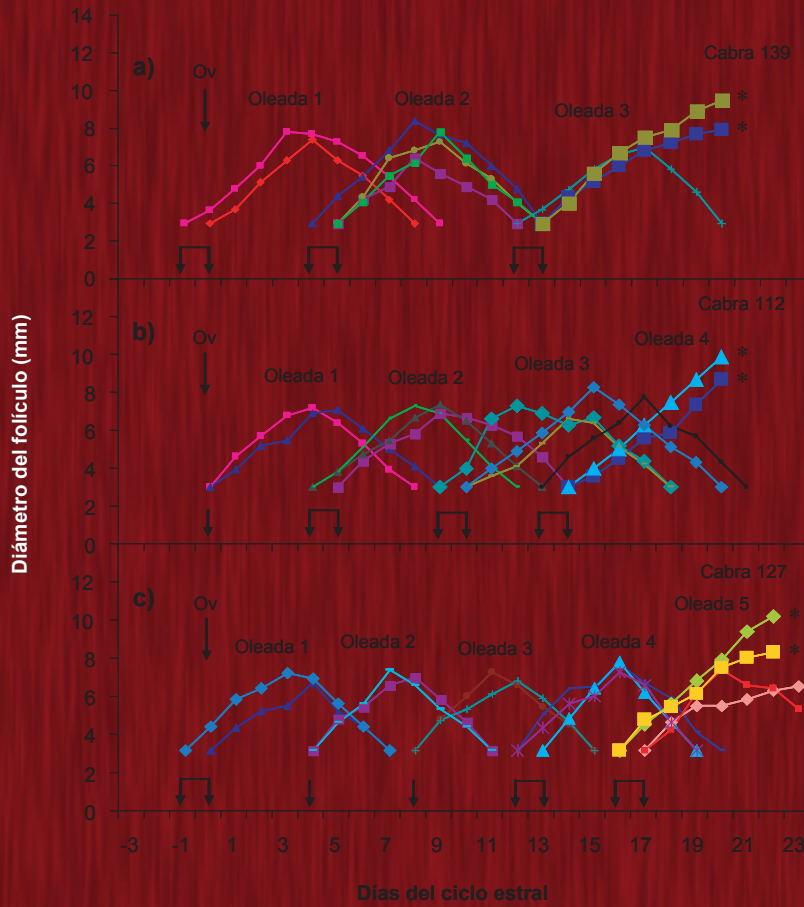


Figura 2. Patrón representativo de crecimiento y regresión de folículos durante un ciclo estral en cabras cíclicas las cuales tuvieron contacto con un macho a partir del día tres del ciclo estral. Hembras con a) tres y b) cuatro oleadas de desarrollo folicular. Las flechas indican la emergencia de oleadas, la flecha con Ov en la parte superior indica ovulación. La flecha con signo de macho indica día de introducción de macho. → = oleada ovulatoria.

Cuadro 1. Duración promedio (\leftarrow EEM) y día de la emergencia de las oleadas foliculares en cabras Criollas cíclicas de la Comarca Lagunera de los dos grupos experimentales, a) Cabras sin contacto con macho; b) Cabras en contacto con un macho a partir del día tres del ciclo estral

	Día de emergencia de la oleada folicular	Duración de la oleada (días)
a) Cabras sin contacto con macho		
Cabras con tres oleadas		
Oleada 1	1.0 \leftarrow 0.5	10.0 \leftarrow 0.1 ^b
Oleada 2	4.8 \leftarrow 0.3	9.0 \leftarrow 0.4 ^a
Oleada 3	12.7 \leftarrow 0.3	
Cabras con cuatro oleadas		
Oleada 1	0 \leftarrow 0.2	8.8 \leftarrow 0.5 ^a
Oleada 2	3.3 \leftarrow 0.2	9.6 \leftarrow 0.4 ^b
Oleada 3	8.4 \leftarrow 0.2	10.1 \leftarrow 0.3 ^b
Oleada 4	12.4 \leftarrow 0.3	
Cabras con cinco oleadas		
Oleada 1	-1.0 \leftarrow 0.5	8.5 \leftarrow 0.5 ^a
Oleada 2	4.0 \leftarrow 0.0	8.0 \leftarrow 0.0 ^a
Oleada 3	8.0 \leftarrow 0.0	8.0 \leftarrow 0.0 ^a
Oleada 4	12.3 \leftarrow 0.3	8.0 \leftarrow 0.0 ^a
Oleada 5	16.5 \leftarrow 0.3	
b) Cabras con presencia de macho al día tres del ciclo estral		

