



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DOMINANCIA SOCIAL Y SU EFECTO EN  
LA RESPUESTA DE LH Y OVULACIÓN DE  
CABRAS BIOESTIMULADAS MEDIANTE  
EL EFECTO MACHO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :

**ALMA LAURA RAMOS ROJAS**

ASESORES:

Dr LORENZO ALVAREZ RAMIREZ

Dr LUIS A. ZARCO QUINTERO



MEXICO, D.F.

2005

m342191



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mis padres Oliva y Alejandro por darme todo su apoyo, porque ustedes me enseñaron que el “imposible” no existe, siempre y cuando haya voluntad e ilusión, mostrándome así como andar por el camino y con ello me ayudaron a ser la persona que ahora soy.

A mis hermanos Alex y Elizabeth ustedes siempre tuvieron la palabra correcta en el momento correcto, no me permitieron volar más de lo que debía.

A mi otro hermano Luis que aunque estas muy bien allá en el paraíso al que decidiste adelantarte, me dejaste mucho de ti; te extraño.

A “Blondy” porque gracias a ti, mi pasión son los animales.

## GRACIAS

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr Lorenzo Alvarez Ramírez por su paciencia, dedicación y grandes conocimientos que hicieron de este un mejor trabajo.

Al Dr Luis Zarco Quintero por sus consejos para la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado que con sus comentarios me ayudaron a mejorar este trabajo:

Dr Javier Valencia Mendez

MC Alicia Soberón Mobarak

MC Adriana Ducoing Watty

MC Javier Gutiérrez Molotla

A Pedro, Gabriel, Lorenzo, Gabriela y Saúl porque estuvieron conmigo día y noche durante las ventanas de LH; sin ustedes la experimentación hubiera sido imposible.

A Polo, Efrén, Lina, Maritza, Alejandra, Emmanuel, Adrián, Heladio, Lilian y José Luis por su ayuda en todo momento.

A la MVZ Claudia Olmedo por su ayuda en la toma de muestras para progesterona.

A la MVZ Susana Rojas Maya y MVZ Clara Murcia Mejía del departamento de reproducción de la FMVZ por su ayuda en la determinación de hormonas.

Al CEPIPSA por permitirme la realización de este trabajo en sus instalaciones y con sus animales.

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo económico dado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en su proyecto 34924-B.

A mis amigas Arlette y Lula que me aguantaron mis malos ratos y siempre tuvieron una sonrisa para mí cuando lo necesitaba.

A Francisco Espinosa por sus consejos que me tranquilizaron en muchos momentos.

A mis cuñados Isidro y Blanca por su apoyo incondicional.

Al “Baloo” por ser mi conejillo de indias durante mis estudios.

A mis 35 cabras que facilitaron el trabajo, principalmente aquellas 16 que fueron sangradas y al “Mechas” por que sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	6
HIPÓTESIS.....	7
MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	12
CONCLUSIONES.....	16
LITERATURA CITADA.....	21
FIGURAS.....	26

## RESUMEN

RAMOS ROJAS ALMA LAURA. Dominancia social y su efecto en la respuesta de LH y ovulación de cabras bioestimuladas mediante el efecto macho (bajo la dirección de: Dr. Lorenzo Alvarez Ramírez y Dr. Luis Zarco Quintero).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la respuesta en secreción de LH y ovulación de cabras dominantes y subordinadas ante la presencia del macho. Se calculó un índice de éxito (IE) individual en un grupo de 35 cabras anéstricas de acuerdo a su capacidad de desplazar a otros individuos. Las 8 cabras dominantes (mayor IE) y las 8 cabras subordinadas (menor IE) fueron colocadas en un solo corral y se introdujo un macho cabrío (0 horas), se realizaron tres periodos de muestreo sanguíneo (0-6, 12-18 y 33-39 horas) para determinar secreción pulsátil de LH. Con el fin de conocer el momento a la ovulación, se determinaron los niveles de progesterona en muestreos sanguíneos tomados diariamente. La información se analizó con la prueba exacta de Fisher, anova, correlación Spearman y t para muestras relacionadas. Las hembras dominantes presentaron un número mayor de pulsos y una mayor concentración de LH solo durante las primeras 6 horas desde el macho (pulsos:  $2.0 \pm 0.18$  vs  $1.2 \pm 0.25$ ; concentración:  $0.25 \pm 0.03$  vs  $0.14 \pm 0.03$  ng/ml;  $P < 0.05$ ). Un mayor porcentaje de hembras dominantes ovuló al final del experimento (87% -7/8- vs 37, -3/8-;  $P = 0.059$ ). El intervalo a la ovulación tendió ( $P = 0.10$ ) a ser menor en las hembras dominantes ( $8.3 \pm 0.4$  vs  $9.0 \pm 0.5$  días). Se concluye que las cabras dominantes presentan una frecuencia de secreción de LH mayor a la de sus compañeras subordinadas solamente en el periodo inmediato posterior a la introducción del macho, el porcentaje de hembras ovulando es mayor en el grupo de individuos dominantes y el intervalo desde la introducción del macho hasta la ovulación tiende a ser menor.

