

La Introducción de Un Macho al Inicio de la Fase Luteal Modifica las Características de las Oleadas Folículares en las Cabras Cíclicas

Juan Carlos López García, Ángel Mejía Vázquez, Santiago Ramírez Vera, Horacio Hernández Hernández, Gerardo Duarte Moreno, José Alberto Delgadillo Sánchez, José Alfredo Flores Cabrera*

Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México. Tel. y Fax: 871 7 29 76 76. E-mail: flores_cabrera@hotmail.com (*Autor responsable).

Abstract

This assay was performed to determine if the introduction of a male at the beginning of the luteal phase modifies the characteristics of the follicular wave in cyclical goats. So, during the sexual season, 17 multiparous females were synchronized with two doses of a prostaglandin analog at an interval of 7 days. A group of females (Control; n=9) had no contact with any male during the assay. In the other group (G3; n=8) the introduction of the male was done at the beginning of the luteal phase (day 3 of the estrous cycle). The ovarian activity was monitored daily during a complete estrous cycle through transrectal ultrasonography. The number of follicular waves in all the females was registered, as well as the size and the position of the follicles bigger than 3 mm. In the control group , 11,1% (1/9) of the females registered 3 follicular waves, 77. 8% (7/9) registered 4 waves and 11,1% (1/9) had 5 waves during an estrous cycle. In the G3 group, the 62,5% (5/8) registered 3 waves, and 37,5% (3/8) 4. The average duration of the follicular waves was longer in the females of the G3 than in the Control Group ($P < 0,05$). In the G3 group the follicles of wave 1 and 2 were bigger than those of the follicles 1 and 2 of the Control group ($P < 0,05$). It may be concluded that the introduction of the buck at the beginning of the luteal phase modifies the duration of the follicular waves, and the size of the follicles in the cyclical goats.

Key words: Goats, follicular development, estral cycle, follicle.

Resumen

Este estudio se realizó para determinar si la introducción de un macho al inicio de la fase luteal modifica las características de las oleadas folículares en las cabras cíclicas. Para ello, durante la estación sexual, 17 hembras multíparas fueron sincronizadas con dos dosis de un análogo de prostaglandinas a intervalo de siete días. Un grupo de hembras (Control; n=9) no tuvo contacto con ningún macho durante el estudio. En el otro grupo (G3; n=8) la introducción del macho se realizó al inicio de la fase luteal (día 3 del ciclo estral). La actividad ovárica fue monitoreada diariamente durante un ciclo estral completo a través de ultrasonografía transrectal. Se registró el número de oleadas folículares en todas las hembras, y el tamaño y la posición de los folículos mayores de 3 mm. En el grupo de Control, el 11.1 % (1/9) de las hembras registró tres oleadas folículares, el 77. 8 % (7/9) registró cuatro oleadas y el 11.1 % (1/9) tuvo cinco oleadas durante un ciclo estral. En el grupo G3, en el 62.5% (5/8) se registraron tres oleadas y en el 37.5 % (3/8) cuatro. La duración promedio de las oleadas folículares fue mayor en las hembras del G3 que en el grupo de Control ($P<0.05$). En el grupo G3 los folículos de la oleada 1 y 2 fueron mayores que los folículos de las oleadas 1 y 2 del Grupo de Control ($P<0.05$). Se concluye que la introducción del macho al inicio de la fase luteal modifica la duración de las oleadas folículares y el tamaño de los folículos en las cabras cíclicas.

Palabras Clave: Cabras, desarrollo folícular, ciclo estral, folículo.

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 del siguiente. En las cabras el

ciclo estral tiene una duración promedio de 21 días (Camp *et al.*, 1983) y en la oveja de 16 días (Evans *et al.*, 2000). 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).

El crecimiento folicular ocurre en forma de oleadas de desarrollo (de Castro *et al.*, 1999) y esta caracterizado 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 (Evans, 2003). En cabras, la mayoría registran 4 oleadas foliculares (Medan *et al.*, 2003) y la emergencia de la primer oleada se registra en promedio al día - 0.6, mientras que las oleadas 2, 3 y 4 emergen a los 4.7, 9.4 y 13.4 días, respectivamente (Medan *et al.*, 2003).