b) Cabras con presencia de	macho al día tres	del ciclo estral
Cabra con tres oleadas		
Oleada 1	0.0 \leftarrow 0.4	13.1 \leftarrow 0.5 ^d
Oleada 2	6.9 \leftarrow 0.4	10.1 \leftarrow 0.5 ^b
Oleada 3	12.5 \leftarrow 0.3	
Cabra con cuatro oleadas		
Oleada 1	-0.6 \leftarrow 0.4	12.3 \leftarrow 0.6 ^c
Oleada 2	4.1 \leftarrow 0.2	10.8 \leftarrow 0.5 ^b
Oleada 3	9.3 \leftarrow 0.2	9.6 \leftarrow 0.1 ^b
Oleada 4	14.2 \leftarrow 0.3	

Letras distintas (abc) indican diferencia estadística (P \leq 0.05).

Los resultados del presente estudio demuestran que la introducción del macho al día tres del ciclo estral, no tiene efecto sobre la duración del intervalo interovulatorio. Sin embargo, si modifica las características de las oleadas foliculares. En efecto, la duración del intervalo interovulatorio en las cabras, las cuáles se pusieron con contacto con un macho a partir del día tres del ciclo estral fue similar a la reportada para esta especie en otras latitudes (Camp *et al.*, 1983; Llewelyn *et al.*, 1993; Chemineau y Delgadillo, 1993; Orita *et al.*, 2000; Medan *et al.*, 2003). Estos resultados contrastan con los reportados por Chemineau, (1983) quien menciona que la introducción de un macho en un grupo de hembras cíclicas acorta la duración del ciclo estral a través de un efecto luteolítico. De igual modo, nuestros resultados contrastan con el estudio de Skinner *et al.* 2002, quienes mencionan que la introducción de un macho durante la fase luteal del ciclo estral provoca que la fase luteal se prolongue y en consecuencia provoca una sincronización de la ovulación después de dos ciclos estrales. La explicación al efecto sincronizador del macho en hembras cíclicas esta dada por que la introducción del macho eleva los pulsos de LH y esto induce un aporte extra de LH, que tiene a su vez dos consecuencias: 1) a la mitad del ciclo ayuda a que el cuerpo lúteo se fortalezca y como consecuencia tenga una mayor duración el ciclo estral (Baird, 1992; Skinner *et al.*, 2002), 2) puede ser que los niveles de P4 no sean suficientes para bloquear la secreción de LH inducida por la presencia del macho y que la subsiguiente secreción de estrógenos inducida por la LH podría provocar una rápida luteólisis y como consecuencia una ovulación (Chemineau, 1983). Sin embargo, en nuestro estudio no se modificó la duración de la fase luteal ni la duración del ciclo estral. La diferencia de nuestro estudio con las anteriores investigaciones, es que estas, fueron solamente basadas en perfiles hormonales y no tuvieron en cuenta el crecimiento folicular que mostraron las hembras después de la introducción del macho. De esta forma, en nuestro estudio la introducción del macho al día tres del ciclo estral, indujo un crecimiento mayor de los folículos, una mayor duración de la oleada presente al momento de la introducción. Una posible respuesta a este fenómeno este dada por un posible aumento en la secreción de LH, que tuvo un efecto sobre el crecimiento folicular (Ungerfeld *et al.*, 2004). De este modo, el folículo de mayor tamaño correspondió al de la oleada en desarrollo al momento de la introducción. Este resultado es contrario al obtenido en el Grupo Control del presente estudio y al reportado en otras investigaciones, en las cuales el folículo ovulatorio es el de mayor tamaño (Ginter y Kot,

1994; de Castro *et al.*, 1999; Medan *et al.*, 2003). Otra diferencia entre este estudio y los mencionados anteriormente, es el intervalo entre oleadas, siendo mucho mayor en las cabras en contacto con el macho. Una posible explicación sería que el incremento en los niveles de LH pudieron facilitar la dominancia folicular y que esta dominancia halla retrasado el recambio folicular (Fortune *et al.*, 2001) y que a falta de las condiciones ideales (niveles de progesterona) no haya ovulado y que al final sufrieran de apoptosis (Yu *et al.*, 2005).

Conclusiones

Estos resultados nos permiten concluir, que la introducción de un macho al día tres del ciclo estral modifica las características de las oleadas foliculares, sin embargo, no modifica la duración del ciclo estral.