# DOMINANCIAS SOCIAL Y SU EFECTO EN LA RESPUESTA DE LH Y OVULACIÓN DE CABRAS BIOESTIMULADAS MEDIANTE EL EFECTO MACHO

## Introducción

La introducción repentina del macho a un rebaño de cabras en anestro resulta en la inducción de la ovulación en la mayoría de las hembras, originando el inicio sincronizado de la estación de apareamiento (Ott *et al.*, 1980; Amoah y Bryant, 1984; Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1993a, 1993b).

En las hembras anéstricas los pulsos de hormona luteinizante (LH) se liberan con una frecuencia baja (0.3 pulsos cada 3 horas; Chemineau, 1987). Se ha observado que la primera respuesta ante la introducción del macho es un incremento en la frecuencia (2.2 pulsos cada 3 horas; Chemineau, 1987) y amplitud de secreción pulsátil de dicha hormona; este incremento de la actividad pituitaria estimula el desarrollo folicular, lo que permite la producción de estradiol y con ello la inducción del pico preovulatorio de LH que culminará en la ovulación de la mayoría de las hembras (Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987).

La intensidad del estímulo dada por el macho interviene directamente en la proporción de hembras inducidas. La respuesta que tienen las hembras al efecto macho depende de varios factores, principalmente la profundidad del anestro que presentan las hembras, la proporción de machos utilizada, la duración y el grado de contacto entre sexos (Chemineau, 1987; Alvarez y Zarco, 2001) y la capacidad del macho de bioestimular a las hembras (factores relacionados con el macho -estado nutricional, edad y raza-; Walkden-Brown *et al.*, 1993c).



La eficiencia inductora del macho en éste fenómeno socio-sexual es afectada por múltiples factores. Los machos que manifiestan una conducta sexual más intensa logran inducir una mayor proporción de hembras, ello se ha atribuido a una mayor estimulación de tipo visual, auditiva, feromonal y táctil, aparentemente mediada por un mayor grado de contacto entre machos y hembras, de modo que a mayor contacto entre sexos la respuesta se eleva en proporción de hembras ovulando (Chemineau, 1987) y se hace más rápida (Alvarez *et al.*, 2003).

El efecto macho es capaz de inducir el estro y la ovulación durante el anestro estacional en un mayor número de hembras si los machos son expuestos antes a un tratamiento fotoperiódico. Los machos cabríos tratados durante dos meses a partir de diciembre o enero con días largos (16 hr luz/día), seguidos o no de dos aplicaciones de melatonina, logran inducir al 100% de las hembras en anestro, mientras que los no tratados solo inducen al 10% de ellas (Delgadillo *et al.*, 2003).

La capacidad del macho para inducir una respuesta ovulatoria se ve aumentada, además, si es expuesto antes al contacto con hembras en estro (Knigh, 1985; Knigh *et al.*, 1985; Knigh y Gibb, 1990; Walkden-Brown *et al.*, 1993c). Esto parece deberse al aumento en la secreción de LH y testosterona que tiene el macho al tener contacto con hembras en estro (Howland *et al.*, 1985), provocando cambios en la conducta y producción de feromonas del seminal, lo que aumentaría entonces su capacidad de inducción de la ovulación en hembras anéstricas (Walkden-Brown, 1991).

Por otro lado, la cabra doméstica (*Capra hircus*) es una especie sociable que al vivir en grupos forma estructuras jerárquicas fuertes y relativamente estables (Fournier y Festa-Bianchet, 1995). La vida en grupo permite a éste tipo de especies contar con ventajas como

la protección que da el rebaño, el aumento en la probabilidad de encontrar alimento y la defensa conjunta del territorio común; sin embargo, la vida en sociedad también implica desventajas como la mayor probabilidad de contraer alguna enfermedad y el tener que competir por recursos escasos con otros miembros del grupo (Fournier y Festa-Bianchet, 1995). La competencia puede llevar a la agresión, y los individuos se pueden beneficiar de patrones de conducta social que les permita evitar los costos de la conducta agonista. La dominancia social es una estrategia útil para este fin. El concepto “dominancia” se refiere al resultado de la interacción entre un par de individuos, en la que el ganador de la interacción es llamado dominante y el otro subordinado (Kauffmann, 1983; Fraser y Broom, 1998).

