

Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro*

Lorenzo Alvarez Ramírez**

Andrés E. Ducoing Watty**

Luis A. Zarco Quintero***

Abel M. Trujillo García**

Abstrac

The purpose of this study was to establish the effect of estrous goats on the ovarian activity of their seasonally anestrus herdmates. Thirty adult female goats were studied during the anestrus season, and were randomly divided in three groups: Group I was formed with ten goats that were induced to estrus using melengestrol acetate (MGA) and pregnant mare serum gonadotrophine (PMSG); Group II included ten goats without any treatment but maintained in direct contact with the animals of Group I during the time of the experimental trial, and Group III, formed with ten goats that were untreated and maintained away of the other two groups. Estrous detection was carried out daily and blood samples for progesterone determination were taken twice per week in order to assess the occurrence of ovulation. Besides, blood samples for LH determination were taken in all the animals every two h from 36 to 72 h after the injection of PMSG to the animals in Group I. Ovulation was considered to have occurred when progesterone concentrations were increased above 1 ng/ml. All the goats in Group I ovulated after the hormonal treatment, whereas 80% of the goats in Group II and 40% of those in Group III ovulated during the following 13 days. The value in Group III was significantly lower ($P<0.05$) than those in Groups I and II. Preovulatory peaks of LH were observed in Group I at 54.5 ± 9 h and in Group II at 64 ± 6 h after the end of the treatment of Group I. No peaks of LH were observed in Group III. Data obtained in this study indicate that goats in estrus are capable of inducing estrus, preovulatory peaks of LH and synchronized ovulation in seasonally anestrus goats. Thus, this is a real induction of ovarian activity and not a simple imitation of behaviour.

KEY WORDS: Female effect, Estrous goats, Estrous induction, Biostimulation, Lh.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de las cabras en estro sobre la actividad ovárica de sus compañeras en anestro estacional. Se utilizaron un total de 30 cabras anéstricas divididas aleatoriamente en tres grupos. El grupo I estuvo formado por 10 cabras inducidas al estro con acetato de melengestrol (MGA) combinado con una inyección intramuscular de gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG); el grupo II estuvo formado por 10 cabras no tratadas y mantenidas en contacto directo con los animales del grupo I durante todo el experimento, y el grupo III, formado por 10 cabras sin tratamiento que se mantuvieron alejadas de los otros dos grupos. En todos los animales se detectaron calores diariamente y se obtuvieron muestras de sangre dos veces por semana con el propósito de determinar las concentraciones de progesterona y establecer la presencia o ausencia de ovulación. Además se tomaron muestras de sangre para la determinación de LH cada 2 h desde las 36 hasta las 72 h posteriores a la aplicación de PMSG. Se consideró que un animal tenía actividad ovárica cuando sus valores de progesterona alcanzaron 1 ng/ml. En el grupo I,

Recibido el 17 de septiembre de 1997 y aceptado el 16 de febrero de 1998.

*Parte de este trabajo comprende la tesis de licenciatura del primer autor.

**Departamento de producción animal: Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

***Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

el 100% de los animales respondieron con ovulación al tratamiento. En el grupo II el 80% de los animales ovularon en un periodo de 13 días, y en el grupo III, que actuó como testigo, 40% de los animales ovularon. Los picos preovulatorios de LH se observaron a las 54.59 y 64 h para los grupos I y II, respectivamente; no se observaron picos de LH en el grupo III. Las diferencias observadas entre los grupos I y II con respecto al grupo III para el porcentaje de presentación de ovulación e inducción de estros fueron significativas ($P < 0.05$). Se concluye que la presencia de cabras en estro es capaz de inducir el estro, picos preovulatorios de LH y ovulación sincronizada en una proporción considerable de cabras en anestro estacional, lo que indica una inducción real de actividad ovárica y no simplemente una conducta de imitación.

PALABRAS CLAVE: Efecto hembra, Cabras en estro, Inducción del estro, Bioestimulación, Lh.