En cabras y ovejas, las interacciones sociosexuales pueden modificar su fisiología reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2006; Rosa y Bryant, 2002). Por ejemplo, la introducción de machos en un grupo de hembras anovulatorias logra inducir la actividad sexual de las mismas. Este fenómeno se conoce como efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2004). La respuesta de las hembras expuestas a machos durante la el anestro esta bien documentada (Flores *et al.*, 2000; Rosa y Bryant, 2002; Ungefheld *et al.*, 2004), sin embargo, existen pocos estudios que describan la respuesta de las hembras a la introducción de un macho durante la estación reproductiva. Estudios en cabras (Chemineau, 1983) y ovejas cíclicas (Ngere y Dzakuma, 1975) indican una sincronización del estro en el 65 % de las hembras en los primeros tres días después de contacto y que esta sincronización es debido probablemente a un acortamiento del ciclo estral.

De igual modo, investigaciones recientes en antílopes, mostraron que la introducción de un macho durante la fase luteal del ciclo estral sincroniza la ovulación del 77.5 % de las hembras en el segundo ciclo estral (Skinner *et al.*, 2002).

Las anteriores investigaciones solo estuvieron basadas en perfiles hormonales de progesterona y conducta estral, y a la fecha, no existen estudios claros que indiquen cual es la respuesta de las cabras cíclicas expuestas a machos durante la estación sexual utilizando ultrasonografía para determinar el crecimiento folicular. Por ello, en este estudio, se investigó el efecto de la introducción del macho al inicio de la fase luteal (día 3) sobre las características de las oleadas foliculares de las cabras criollas cíclicas de la Comarca Lagunera.

Materiales y Métodos

Ubicación del estudio

Este estudio se realizó del 1 de septiembre al 4 de diciembre, periodo que corresponde a la estación sexual (Duarte, 2000; Delgadillo *et al.*, 2003) de 2005 en el Ejido Benito Juárez, sección 6, localizada en el kilómetro 3 de la carretera que entra a la Cueva del Tabaco, del municipio de Matamoros, Coah., México. Dicha localidad esta enclavada en la Comarca Lagunera (26° N).

Animales experimentales

Se utilizaron un macho cabrío local de la Comarca Lagunera, de aproximadamente 4 años de edad, y 17 hembras multíparas cíclicas. Estas hembras se encontraban en un sistema de explotación extensivo, y consumían la flora nativa de los agostaderos de las 10:00 h a las 19:00 h. En la noche eran estabuladas en un corral abierto, y no recibían ningún complemento alimenticio. Las hembras se estabularon 10 días antes de iniciar el estudio (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.

La ciclicidad de los hembras se determinó 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 8 días. El criterio para determinar si una hembra estaba cíclica, fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en los 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. Las hembras se dividieron en dos grupos homogéneos, considerando la condición corporal y la producción láctea. Las hembras del grupo Control (n=9) tenían una condición corporal de 2.7 ± 0.07 (promedio \pm eem) y su producción láctea era de 789 ± 69.5 ml al inicio del estudio. El grupo expuesto al macho (G3; n=8) tenía una condición corporal de 2.7 ± 0.07 y una producción láctea promedio de 787 ± 92.1 ml.

Sincronización de la actividad sexual de las hembras

El ciclo estral de todas las hembras se sincronizó mediante la aplicación de dos dosis de 75 mg de un análogo sintético de prostaglandinas (PgF2a, Cloprostenol, Prosolvina C, Intervet International GmbH Unterschleißheim, Alemania), a intervalos de 7 días (Menchaca *et al.*, 2004).