En cabras la dominancia es un fenómeno que se determina principalmente por el peso corporal, tamaño de los cuernos y la edad, en dicha especie el fenómeno es estable hasta por dos años y puede cambiar debido a la introducción de nuevos individuos al grupo o a la maduración de los animales jóvenes que buscan un lugar en la sociedad (Conway *et al.*, 1986; Matsuzawa y Shiraishi, 1992).

Trabajando con ciervo rojo (*Cervus elaphus*), Clutton-Brock *et al.* (1986) probaron que las hembras dominantes se gestan de manera anticipada a las subordinadas cuando interactúan libremente con los machos. Al parecer, la gestación anticipada de los individuos dominantes es resultado de su mayor capacidad para mantenerse cerca del macho.

Se ha encontrado que la posición social de los animales influye sobre la actividad reproductiva, la baja jerarquía puede afectar la conducta sexual de las hembras y el estrés social resultante puede interferir con la secreción preovulatoria de LH, causando así la falta

de conducta estral y de ovulación (Paterson y Pearce, 1989; Mahesh y Brann, 1992; Von Borell, 1995).

Recientemente, Alvarez *et al.* (2003) demostraron que las cabras dominantes de un rebaño tienden a mantener un mayor contacto con el macho, lo que permite que su ovulación y gestación se anticipen significativamente a las subordinadas. En otro estudio de los mismos autores (Alvarez *et al.*, 2004), las hembras dominantes tienden a responder con una mayor secreción de LH inmediatamente después de la introducción del macho, sugiriendo que la dominancia alta favorecería una respuesta mayor y más rápida aún cuando el contacto con el macho sea similar. Desafortunadamente, las hembras con una mejor respuesta en secreción de LH no fueron evaluadas en su respuesta ovulatoria, por lo que en dicho trabajo se desconoce si existió o no la ovulación en tales cabras (Alvarez *et al.*, 2004).

La progesterona es la principal hormona que controla el ambiente uterino luego de la ovulación, su concentración sanguínea está altamente relacionada con el desarrollo embrionario temprano (Mann y Lamming, 1999; Mann y Lamming, 2001) de modo que un descenso importante podría ocasionar la muerte embrionaria y la repetición del ciclo sexual, lo que provocaría que se retrasara la fecha de concepción efectiva. En ciervos, los niveles de progesterona que alcanzan las hembras dominantes luego de su sincronización con progestágenos y prostaglandinas, son superiores a los de sus compañeras subordinadas (Flint *et al.*, 1997; Goodwin *et al.*, 1999). Así, es posible que la gestación anticipada de las hembras dominantes reportada en ciervos (Clutton-Brock *et al.*, 1986) y cabras (Alvarez *et al.*, 2003) se deba a que estos animales tengan menor incidencia de mortalidad embrionaria, lo que podría estar mediado por niveles más elevados de progesterona en los animales con mayor rango social.

### **Justificación**

En cabras, la estacionalidad en la actividad reproductiva obliga a que se busquen distintas soluciones que permitan contar con una producción constante. La utilización de productos hormonales puede contribuir a solucionar la problemática, sin embargo, su precio y disponibilidad los hace poco accesibles a la gran mayoría de los productores; ello hace necesario el estudio de alternativas económicas y al alcance de todos los productores como el efecto macho, fenómeno en el que es importante identificar las características individuales que en las hembras provocan diferencias en la respuesta.

## **Objetivos**

Determinar la respuesta a la bioestimulación sexual por efecto macho en la secreción de LH y ovulación en cabras dominantes y subordinadas separadas de su grupo original.

### **Hipótesis**

Las hembras dominantes responden con una mayor frecuencia de secreción de LH en forma anticipada a las subordinadas.

Las hembras dominantes ovulan en forma anticipada a las subordinadas.