Introducción

La actividad reproductiva de la cabra doméstica se ve afectada por gran cantidad de factores, entre los que predominan la raza, presencia del macho, nutrición y, principalmente, el fotoperiodo. La actividad sexual se inicia cuando el periodo diario de horas-luz disminuye, lo cual ocurre en otoño e invierno.^{1,2,3,4} Esta es una medida de adaptación que permite a los animales nacer en un momento en que las condiciones climáticas y ambientales favorecen su desarrollo y sobrevivencia.¹ La estacionalidad resultante de ello es, sin duda, una de las limitaciones más serias en la reproducción de la especie, que si bien es cierto es una característica genética dada por la selección natural, desde el punto de vista productivo constituye un obstáculo para incrementar la frecuencia de las pariciones, provocando que la disponibilidad de leche y cabritos durante el año no sea constante, lo que representa un serio problema de comercialización para el productor.^{1,2}

Se han desarrollado diversos métodos para controlar la reproducción en el caprino y extender la estación reproductiva. La utilización de progestágenos permite inducir la presentación de estros fértiles aun fuera de la estación reproductiva con una eficiencia considerablemente alta.^{4,5,6,7}

Se sabe además, que la presencia del macho puede adelantar la presentación de la pubertad en cabras y borregas jóvenes, y que se logra inducir la actividad reproductiva en las hembras adultas como consecuencia de este contacto.^{8,9,10,11} Este fenómeno denominado "efecto macho" se utiliza para la inducción de actividad ovárica en las hembras durante el periodo de transición entre la estación de anestro y el reinicio de la actividad ovárica estacional.^{8,9,12} Al parecer, las feromonas producidas por el macho son las responsables de este efecto al estimular a la hembra anéstrica a ovular,^{9,10} aunque algunos informes recientes indican que tal respuesta ovulatoria en las hembras anéstricas no es sólo un simple reflejo relacionado con el olor, sino que se trata de una respuesta compleja resultante de la integración de una serie de informaciones sensoriales provenientes del macho.^{13,14,15}

Aun cuando la mayor parte de los estudios sobre bioestimulación (entendida como la estimulación

reproductiva dada a un animal por otro individuo) se han enfocado básicamente a la observación del efecto de la presencia del macho sobre la actividad reproductiva de las hembras, existen diversos trabajos en los que se hace mención de la existencia de una sincronización precisa de la actividad reproductiva en diferentes especies animales como resultado de la estimulación por interacciones sociales entre hembras pertenecientes al mismo grupo.^{16,17} Además, los resultados de algunos trabajos indican que cuando un grupo de hembras en anestro se mezcla con otro grupo de hembras que se encuentran en estro, la actividad ovárica de las primeras se ve estimulada.^{2,10,15} En 1985, Knight¹⁰ encontró un mayor efecto de estimulación de la actividad ovárica de ovejas anéstricas cuando se integraron a ellas, además de los carneros, un grupo de ovejas en estro. En dicho trabajo, Knight concluye que el fenómeno, al que denomina "facilitación social", actúa vía el carnero, esto es, que las ovejas en estro estimulan al macho, lo cual provocaría una mayor efectividad en su función estimuladora sobre las ovejas anéstricas. Las feromonas producidas por el carnero serían las responsables de tal estimulación. El papel de las hembras en estro sería entonces estimular al carnero y favorecer en él una mayor producción o liberación de feromonas. En dicho trabajo no se habla aún de un efecto directo de las hembras en estro sobre la actividad ovárica de las que se encuentran en anestro estacional.

De igual forma, Walkden-Brown *et al.*,¹⁵ en un estudio más reciente realizado en cabras, observaron que el contacto previo de los machos con cabras en estro mejoraba significativamente la respuesta ovulatoria de las hembras anéstricas expuestas ante los machos. Sin embargo, en ese trabajo se le da mayor importancia al papel de las hembras en estro sobre la estimulación ovárica de las anéstricas, ya que mencionan dos componentes distintos en el efecto de las hembras en estro sobre las que no están ciclando. Por un lado se encuentra coinciden con Knight¹⁰ respecto a la presencia de un efecto "mediado por el macho", mediante el cual el macho estimulado sufre cambios, tanto en su conducta como en la producción de señales químicas que pueden mejorar la respuesta ovulatoria de las hembras. Por otro lado, se demuestra, por primera vez en cabras, un "efecto hembra" directo, al comprobar que las hembras en estro son capaces de inducir una respuesta ovulatoria en otras

estacionalmente anéstricas.