Introducción del macho

El 29 de octubre a las 11:00 h, en el grupo G3 (n=8), un

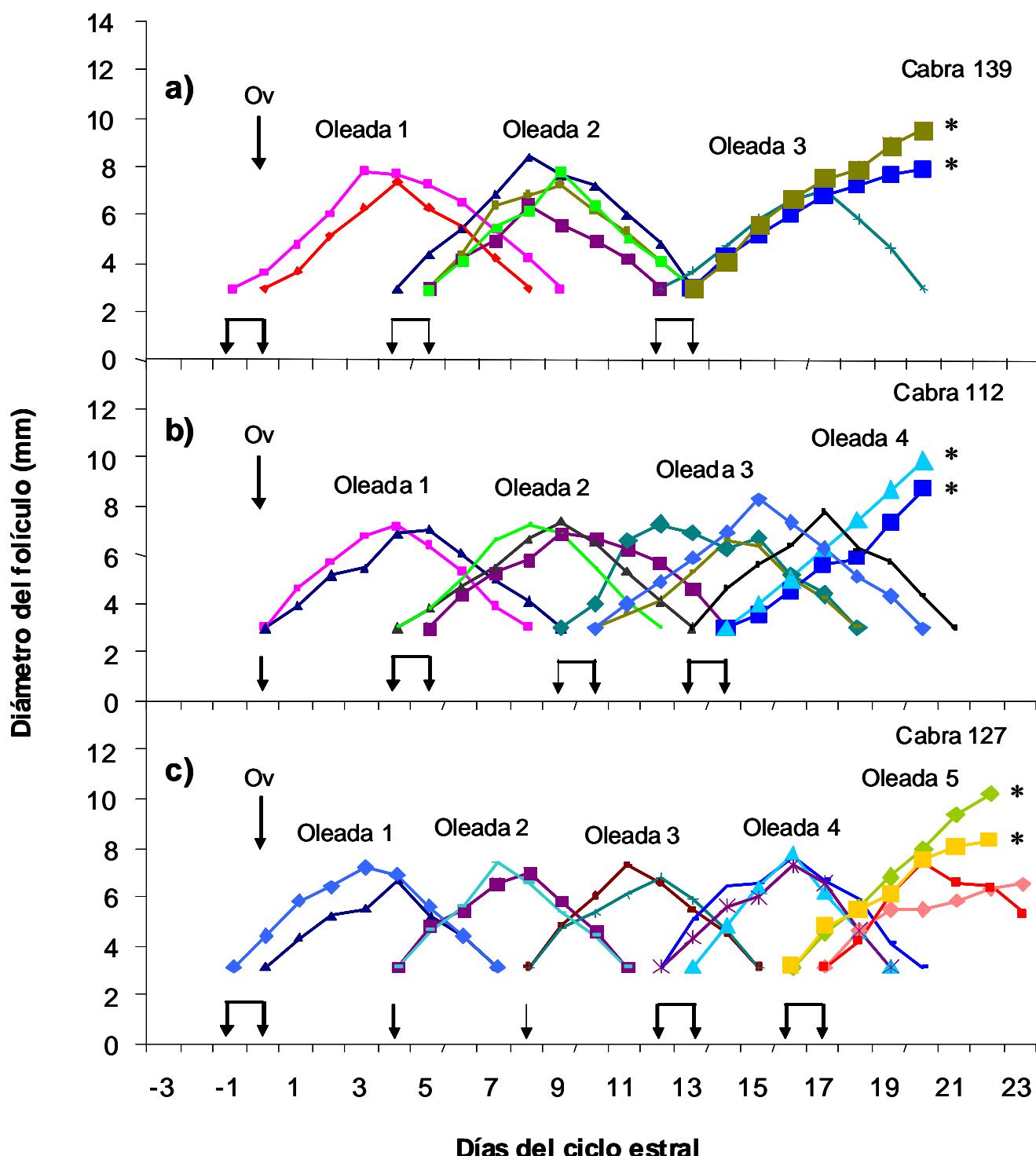


Figura 1. Patrón representativo de crecimiento y regresión de folículos durante un ciclo estral completo en 3 cabras del grupo de Control. Hembras con a) 3; b) 4; y c) 5 oleadas foliculares. Las flechas indican la emergencia de las oleadas, La flecha con Ov en la parte superior indica la ovulación. El asterisco indica folículo ovulatorio.

macho fue puesto en contacto con las hembras, previamente sincronizadas, para que se encontraran al inicio de la fase luteal (día 3), mientras que las hembras del grupo de Control ($n=9$) no tuvieron contacto con ningún macho durante el estudio

Variables determinadas y definición de términos Duración del ciclo estral

Para la duración del ciclo estral, en los dos grupos, se consideraron los días desde la ovulación inducida por PgF_{2α}; hasta la siguiente ovulación espontánea.