## Material y métodos

El experimento se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el kilómetro 29 de la carretera federal México-Cuernavaca, en la delegación Tlalpan, D.F., a una altura de 2760 msnm, a 19° 13' latitud Norte y 99° longitud Oeste. El clima de la zona es de tipo C(W) (W) b (ij), que corresponde al semifrío-semihúmedo con lluvias en verano, según la modificación al sistema de clasificación climatológica de Koepen (García, 1981). La precipitación pluvial anual es de 800 a 1,200 mm y la temperatura promedio de 10° C. El protocolo fue aprobado por el Comité Interno para el Cuidado y Uso de Animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El trabajo se realizó en los meses de julio y agosto, utilizando un total de 35 cabras en anestro cruza de las razas Saanen, Murciana Granadina y Alpino Francés, mantenidas en un corral de 160 m<sup>2</sup>. Durante 21 días se realizó un estudio conductual con una duración de 4 horas diarias y un horario de 10:00-12:00 y de 14:00-16:00. En dicho estudio se registraron los eventos agonistas definidos por Alvarez *et al.* (2003) como: topeteos, conducta en donde una cabra hace contacto con su cabeza con cualquier parte del cuerpo de otra cabra (figura a); amenazas, conducta en donde una cabra se mueve intencionalmente hacia otro animal moviendo la cabeza con clara intención de agredir (figura b); persecuciones, conducta en donde una cabra se mueve intencionalmente hacia otro animal provocando su huida en seguimiento de por lo menos 3 metros (figura c); mordidas, conducta en la que una cabra muerde cualquier parte de otra cabra (figura d), y evasiones, conducta en donde una cabra se aleja de otro individuo con o sin interacción

previa entre ambos (figura e). Con esta información se calculó el índice de éxito al desplazar a otros individuos (IE) para cada una de las cabras en la forma siguiente:

$$IE = \frac{\text{Número de cabras que es capaz de desplazar}}{(\text{Número de cabras que es capaz de desplazar} + \text{Número de cabras que la desplazan})}$$

Una vez calculado el IE, las 8 cabras dominantes (mayor IE) y las 8 cabras subordinadas (menor IE) fueron separadas y colocadas en un solo corral en donde fueron sangradas cada 30 minutos durante 2.5 horas para la determinación de LH. Posterior a esto se introdujo un macho entero sexualmente activo al cual se le permitió la monta y se continuó con la toma de muestras durante 6 horas dándose después un descanso de 6 horas, para repetir el muestreo con las mismas características una vez más, después de un periodo de descanso de 15 horas se empezó un último muestreo cada 20 minutos durante 6 horas. Para la toma de éstas muestras, todos los animales fueron canalizados endovenosamente (figura f) utilizando un catéter de nylon de 0.7 mm conectado a una llave de tres vías; el catéter permaneció adherido al cuello de las cabras durante los tres periodos de muestreo y fue lavado con una solución con 100 UI de heparina luego de cada muestreo. El macho permaneció dentro del corral durante un mes completo.

La evaluación de la secreción de LH se realizó según los criterios descritos por Claus *et al.* (1990). Así, una elevación en la concentración de LH fue definida como “pulso” cuando: (1) por lo menos los dos valores previos mostraron una reducción progresiva o permanecieron en niveles basales, (2) el incremento fue al menos de un 40% sobre el valor basal previo y (3) fue seguido por un descenso de las concentraciones en al menos dos



muestras. Los valores basales se definieron como el promedio de las cinco concentraciones menores, y fueron calculadas para cada uno de los animales (Mattioli *et al.*, 1986; Claus *et al.*, 1990).

Pasados 8 días desde la introducción del macho se tomaron muestras sanguíneas diariamente durante 24 días para determinar los niveles de progesterona y poder estimar el momento de la ovulación (según los criterios descritos por de Castro *et al.*, 1999), así como la duración del ciclo inducido. El día de la ovulación se calculó restando 4 días al momento en que los niveles de progesterona alcanzaron 1ng/ml y se mantuvieron así por 4 muestreos consecutivos (de Castro *et al.*, 1999). Para cada animal, se calculó el total de progesterona producida durante el ciclo, para ello se sumaron todos los valores del esteroide siempre que se mantuvieron arriba de los niveles indicativos de ovulación. Estas muestras fueron tomadas utilizando tubos Vacutainer® y agujas PrecisionGlide® estériles de 0.8x38mm; ello debido a la dificultad práctica de mantener la canalización endovenosa durante el tiempo necesario.