Un estudio diseñado específicamente para evaluar el "efecto hembra" en ovejas,² permitió observar que un porcentaje significativo de las hembras anéstricas que se mantuvieron en corrales adyacentes a las inducidas hormonalmente ovularon en forma sincronizada con éstas, haciéndose notar que mientras menor era la distancia entre ovejas no tratadas y las ovejas inducidas a ciclar, la respuesta era mayor. En dicho estudio se sugiere que el resultado es un efecto directo de la presencia de hembras en estro sobre la actividad ovárica de ovejas en anestro, y que el efecto es mediado por feromonas femeninas.

Sin embargo, no se ha determinado si el efecto de bioestimulación de hembras sobre hembras está mediado por la inducción de un pico preovulatorio de LH ni las relaciones temporales entre estro, pico de LH y ovulación en las hembras así estimuladas, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto que tienen las cabras en estro inducido por medios hormonales sobre la conducta estral, concentraciones de LH y ovulación de cabras en anestro estacional.

Material y métodos

El trabajo se realizó en el Departamento de Producción Animal: Rumiantes, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, localizado en el kilómetro 29 de la carretera federal México-Cuernavaca, a 2760 msnm, a 19° 13' latitud Norte y 99° longitud Oeste. El trabajo se realizó durante los meses de abril y mayo, que corresponden a la época de anestro estacional en la explotación. Se utilizaron 30 cabras de las razas Alpina Francesa, Anglo Nubia y Toggenburg en las que se confirmó el anestro mediante la determinación de las concentraciones de progesterona 2 veces a la semana durante 21 días. Inmediatamente después las cabras fueron distribuidas aleatoriamente de la forma siguiente: grupo I, (bioestimulador): 10 cabras a las que se les indujo al estro y ovulación mediante la administración de 0.22 mg de acetato de melengestrol por animal por día, durante 9 días, combinados con una inyección intramuscular de 300 UI de PMSG al noveno día, de acuerdo con la metodología descrita por Cervantes *et al.*,⁴ grupo II (experimental): 10 cabras que no fueron tratadas y que permanecieron en el mismo corral que las inducidas durante todo el experimento, y grupo III, (testigo): 10 cabras que no fueron tratadas y permanecieron en un corral alejado (40 m) al de los grupos I y II durante todo el experimento.

Se detectaron calores diariamente con la utilización de un macho con mandil, empezando 15 días antes de iniciar el tratamiento y terminando 12 días después de que se retiró el progestágeno a las cabras del grupo I. Para verificar si la conducta estral fue acompañada por ovulación y formación de un cuerpo lúteo de vida normal, en todos los grupos se tomaron muestras sanguíneas 2 por semana, iniciando 20 días antes del inicio del estudio y terminando 21 días después de que se presentó el último estro

sincronizado del grupo I. Con el fin de determinar las concentraciones de LH, en el 50% de los animales de cada grupo se obtuvieron muestras de sangre cada 2 horas durante un periodo de 36 h, que comenzó 36 h después de que las hembras del grupo I fueron inyectadas con PMSG. Todas las muestras se obtuvieron por punción yugular en tubos heparinizados, fueron centrifugadas inmediatamente después de su obtención para la separación del plasma, el cual se mantuvo congelado hasta su análisis en el Departamento de Reproducción, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se consideró que ocurrió ovulación cuando las concentraciones de progesterona alcanzaron valores mayores a 1 ng/ml; asimismo, se asumió que ocurrió un pico preovulatorio de LH cuando las concentraciones de esta hormona superaron los 5 ng/ml.⁶ Las variables que se midieron fueron: porcentaje de animales que se encontraban ciclando en los tres grupos antes del tratamiento, porcentaje de animales en calor en los tres grupos después del tratamiento, porcentaje de animales con ovulación después del tratamiento, porcentaje de celos sincronizados y tiempo desde el fin del tratamiento a la manifestación del estro y al pico preovulatorio de LH.

Para el análisis de los resultados se consideró como el día cero del experimento aquel en que se retiró el progestágeno y se administró la PMSG a los animales del grupo I. Las variables expresadas en porcentajes se evaluaron mediante la prueba exacta de Fisher. Los intervalos desde el fin del tratamiento a la presentación de celo y al pico de LH se compararon mediante análisis de varianza, utilizando la prueba Tukey para realizar comparaciones múltiples.¹⁸

Resultados

Aun cuando las cabras fueron divididas aleatoriamente, el único grupo que contaba con animales ciclando al inicio del experimento fue el testigo (III), en el cual el 20% de sus hembras se encontraban ciclando en el día -5. Todas las hembras de los grupos I y II se encontraban en anestro (Cuadro 1).