Desarrollo folicular

El desarrollo folicular se determinó mediante ultrasonografía transrectal, utilizando para ello 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) sin evacuar las heces. Para facilitar el manejo de las hembras, éstas se inmovilizaron mediante la utilización de una trampa de metal. Se registraron todos los folículos mayores de 3 mm y su ubicación dentro del ovario. En ambos grupos el registro de datos terminó un día después de la segunda ovulación.

Número de oleadas foliculares

Una oleada folicular se definió como el crecimiento de uno o más folículos antrales a partir de 3 y hasta 5 mm o más, antes de que ocurriera la regresión. Se consideró el número de oleadas por grupo.

Duración y día de emergencia de las oleadas

La duración de la oleada se consideró desde el día de la emergencia hasta su regresión a valores menores a 3 mm. El día de emergencia 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.

Folículo de mayor tamaño de cada oleada

En esta variable se consideró al folículo de mayor tamaño ($> 5\text{mm}$) de cada oleada y de cada hembra.

Análisis estadísticos

La duración promedio del ciclo estral fue sometido a una prueba t de Student para dos grupos independientes. Los valores promedio de las características de las oleadas foliculares, fueron analizados mediante una prueba t de Student independiente.

Resultados y Discusión

Duración del ciclo estral

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

Desarrollo folicular

Número de oleadas foliculares

En las Figuras 1 y 2 se muestra el crecimiento folicular de los grupos Control y G3. En el grupo Control, el 11.1% (1/9) de las hembras se registraron 3 oleadas foliculares, la mayoría (77.8%; 7/9) registraron 4 oleadas foliculares, y el 11.1% (1/9) registró 5 oleadas. En el grupo G3, el 62% (5/8) tuvieron 3 oleadas y el 37.5% (3/5) tuvieron 4 oleadas.

Duración de las oleadas foliculares

La duración promedio (\pm EEM) de las oleadas del grupo de Control se muestra en el Cuadro 1. En las hembras que registraron cuatro oleadas, la duración promedio de dichas oleadas foliculares fue diferente ($P<0.05$), siendo la oleada tres la más larga. En las hembras que registraron 3 oleadas no existió diferencia ($P>0.05$) en la duración entre las oleadas, ni en la comparación con las de 4 oleadas ($P>0.05$). Por otra parte, en las hembras con 5 oleadas, la duración de éstas es menor en relación con las de 3 y 4 ($P<0.05$).

Cuadro 1. Duración y día de emergencia de las oleadas foliculares en cabras criollas cíclicas de la Comarca Lagunera de los grupos: a) grupo de Control; b) grupo G3.

Oleada Folicular	Emergencia (día)	Duración en días
a) Grupo de Control		
Cabra con 3 oleadas		
Oleada 1	1.0 ± 0.5	10.0 ± 0.1^b
Oleada 2	4.8 ± 0.3	9.0 ± 0.4^a
Oleada 3	12.7 ± 0.3	
Cabra con 4 oleadas		
Oleada 1	0 ± 0.2	8.8 ± 0.5^a
Oleada 2	3.3 ± 0.2	9.6 ± 0.4^b
Oleada 3	8.4 ± 0.2	10.1 ± 0.3^b
Oleada 4	12.4 ± 0.3	
Cabra con 5 oleadas		
Oleada 1	-1.0 ± 0.5	8.5 ± 0.5^a
Oleada 2	4.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0^a
Oleada 3	8.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0^a
Oleada 4	12.3 ± 0.3	8.0 ± 0.0^a
Oleada 5	16.5 ± 0.3	
b) Grupo G3		
Cabra con 3 oleadas		
Oleada 1	0.0 ± 0.4	13.1 ± 0.5^d
Oleada 2	6.9 ± 0.4	10.1 ± 0.5^b
Oleada 3	12.5 ± 0.3	
Cabra con 4 oleadas		
Oleada 1	-0.6 ± 0.4	12.3 ± 0.6^c
Oleada 2	4.1 ± 0.2	10.8 ± 0.5^b
Oleada 3	$9.3 \pm 0.$	9.6 ± 0.1^b
Oleada 4	14.2 ± 0.3	