Todas las muestras fueron centrifugadas inmediatamente después de su colección y el plasma obtenido fue congelado a -20°C hasta su análisis en el laboratorio del Departamento de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Todos los animales fueron pesados 3 días antes de la introducción del macho. Se comparó la concentración de LH en todos los animales independientemente de la condición social, antes y después de la introducción del macho, de igual forma se comparó para cada grupo (dominantes y subordinadas) el índice de éxito antes y después de separarse de su grupo original y la concentración de LH antes y después de la introducción del macho. Se

comparó entre cabras dominantes y subordinadas el peso corporal, la frecuencia de secreción pulsátil de LH y su concentración media antes y después de la introducción del macho, el tiempo al primer pulso de LH posterior a la introducción del macho, los pulsos totales de LH después de introducir al macho, el tiempo a la ovulación después de la introducción del macho, los niveles de progesterona alcanzados durante todo el ciclo inducido por el semental (considerando únicamente a los animales que ovularon de cada grupo) y la proporción de hembras ovulando. Se calculó la correlación entre el índice de éxito antes y después de la introducción del macho. La información se analizó mediante la prueba exacta de Fisher, análisis de varianza, correlación Spearman y la prueba de t para muestras relacionadas (StatSoft®; Statsoft, 1998).

## **Resultados**

### *Peso corporal*

El peso corporal fue mayor en las cabras dominantes que en las subordinadas ( $60.41 \pm 2.38$  vs  $51.76 \pm 2.25$ , Kg $\pm$ ee, dominantes y subordinadas respectivamente;  $P=0.01$ ).

### *Conducta social*

Luego del retiro de los 8 animales dominantes y 8 subordinados, la posición social dentro del nuevo grupo no cambió. El IE obtenido antes de dicho cambio (en el grupo de 35 hembras) se correlacionó de manera positiva con el obtenido después (en el grupo de 16 individuos;  $r=0.80$ ,  $P<0.001$ ); en la figura 1 se muestra dicha correlación entre el índice de éxito antes y después de ser separados del grupo original. El IE obtenido por todos los animales no cambió con la formación del nuevo grupo (IE=  $0.48 \pm 0.06$  vs  $0.48 \pm 0.07$ ; antes y después respectivamente;  $P>0.05$ ). Los cambios en el IE no fueron significativos entre grupos ( $0.03 \pm 0.03$  vs  $-0.04 \pm 0.04$ ; dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ).

### *Pulsos de LH*

No fue posible identificar pulsos de LH en los periodos anteriores a la introducción del macho, debido a ello no se realizó el análisis correspondiente.

En la figura 2 y 3 se muestran los valores de LH de cabras dominantes y subordinadas respectivamente durante todo el experimento.

En las primeras 6 horas desde la introducción del macho (primera ventana de muestreo), las hembras dominantes presentaron un mayor número de pulsos de LH que las subordinadas ( $2.0 \pm 0.18$  vs  $1.2 \pm 0.25$ , media $\pm$ ee, para dominantes y subordinadas respectivamente;  $P=0.03$ ).

Doce horas después de la introducción del macho (segunda ventana de muestreo), el número de pulsos de LH que se detectó durante las seis horas de muestreo fue similar entre grupos ( $2.5 \pm 0.18$  vs  $2.1 \pm 0.29$ , dominantes y subordinados respectivamente;  $P > 0.05$ ).

Treinta y tres horas después de la introducción del macho (tercera ventana de muestreo), el número de pulsos de LH que se detectó durante las seis horas de muestreo fue similar entre ambos grupos ( $2.6 \pm 0.29$  vs  $3 \pm 0.57$ , dominantes y subordinadas respectivamente;  $P > 0.05$ ).

El tiempo al primer pulso de LH, luego de la introducción del macho, fue similar entre grupos ( $105 \pm 25$  vs  $236 \pm 81$  minutos  $\pm$  ee, dominantes y subordinadas respectivamente;  $P > 0.05$ ).

#### *Pulsos totales de LH*

El número de pulsos totales de LH durante las 18 horas de muestreo fue similar entre grupos ( $7.5 \pm 0.5$  vs  $6.3 \pm 0.6$ , dominantes y subordinadas respectivamente;  $P > 0.05$ ).

#### *Concentración de LH*

La concentración media de LH en las 2.5 horas posteriores a la introducción del macho fue superior a la obtenida en el periodo anterior a la entrada del semental en todos los animales, independientemente de su condición social ( $0.21 \pm 0.03$  vs  $0.06 \pm 0.02$  ng/ml, media  $\pm$  ee, antes y después de la introducción del macho respectivamente;  $P < 0.05$ ).