En el grupo I el progestágeno logró una inducción de actividad ovárica del 100% para el día 9 (Figura 1). A partir del momento en que el grupo I inició su actividad ovárica (día 6), éste y el grupo II tuvieron siempre porcentajes más altos de animales con cuerpo lúteo funcional respecto del grupo III. Aunque algunos animales del grupo II iniciaron su actividad ovárica al mismo tiempo que los del grupo I, en general se observa un retraso en la presentación de actividad ovárica del grupo II respecto del grupo I, pero para el día 13 ambos grupos fueron semejantes y significativamente diferentes al grupo III ($P < 0.05$) (Cuadro 1 y Figura 1).

El porcentaje de animales que presentaron celo sincronizado después del tratamiento fue significativamente mayor en los grupos I y II comparado con el grupo III ($P < 0.05$) (Cuadro 2).

El intervalo desde el fin del tratamiento a la presentación

| Cuadro 1 | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Porcentaje de cabras con concentraciones de progesterona mayores a 1 ng/ml en cada grupo antes, durante y después de administrar el tratamiento hormonal al grupo I | | | |
| | Grupo I | Grupo II | Grupo III |
| | (MGA-PMSG) | (CA) | (AA) |
| Día** | n = 10* | n = 10 | n = 10 |
| -19 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| -15 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| -12 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| -8 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| -5 | 0 ^a | 0 ^a | 20 ^a |
| -1 | 0 ^a | 0 ^a | 10 ^a |
| 2 | 0 ^a | 0 ^a | 10 ^a |
| 6 | 90 ^a | 10 ^b | 10 ^b |
| 9 | 70 ^a | 40 ^a | 20 ^a |
| 13 | 80 ^a | 80 ^a | 10 ^b |
| 16 | 90 ^a | 80 ^a | 40 ^a |
| 20 | 70 ^a | 70 ^a | 40 ^a |

*n = Tamaño de muestra.

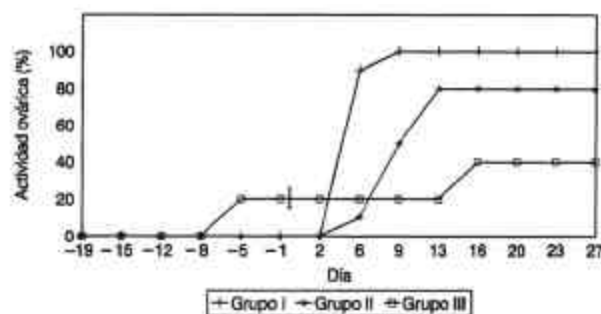
**Se consideró como día 0 para todos los grupos el día en que se retiró el progestágeno y se administró PMSG a las cabras del grupo I.

^{a,b} = Para un determinado día, literales diferentes indican diferencia significativa entre grupos (P < 0.05).

MGA-PMSG = Cabras inducidas con acetato de melengestrol y ganodotropina sérica de yegua gestante.

CA = Compañeras anéstricas, cabras que compartieron el corral con el grupo anterior.

AA = Anéstricas alejadas, cabras que se ubicaron en un corral alejado del de los grupos anteriores durante el estudio.



↓ Momento en el que se retiró el tratamiento al grupo I.

Figura 1. Distribución de la actividad lútea acumulada en los grupos de cabras del estudio.

de los celos no fue diferente al comparar los grupos I y II entre sí (P > 0.05) (Cuadro 3), pero sí al comparar éstos con el grupo III (P < 0.05).

La presentación de los picos preovulatorios de LH se muestra en el Cuadro 4. Los valores de LH para el grupo I alcanzaron picos de hasta 43 ng/ml; en dicho grupo, los picos se alcanzaron en promedio a las 54.5 ± 9 h después del fin del tratamiento. En el grupo II se observaron picos de LH en dos de los 5 animales muestreados. Dichos picos se observaron en promedio, a las 64 ± 6 h, y tuvieron una amplitud de hasta de 63 ng/ml (Figuras 2 y 3). En el grupo III no se observaron picos de LH ni ovulación en los 5 animales seleccionados para ser sangrados cada 2 h (Figura 4).