En la comparación de las oleadas de los grupos Control y G3, el análisis reveló un efecto de la introducción del macho sobre la duración de la oleada ($P<0.05$). La duración

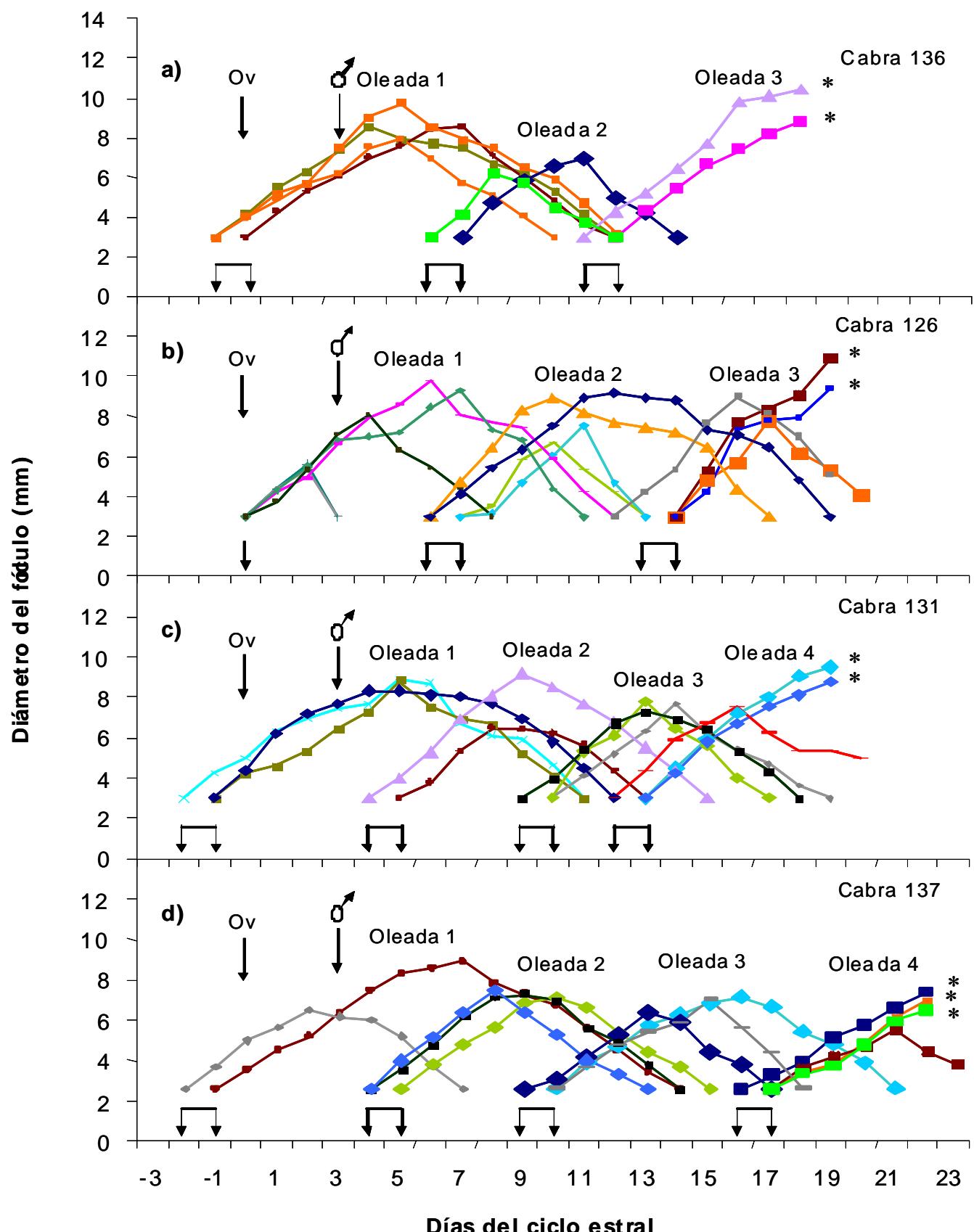


Figura 2. Patrón representativo de crecimiento y regresión de folículos en 4 cabras del grupo G3, durante un ciclo estral. Hembras con a) y b) 3; y c) y d) 4 oleadas foliculares. Las flechas indican la emergencia de las oleadas, La flecha con Ov en la parte superior indica la ovulación. El asterisco indica oleada ovulatoria.