Tanto en las cabras dominantes como en las subordinadas, la concentración media de LH se incrementó luego de la introducción del macho (dominantes:  $0.10 \pm 0.03$  vs  $0.27 \pm 0.04$ ; subordinadas:  $0.03 \pm 0.01$  vs  $0.14 \pm 0.03$ ; antes y después respectivamente;  $P = 0.02$ ).

La concentración media de LH antes de la introducción del macho tendió ( $P = 0.09$ ) a ser mayor en las cabras dominantes que en las subordinadas ( $0.1 \pm 0.03$  vs  $0.03 \pm 0.01$  ng/ml, dominantes y subordinadas respectivamente).

En las primeras seis horas desde la introducción del macho, las hembras dominantes presentaron una mayor concentración media de LH que las subordinadas ( $0.25 \pm 0.03$  vs  $0.14 \pm 0.03$  ng/ml, dominantes y subordinadas respectivamente;  $P=0.03$ ). Sin embargo, el incremento de LH con respecto de los valores anteriores a la introducción del macho no fue diferente ( $0.14 \pm 0.03$  vs  $0.11 \pm 0.04$ ; dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ).

Doce horas después de haber introducido al macho, la concentración media de LH durante las seis horas de muestreo fue similar entre ambos grupos ( $0.28 \pm 0.03$  vs  $0.21 \pm 0.04$  ng/ml, dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ); el incremento de LH con respecto de los valores anteriores a la introducción del macho no fue diferente ( $0.17 \pm 0.05$  vs  $0.18 \pm 0.04$ ; dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ).

Treinta y tres horas después de la introducción del macho, la concentración media de LH durante las seis horas de muestreo fue similar entre ambos grupos ( $3.94 \pm 3.34$  vs  $0.37 \pm 0.09$ , dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ); el incremento de LH con respecto de los valores anteriores a la introducción del macho no fue diferente ( $3.34 \pm 3.14$  vs  $0.34 \pm 0.09$ ; dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ).

#### *Ovulación y niveles de progesterona*

El periodo a la ovulación desde la introducción del macho tendió a ser menor ( $P=0.10$ ) en las cabras dominantes que en las subordinadas ( $8.3 \pm 0.48$  vs  $9.0 \pm 0.58$ , días $\pm$ ee, dominantes y subordinadas respectivamente).

El porcentaje de hembras con ovulación fue mayor ( $P=0.059$ ) en el grupo de las cabras dominantes que en el de las subordinadas (87.5%, 7/8 vs 37.5%, 3/8; dominantes y subordinadas respectivamente; figura 4).

Los niveles de progesterona alcanzados luego de la ovulación fueron similares entre grupos (145.28±18.87 vs 113.62±9.12, dominantes y subordinadas respectivamente;  $P>0.05$ ). En las figuras 5, 6 y 7 se muestran los niveles séricos de progesterona en cabras dominantes y subordinadas respectivamente durante todo el experimento.

## Discusión

El peso de las hembras dominantes fue significativamente mayor que el de las subordinadas. Otros autores han encontrado resultados similares en cabras domésticas e incluso en otras especies un mayor peso corporal puede asociarse a una posición jerárquica alta (Bouissou, 1972; Drickamer *et al.*, 1999). Contrario a lo anterior, otros autores han encontrado resultados distintos en cabras silvestres (Côté, y Festa-Bianchet, 2001) y domésticas en lactación (Fernández, 2004), sugiriendo que otros factores, además del peso corporal, afectan la posición social que el animal ocupa. En el presente estudio, todos los animales utilizados tuvieron un peso superior a 45 Kg., lo que para la especie y las razas utilizadas es considerado plenamente compatible con la respuesta a estímulos reproductivos.

La condición social de los animales no se afectó al ser movidos de su grupo original (población de 35 individuos). En un estudio similar, Alvarez *et al.* (2004) sugieren que la condición social de las cabras se mantiene cuando son separadas de su grupo original junto con algunas de sus compañeras, sin embargo no se realizaron las mediciones necesarias para confirmarlo. Estos resultados confirman que las cabras que son dominantes en una población dada, tienden a seguirlo siendo en poblaciones con estructuras físicas diferentes pero donde los individuos presentes son parte de la población inicial.