Discusión

El único grupo que contaba con animales ciclando al inicio del experimento (mes de mayo) fue el testigo (III), esto último puede ser explicado por el hecho de que la duración del periodo de anestro y el momento en que comienza y termina pueden variar entre razas¹⁹ y entre individuos.⁴ Además, la presencia en ese grupo de animales ciclando antes de iniciar el experimento pudo haber influido para que la actividad ovárica se presentara en otro 20% posterior al tratamiento, sumando, al final del experimento, un total de 40% de hembras ciclando en dicho grupo. La respuesta ovárica encontrada en este grupo es semejante al 34% notificado por Walkden-Brown *et al.*¹⁵ para animales que no recibieron bioestimulación. Sin embargo, se debe destacar que ninguno de los animales del grupo III presentó un pico preovulatorio de LH en el periodo de toma de muestras (Figura 4), ni presentó estro u ovulación en forma sincronizada con los otros grupos, indicando la ausencia de actividad ovárica sincronizada.

En contraste, en el momento en que los animales del grupo I inician su actividad ovárica fueron seguidos inmediatamente por los del grupo II, muchos de los cuales presentaron estro, pico preovulatorio de LH y ovulación en forma sincronizada o con un ligero retraso con respecto al grupo I. Esto indica que el comportamiento de las hembras del grupo II no fue una mera imitación de la conducta de las cabras del grupo I, sino el resultado de una estimulación real de la actividad reproductiva. En este trabajo, el 80% de inducción lograda en el grupo II fue mayor a la que notificaron Walkden-Brown *et al.*¹⁵ en cabras bioestimuladas.

La falta de diferencia significativa entre los grupos I y II para el porcentaje de hembras con conducta de celo demuestra que las cabras del grupo I provocaron una considerable inducción de actividad en los animales del grupo II. La diferencia en horas encontrada entre estos dos grupos para el tiempo promedio desde el fin del tratamiento al inicio del celo era esperada, ya que se requiere que las hembras del grupo bioestimulador empiecen a presentar celos para que se inicie su efecto sobre las cabras del grupo experimental. Zarco *et al.*² también encontraron un ligero retraso en la presentación de actividad ovárica de ovejas en anestro respecto a la de las ovejas utilizadas como estimuladoras.

Los valores de LH en las hembras del grupo II son

| Cuadro 2 | | | |
|---|--------------------|------------------|------------------|
| Porcentajes de celos sincronizados, ovulaciones silenciosas y ciclos estrales de corta duración | | | |
| | Grupo I | Grupo II | Grupo III |
| | (MGA-PMSG) | (CA) | (AA) |
| | n = 10* | n = 10 | n = 10 |
| Ovulaciones | 100% ^a | 80% ^a | 40% ^b |
| Celos sincronizados** | 80% ^{a**} | 70 ^a | 10 ^b |
| Ovulaciones silenciosas** | 20 ^a | 10 ^a | 10 ^a |
| Ciclos cortos | 20 ^a | 10 ^a | 0 ^a |
| *n = Tamaño de muestra | | | |
| ** Se consideró como estros sincronizados a aquellos que se presentaron entre las 24 y las 72 h posteriores a la aplicación de la PMSG en los animales del grupo I. | | | |
| ***Ovulaciones silenciosas son aquellas en que las concentraciones de progesterona se elevaron a más de 1 ng/ml sin registrarse previamente un estro conductual. | | | |
| ^{a,b} = Para cada variable, literales diferentes indican diferencia significativa entre grupos (P < 0.05). | | | |
| MGA-PMSG = Cabras inducidas con acetato de melengestrol y gonadotropina sérica de yegua gestante. | | | |
| CA = Compañeras anéstricas, cabras que compartieron el corral con el grupo I. | | | |
| AA = Anéstricas alejadas, cabras que se ubicaron en un corral alejado de los grupos I y II durante el estudio. | | | |