de las oleadas fue diferente ($P<0.05$), sin importar si presentaron 3 ó 4 oleadas siendo las oleadas 1 y 2 del grupo G3 las de mayor duración.

Folículo de mayor tamaño de cada oleada

En el grupo de Control el folículo de mayor tamaño correspondió al folículo ovulatorio, el cual registró un tamaño promedio de 8.2 ± 0.4 mm, y fue diferente ($P<0.05$) al folículo de mayor tamaño de las oleadas precedentes. En el grupo G3 el folículo de mayor tamaño se presentó en la oleada 1, con un promedio de 8.9 ± 0.3 mm y, fue diferente ($P<0.05$) al de las siguientes oleadas foliculares. En la comparación entre los dos grupos, el análisis estadístico reveló un efecto ($P<0.05$) de la introducción del macho sobre el diámetro del folículo de mayor tamaño.

Los resultados del estudio demuestran que la introducción del macho, al inicio de la fase luteal, no tiene efecto sobre la duración del ciclo estral, sin embargo, modifica las características de las oleadas foliculares. En efecto, la duración del ciclo estral de las hembras de este estudio fue similar a la reportada para esta especie en otras latitudes (Camp *et al.*, 1983; Llewelyn *et al.*, 1993; Orita *et al.*, 2000; Medan *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2006), y varía de 21 a 23 días. Sin embargo, los resultados obtenidos en el estudio contrastan con lo reportado por Chemineau (1983), quien observó que, en las cabras criollas de la Isla de Guadalupe en el Caribe, el 65 % de las hembras cíclicas manifestaron actividad sexual en los 3 días siguientes después de la introducción de los machos. De igual modo, los resultados obtenidos contrastan con lo reportado por Skinner *et al.* (2002) en antílopes, en los cuales la introducción de un macho durante la fase luteal del ciclo estral provocó una sincronización en el 77.7 % (7/9) de las hembras, después de dos ciclos estrales consecutivos. Sin embargo, en el trabajo de Chemineau (1983) no se investigó el efecto del macho en las cabras de manera individual, ni tampoco se verificó el estado folicular de los ovarios de esas hembras en el periodo que precedió a la introducción de los machos. Es probable que, en ese estudio, la sincronización de las cabras se diera antes de la introducción de los machos. De igual modo, en el trabajo de Skinner *et al.* (2002), las observaciones se basaron únicamente en perfiles hormonales, y no realizaron un registro del crecimiento folicular que mostraron las hembras antes y después de la introducción del macho. Por el contrario, en este estudio, el ciclo estral de las hembras fue sincronizado mediante la aplicación de dos dosis de prostaglandinas, y se investigó a las hembras, individual y diariamente, a través de una ecografía transrectal, por lo cual se conocía el estado folicular de los ovarios antes y después de la introducción del macho. De esta manera, se pudo constatar que, al menos durante

un ciclo estral completo, la introducción del macho no modificó la duración del ciclo estral. Lo anterior se debió probablemente a tres factores no excluyentes entre si; Primero, es probable que el efecto de la introducción de un macho en un grupo de hembras cíclicas se registre a largo plazo, es decir después de 2 o 3 ciclos estrales como lo sugiere Skinner *et al.* 2000. En efecto, en este estudio las observaciones se realizaron únicamente durante un ciclo estral y cuando las hembras manifestaron estro nuevamente fueron servidas y quedaron gestantes. Segundo, que el estímulo otorgado por un macho en cabras cíclicas no sea tan fuerte para provocar un efecto en la fisiología reproductiva de las hembras como el que se registra en las hembras anovulatorias durante el periodo del anestro, cuando está demostrado que la introducción de un macho estimula el crecimiento folicular y la ovulación a los pocos días después del contacto (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2006). Tercero, el hecho de que la actividad sexual de las hembras, en los dos grupos, fue sincronizada con prostaglandinas pudo influir en su respuesta, es probable que si dichas cabras estuvieran en diferentes fases del ciclo estral dentro de un mismo grupo al momento de la introducción del macho, se hubiese registrado un efecto más evidente.