Literatura Citada

- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32: 117-129.
- Baird, D.T. 1992. Luteotropic control of the corpus luteum. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 95-102.
- Camp, J.C., Wildt, D.E., Howard, P.K., Stuart, L.D., Chakraborty, P.K. 1983. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. *Biol. Reprod.* 28: 673-681.
- Chemineau, P. 1983. Effects on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J. Reprod. Fertil.* 67: 65-72.
- Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Rev. Cient. FCV-LUZ.* 3: 113-121.
- De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., Rivero, A. 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterona concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology* 52: 399-411.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutri. Dev.*
- Evans, A.C.O. 2003. Characteristic of ovarian follicle development in domestic animals. *Reprod. Dom. Anim.* 38:240-246.
- Evans, A.C.O., Duffy, P., Crosby, T.F., Hawken, P.A.R., Boland, M.P. Beard, A.P. 2004. Effect of ram exposure at the end of progestagen treatment on estrus synchronisation and fertility during the breeding season in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 84:349-358.
- Fortune, J.E., Rivera, G.M., Evans, A.C.O., Turzillo, A.M. 2001. Differentiation of dominant versus subordinate follicles in cattle. *Biol. Reprod.* 65: 648-654.
- Ginther, O.J., Kot, K. 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology* 42: 987-1001.
- Goodman, R.L. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. En *Physiology of reproduction*. Knobil, E., Neil, J.D. (Eds.). Segunda edición. Raven Press, Ltd. New York. USA.

- Lassoued, N., Naouali, M., Khaldi, G., Rekik, M. 2004. Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. *Small. Rumin. Res.* 54: 25-31.
- Llewellyn, C.A., Oga, J.S., Obwolo, M.J. 1993. Plasma progesterone profiles and variation in cyclic ovarian activity throughout the year in indigenous goats in Zimbabwe. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 301-311.
- Medan, M.S., Watabe, B., Sasaki, K., Sharawy, S., Groome, N.P., Taya, K. 2003. Ovarian dynamics and their association with peripheral concentration of gonadotropins, ovarian steroids, and inhibit during the estrous cycle in goats. *Biol. Reprod.* 69:57-63.
- Menchaca, A., Miller, V., Gil, J., Pinczak, A., Laca, M., Rubianes, E. 2004. Prostaglandin F₂ treatment associated with timed artificial insemination in ewes. *Reprod. Dom. Anim.* 39: 1-4.
- Ngere, L.O., Dzakuma, J.M. 1975. The effect of sudden introduction of rams on oestrus pattern of tropical ewes. *J. Agric. Sci. Camb.* 84: 263-264.
- Niswender, G.D., Juengel, J.C., Silva, P.J., Rollyson, M.K., McIntush, E.W. 2000. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiol. Rev.* 80: 1-29.
- O'Callaghan, D., Donovan, A., Sunderland, S.J. Boland, M.P., Roche, J.F. 1994. Effects of the presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. *J. Reprod. Fertil.* 100: 497-503.
- Orita, J., Tanaka, T., Kamomae, H., Kaneda, Y. 2000. Ultrasonographic observation of follicular and luteal dynamics during the estrous cycle in Shiba goats. *J. Reprod. Dev.* 46: 31-37.
- Ott, R.S., Nelson, D.R., Hixon, J.E. 1980. Effect of presence of the male on initiation of estrous cycle activity of goats. *Theriogenology* 13: 183-190.
- Pearce, D.T., Oldham, C.M. 1983. Ram effect in the breeding season. En Proceedings of the 15th Annual Conference of the Australian Society for Reproductive Biology. Canberra, Australia. Septiembre. pp 49. (Abstract).
- Rosa, H.J.D., Bryant, M. J. 2002. The "ram effect" as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small. Rumin. Res.* 45: 1-16.
- Simões, J., Potes, J., Azevedo, J., Almeida, J.C., Fontes, P., Baril, G., Mascarenhas, R. 2005. Morphometry of ovarian structures by transrectal ultrasonography in Serrana goats. *Ani. Reprod. Sci.* 85: 263-273
- Skinner, D.C. Cillier, S.D. Skinner, J.D. 2002. Effect of ram introduction on the oestrous cycle of springbok ewes (*Antidorcas marsupialis*). *Reproduction.* 124: 509-513.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:479-490.
- Yu, Y.S., Luo, M.J., Han, Z.B., Li, W., Sui, H.S., Tan, J.H. 2005. Serum and follicular fluid steroid levels as related to follicular development and granulosa cell apoptosis during the estrous cycle of goats. *Small. Rumin. Res.* 57: 57-65.