| Cuadro 3 | | | |
|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Porcentaje de animales con conducta de estro en diferentes días después de retirar el progestágeno a los animales del grupo I | | | |
| | Grupo I | Grupo II | Grupo III |
| | (MGA-PMSG) | (CA) | (AA) |
| Días | n = 10* | n = 10 | n = 10 |
| 2 | 20 | 0 | 0 |
| 3 | 60 | 10 | 0 |
| 4 | 0 | 60 | 10 |
| 9 | 0 | 0 | 10 |
| 12 | 0 | 0 | 10 |
| Total | 80 ^a | 70 ^a | 30 ^b |
| Tiempo promedio al celo (horas) | Y = 59.25 4 ^a | Y = 64 0.1 ^a | Y = 187 78 ^b |
| *n = Tamaño de muestra | | | |
| ^{a,b} = Para cada día, literales diferentes indican diferencia significativa entre grupos (P < 0.05). | | | |
| MGA-PMSG = Cabras inducidas con acetato de melengestrol y gonadotropina sérica de yegua gestante. | | | |
| CA = Compañeras anéstricas, cabras que compartieron el corral con el grupo I. | | | |
| AA = Anéstricas alejadas, cabras que se ubicaron en un corral alejado de los grupos I y II durante el estudio. | | | |

| Cuadro 4 | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Evaluación de los picos preovulatorios de hormona luteinizante y tiempos de presentación desde la finalización del tratamiento al grupo I | | | |
| | Grupo I (MGA-PMSG) n = 5* | Grupo II (CA) n = 5 | Grupo III (AA) n = 5 |
| Cabras con pico de LH | 4 | 2 | 0 |
| Porcentaje de cabras con pico de LH | 80 | 40 | 0 |
| Tiempo promedio de fin de tratamiento al pico de LH (h) | 54.5 9 | 64 6 | - |
| Cabras con ovulación posterior al pico de LH | 5 | 4 | - |
| *n = Tamaño de muestra | | | |
| MGA-PMSG = Cabras inducidas con acetato de melengestrol y gonadotropina sérica de yegua gestante. | | | |
| CA = Compañeras anéstricas, cabras que compartieron el corral con el grupo I. | | | |
| AA = Anéstricas alejadas, cabras que se ubicaron en un corral alejado de los grupos I y II durante el estudio. | | | |

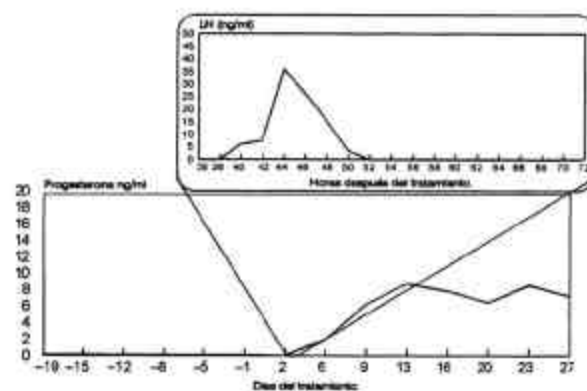


Figura 2. Patrones de progesterona y hormona luteinizante (LH) en una cabra del grupo I. El panel superior representa una ventana de sangrados frecuentes entre los días 2 y 3 posteriores al momento en que se retiró el progestágeno al grupo I.

semejantes a las del grupo I, ello indica la presencia de estímulos suficientes en cantidad e intensidad para inducir la ovulación sincronizada. De las cinco cabras seleccionadas en el grupo II para la determinación de los valores de LH, sólo en dos hembras se pudieron detectar los picos preovulatorios (Cuadro 2); en el resto de ellas no se observaron debido a la duración reducida del periodo de toma de muestras; sin embargo, los valores elevados de progesterona encontrados posteriormente, indicativos de ovulación, sugieren que las cabras de este grupo sí

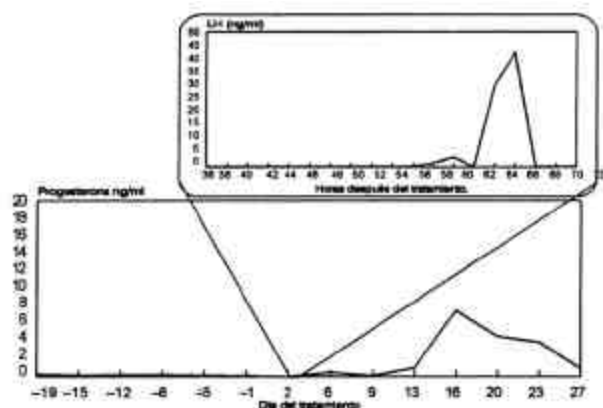


Figura 3. Patrones de progesterona y hormona luteinizante (LH) en una cabra del grupo III. El panel superior representa una ventana de sangrados frecuentes entre los días 2 y 3 posteriores al momento en que se retiró el progestágeno al grupo I.