Por otro lado, en nuestro estudio la introducción del macho al día 3 del ciclo estral, indujo un crecimiento mayor de los folículos, y una mayor duración de la oleada presente al momento de la introducción. En efecto, el folículo de mayor tamaño correspondió al de la oleada en desarrollo al momento de la introducción del macho. Este resultado es contrario al obtenido en el grupo de Control del presente estudio, y al reportado en otras investigaciones, en las que el folículo ovulatorio es el de mayor tamaño (Ginter y Kot, 1994; De Castro *et al.*, 1999; Medan *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2006). 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 es que el incremento en los niveles de LH hallan facilitado la dominancia folicular y que esta dominancia haya retrasado el recambio de los folículos (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).

En lo relacionado al número de oleadas foliculares de los grupos de Control y G3, los resultados aquí obtenidos coinciden con lo reportado en cabras por otros autores (Ginther y Kot, 1994; de Castro *et al.*, 1999; Medan *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2006) en donde el número de oleadas foliculares durante un ciclo estral varía de 2 a 5. Sin embargo, en este estudio el 77.8 % de las hembras del grupo de Control presentaron 4 oleadas mientras que la

mayoría (62.5 %), de las hembras del G3 manifestaron 5. Esta diferencia en el número de las oleadas puede ser explicada por un mecanismo de dominancia folicular que se presenta en las cabras y que es más evidente en las oleadas 1 y 4 (Ginther y Kot, 1994). En efecto, en las hembras del grupo G3 la duración de la oleada 1 fue mayor a la registrada en el grupo de Control. Esta mayor duración podría ser atribuida a que la introducción del macho haya facilitado la dominancia folicular de uno o más folículos de esa oleada, y que ésta dominancia, aparentemente, retardó el desarrollo de nuevos folículos y, por ende, de la oleada siguiente (Ginther y Kot, 1994).

Conclusión

Estos resultados permiten concluir que, la introducción de un macho en un grupo de hembras cíclicas, al inicio de la fase luteal, modifica las características de las oleadas foliculares, sin embargo, no influye en la duración del ciclo estral.

Agradecimientos

Se agradece al Ing. Jesús E. Medina Cervantes por facilitar las hembras para el estudio, al Sr. Armando López Castruita por el cuidado de los animales, al CONACyT por la beca otorgada a J. C. López durante sus estudios de maestría, y a todos los miembros del CIRCA por su asistencia técnica.

Literatura Citada

- 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.
- De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., Rivero, A. 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterona concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenol.* 52:399-411.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtropical mexicano utilizando tratamientos fotoperódicos y efecto macho. *Vet. Mex.* 34:69-79.
- Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H.F., Malpaux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:1-8.
- 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.*
- Duarte, G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperíodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas de la Comarca Lagunera (tesis de Doctorado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México DF. pp 35.
- Evans, A.C.O., Duffy, P., Hynes, N., Boland, M.P. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology.* 53:699-715.
- Evans, A.C.O. 2003. Characteristic of ovarian follicle development in domestic animals. *Reprod. Dom. Anim.* 38:240-246.
- Flores, J.A., Veliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.
- 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. *Theriogenol.* 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.
- Llewelyn, C.A., Ogaa, 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 inhibin 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 F2a 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.
- 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.
- 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., Almeida, J.C., Valentim, R., Baril., Azevedo, J., Fontes, P., Mascarenhas, R. 2006. Follicular dynamics in Serrana goats. Anim. Reprod. Sci. 95:16-26.
- 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 granulose cell apoptosis during the estrous cycle of goats. Small. Rumin. Res. 57:57-65.