Durante las primeras 6 horas después de haber introducido al macho, las hembras de mayor índice de éxito tuvieron un mayor número de pulsos de LH en relación con las hembras subordinadas. En la cabra cashmere Australiana se han reportado resultados similares para hembras dominantes y subordinadas luego del contacto con el macho (Alvarez *et al.*, 2004). Varios autores (ovejas: Martin *et al.*, 1986; cabras: Chemineau, 1987) mencionan

que la primera respuesta que se tiene ante la introducción del macho es un aumento inmediato en la frecuencia con que se secreta la LH, dichos autores establecen que tal respuesta inicia en los primeros minutos desde el contacto con el semental ( Martin *et al.*, 1986; Chemineau, 1987); sin embargo el aumento en la secreción de LH no fue tan evidente en nuestro estudio, situación que otros autores han encontrado (Alvarez *et al.*, 2004). Según Alvarez *et al.* (2004), el mayor número de pulsos presentado por los individuos dominantes podría representar una mayor facilidad para responder a estímulos sexuales diversos, sin embargo, esto no se confirma con el resto de la información de LH pulsátil.

En el estudio del efecto macho, se ha establecido que el grado de contacto de las hembras con el semental determina las características de la respuesta (Chemineau, 1987); así, los grupos de hembras que tienen un mayor contacto con el semental tienden a presentar un mayor porcentaje de ovulaciones y a hacerlo en tiempos más cortos. Alvarez *et al.* (2003) demostraron que las hembras de mayor jerarquía (o mayor IE) tienen un contacto más estrecho con el macho en comparación con las de menor jerarquía (o menor IE). En nuestro estudio, los resultados en las primeras horas desde la introducción del macho podrían explicarse si se acepta que las dominantes tuvieron un mayor grado de contacto, sin embargo tal interacción con el semental no se registró.

La diferencia en el número de pulsos de LH encontrada en las primeras 6 horas desde la introducción del macho no se mantuvo en el segundo periodo de muestreo; desde las 12 y hasta las 18 horas luego de la introducción del macho la secreción pulsátil de LH fue similar entre grupos. Resultados similares encontraron Alvarez *et al.* (2004) en la cabra cashmere Australiana. En promedio, el intervalo desde la introducción del macho al primer



pulso de LH detectado fue numéricamente menor en las cabras dominantes, sin embargo dicha diferencia no fue significativa, posiblemente debido a la alta variación dentro de los grupos.

Del total de hembras expuestas al macho, el 62% de ellas ovuló en los primeros 11 días del experimento, ello aún cuando el semental estuvo presente durante un mes completo. Dicha respuesta en ovulación puede considerarse como de las más bajas aceptables en el fenómeno, dado que la proporción de cabras con ovulación luego de la introducción del semental suele estar entre el 60 y el 90% (Chemineau, 1987; Alvarez, 2004). De las hembras con ovulación, el 70% fue del grupo dominante y el 30% del grupo subordinado. A diferencia del trabajo de Alvarez *et al.*, (2004), el presente estudio permitió establecer que las hembras ovularon entre 8 y 9 días luego de la introducción del macho. El tiempo a la ovulación fue similar al obtenido en otros estudios (Ott *et al.*, 1980; Walkden-Brown *et al.*, 1993a; Alvarez *et al.*, 2003, 2004;). Lo anterior explica la ausencia de cambios importantes en la secreción de LH inmediatamente después de la introducción del macho, dado que dichos cambios debieron ocurrir entre 24-48 horas antes de la ovulación, nuestro protocolo de muestreo no logró detectarlos.

El protocolo de muestreo para medición de LH fue seleccionado con base a la información obtenida de Chemineau (1987), quien considera una respuesta inmediata luego de la introducción del macho; en nuestro caso sin embargo, la respuesta esperada después de la introducción del semental no se dio dentro del periodo de muestreo. Como explicación de lo anterior se han mencionado factores relacionados a las hembras como la profundidad del anestro en el rebaño, y factores relacionados al macho como su nivel de actividad sexual durante el cortejo (Chemineau, 1987; Walkden-Brown *et al.*, 1993c; Alvarez y Zarco,

2001), es posible que los animales utilizados en el presente trabajo no se encontraban en las condiciones ideales para obtener este efecto de forma inmediata.

En cabras no se ha informado sobre una mayor proporción de hembras con ovulación en los grupos dominantes de un rebaño. Alvarez *et al.* (2003, 2004) encontraron que un mayor porcentaje de cabras dominantes manifiestan conducta estral, pero las proporciones de hembras con ovulación son similares. En especies considerablemente diferentes, la ovulación puede ser inhibida en los individuos subordinados por fenómenos que no se han descrito en cabras (Saltzman *et al.*, 1998; Abbot *et al.*, 2003). En nuestro estudio, la no ovulación de una alta proporción en las cabras subordinadas podría deberse a retrasos propios en la respuesta al fenómeno provocados por la estación anual y por condiciones propias al individuo relacionadas con la dominancia social, como el peso corporal; sin embargo, este último argumento no es fácilmente aplicable a nuestros resultados, debido a que todos los animales tenían un peso superior a 45 kg., lo que en la especie y las razas utilizadas es suficiente para ser considerado como pesos de animales adultos y sexualmente maduros.