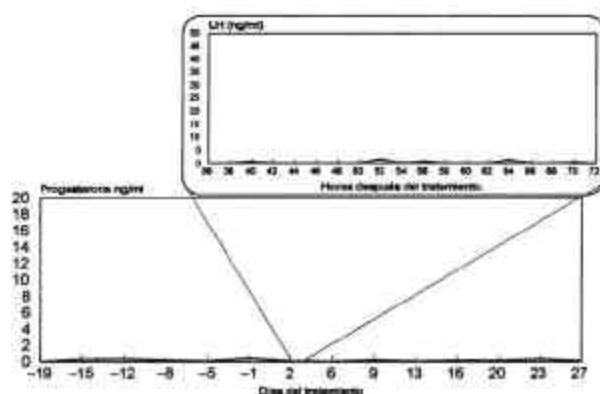


Figura 4. Patrones de progesterona y hormona luteinizante (LH) en una cabra del grupo III. El panel superior representa una ventana de sangrados frecuentes entre los días 2 y 3 posteriores al momento en que se retiró el progestágeno al grupo I.

presentaron un pico preovulatorio de LH el cual probablemente se presentó después de haber suspendido el muestreo para dicha hormona. A pesar de ello, el presente trabajo es el primero en el que se demuestra, en rumiantes, que la presencia de hembras en estro es capaz de inducir en forma casi inmediata un pico de LH en hembras en anestro.

El papel de las feromonas en la mediación de los fenómenos de bioestimulación es aceptado de manera general por varios autores^{2,9,10,13,14,15,16} y tiene indudablemente una importancia primordial. Las feromonas pueden producir cambios en la fisiología y la conducta reproductiva; en bovinos, la utilización de moco cervical proveniente de hembras en estro puede reducir significativamente la duración del anestro posparto²⁰ y logra mejorar el grado de sincronía en vacas tratadas con prostaglandinas²¹. Los resultados encontrados en el presente trabajo podrían estar siendo provocados, en parte, por un componente feromonal. Además, podrían estar involucrados también estímulos de otra índole que la hembra anéstrica captaría por medio de sentidos

diferentes al olfato, como posiblemente la vista, el oído y el tacto. Este tipo de estímulos han sido reconocidos recientemente como importantes para la estimulación con el "efecto macho" tanto en caprinos como en ovinos.^{12,14,22}

A esta lista de estímulos que median el fenómeno se le agrega el grado de interacciones sociales que el individuo en particular sea capaz de tener dentro de la población y que definirán tanto su posición jerárquica como su relación afiliativa con el resto de los animales. De este modo, las hembras de mayor jerarquía podrían iniciar, con mayor facilidad, su actividad reproductiva, al igual que aquellas que tienen gran cantidad de interacciones afiliativas, como se ha sugerido en cerdas.^{23,24} Otros autores, trabajando con vacas, también han encontrado efectos sociales sobre la conducta estral de hembras sincronizadas.^{25,26}

La existencia del fenómeno aquí estudiado abre un campo muy amplio para posteriores investigaciones. Es necesario identificar claramente los estímulos a los que las hembras están respondiendo cuando se presenta el efecto y determinar la participación de cada uno de ellos.

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que la presencia de cabras en estro induce la presentación de estro acompañado por pico preovulatorio de LH y ovulación en cabras en anestro estacional. Las características de la actividad ovárica así inducida son semejantes a las de un ciclo fértil, por lo que se deben continuar las investigaciones para determinar si las ovulaciones inducidas son fértiles, así como los mecanismos que participan en la inducción.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la valiosa colaboración de los MVZ Javier Gutiérrez Molotla, Adriana García, Rosa Campos, Francisco J. García y Jorge A. Escamilla durante la toma de datos, así como la participación de las MVZ Clara Murcia y Susana Ramírez en las determinaciones hormonales.

Referencias

1. Valencia MJ, Zarco QL, Ducoing WA, Murcia C, Navarro H. Breeding season of Criollo and Granadina goats under constant nutritional level in the Mexican highlands. In: *Livestock reproduction in Latin America*. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, FAP, 1990. 321-333.
2. Zarco QL, Rodríguez EF, Angulo MRB, Valencia MJ. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim Reprod Sci* 1995;39:251-258.
3. Chemineau P. Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. *J Reprod Fertil* 1983;67:65-72.
4. Cervantes J, Ducoing A, Flores G, Zarco L. Utilización del acetato de melengestrol y acetato de fluorogestona para la inducción de estros en cabras prepúberes y cabras adultas durante la estación de anestro. Zarco L, editor.

- Memorias del V Congreso Nacional de la Asociación de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura; 1988 diciembre 7-9. México, (DF), México, (DF):Asociación de Zootecnistas y Técnicos en caprinocultura A.C., 1988:36-46.
5. McDonald LE. Veterinary endocrinology and reproduction. 4th ed. Philadelphia (PA): Lea and Febiger, 1989.
 6. Ritar AJ, Maxwell WMC, Salamon S. Ovulation and LH secretion in the goat after intravaginal progesterone sponge - PMSG treatment. *J Reprod Fertil* 1983;72:559-563.
 7. Chemineau P. Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim Reprod Sci* 1985;9:87-94.
 8. Amoah EA, Briant MJ. A note on the effect of contact with male goats on occurrence of puberty in female goat kids. *Anim Prod* 1984;38:144-151.
 9. Knight TW, Tervit HR, Lynch PR. Effects of boar pheromones, ram's wool and presence of bucks on ovarian activity in anovular ewes early in the breeding season. *Anim Reprod Sci* 1983;6:129-134.
 10. Knight TW. Are rams necessary for the stimulation of anoestrus ewes with oestrus ewes. *Proc New Zea Soc Anim Prod* 1985;45:49-50.
 11. Ott RS, Nelson DR, Hixon JE. Effect of presence of the male on initiation of estrous cycle activity of goats. *Theriogenology* 1980;13:183-190.
 12. Pearce GP, Oldham CM. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J Reprod Fertil* 1988;84:333-339.
 13. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in the Australian Cashmere goat. 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Anim Reprod Sci* 1993;32:41-53.
 14. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in the Australian Cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim Reprod Sci* 1993;32:55-67.
 15. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in the Australian Cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrus females. *Anim Reprod Sci* 1993;32:69-84.
 16. Delcroix IR, Mauget R, Signoret JP. Existence of synchronization of reproduction at the level of the social group of the European wild boar (*Sus scrofa*). *J Reprod Fertil* 1990;89:613-617.
 17. Wayne NL, Malpau B, Karsch FJ. Social cues can play a role in timing onset of the breeding season of the ewe. *J Reprod Fertil* 1989;87:707-713.
 18. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística. Principios y procedimientos. México (DF): McGraw Hill, 1985.
 19. Escobar MFJ, Zarco QL, Valencia MJ. El fotoperiodo influye sobre la estacionalidad reproductiva de la cabra Criolla en México. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima, Colima, México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C., 1997:508-510.
 10. Wright IA, Rhind SM, Smith AJ, White TK. Female-female influences on the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Anim Prod* 1994;59:49-53.
 21. Izard MK, Vandenberg JG. Priming pheromones from oestrous cows increase synchronization of oestrus in dairy heifers after PGF-2 injection. *J Reprod Fertil* 1982; 66:189-196.
 22. Chemineau P, Levy F, Thimonier J. Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrus behaviour induced by males in the anovular goat. *Anim Reprod Sci* 1986;10:125-132.
 23. Mendl M, Zanella A, Broom DM. Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Anim Behav* 1992;44:1107-1121.
 24. Pedersen LJ, Rojkittikhun T, Einarsson S, Edqvist LE. Postweaning grouped sows: effects of aggression on normal patterns and oestrous behaviour. *Appl Anim Behav Sci* 1993;38:25-39.
 25. Gutiérrez C, Galina C, Rubio I. The influence of the social structure of a Zebu herd on the manifestation of signs of oestrus. *Wld Rev Anim Prod* 1993;28:57-70.
 26. Medrano EA, Hernández O, Lamothe C, Galina CS. Evidence of synchrony in the onset of estrous signs in Zebu cattle following Synchromate-B treatment. *Res Vet Sci* 1996;60:51-54.