En el primer estudio sobre el efecto de la dominancia social en la respuesta al efecto macho en cabras Alvarez *et al.* (2003) demostraron que las hembras dominantes tienen un mayor contacto con el macho, lo que aparentemente les permite ovular y manifestar conducta estral en forma anticipada a las subordinadas. Además, aún cuando el estro se presente al mismo tiempo en las hembras del rebaño, las cabras dominantes lo manifiestan con mayor intensidad y con mayor proporción dentro del grupo (Alvarez, 2004). Todo ello en conjunto, permite a las hembras dominantes la posibilidad de gestarse en primer lugar, fenómeno que se ha descrito también en el ciervo rojo (Clutton-Brock *et al.*, 1986).

Los niveles totales de progesterona no fueron diferentes entre grupos al considerar solamente a los animales que ovularon en cada grupo. Varios autores han encontrado que los niveles del esteroide están positivamente relacionados con la posición social del individuo; en ciervos (Flint *et al.*, 1997; Goodwin *et al.*, 1999) las hembras dominantes producen mayores cantidades de progesterona que sus compañeras subordinadas. En tal especie, los valores altos de progesterona se han utilizado como un argumento para explicar su mayor éxito reproductivo (Flint *et al.*, 1997; Goodwin *et al.*, 1999). El presente estudio no encontró evidencias de que cabras dominantes y subordinadas difieran en su capacidad para producir progesterona en el ciclo inducido por el macho.

Se concluye que las cabras dominantes presentan una frecuencia de secreción de LH mayor a la de sus compañeras subordinadas solamente en el periodo inmediato posterior a la introducción del macho, y que la condición de dominancia no afecta el intervalo al primer pulso como indicativo de la respuesta. Además, en el grupo de hembras dominantes el intervalo desde la introducción del macho hasta la ovulación tiende a ser menor, mientras que el porcentaje de hembras ovulando es mayor. En estudios futuros, se sugiere considerar diferentes protocolos de muestreo para medición de LH, además de considerar aspectos relacionados a la actividad sexual del macho y profundidad del anestro en las hembras.

## Referencias

1. Abbot DH, Keverne EB, Bercovitch FB, Shively CA, Mendoza SP, Saltzman W, Snowdon CT, Ziegler TE, Banjevic M, Garland T Jr, Sapolsky RM. Are subordinates always stressed? A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Horm & Behav* 2003;43:67-82
2. Alvarez L, Martin GB, Galindo F, Zarco LA. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Appl Anim Behev Sci* 2003;84:119-126.
3. Alvarez L, Zarco L, Galindo F, Blache D, Martin GB. Effect of social rank on LH secretion, estrus and ovulation in response to the male effect in the Australian cashmere goat. *Appl Anim Behav Sci* 2004:Enviado.
4. Alvarez L, Zarco L. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet Méx* 2001;32:117-129.
5. Alvarez L. Efecto de la dominancia social sobre la efectividad de la inducción de actividad ovárica en cabras anéstricas mediante bioestimulación sexual con machos o con hembras en estro (tesis de Doctorado). México, D.F., México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 2004.
6. Amoah EA, Bryant MJ. A note on the effect of contact with male goats on occurrence of puberty in female goat kids. *Anim Prod* 1984;38:141-144.
7. Bouissou MF. Influence of body weight and presence of horns on social rank in domestic cattle. *Anim Behav* 1972;20:474-477.
8. Chemineau P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats – a review. *Livest Prod Sci* 1987;17:135-147.

9. Claus R, Over R, Dehenhard M. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Anim Reprod Sci* 1990;22:27-38.
10. Clutton-Brock TH, Albon SD, Guinness FE. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in deer. *Anim Behav* 1986;34:460-471.
11. Conway MLT, Blackshaw JK, Daniel RCW. The effects of agonistic behaviour and nutritional stress on both the success of pregnancy and various plasma constituents in Angora goats. *Appl Anim Behav Sci* 1996;48:1-13
12. Côté DS, Festa-Bianchet, M. Reproductive success in female mountain goats: the influence of age and social rank. *Anim. Behav.* 2001;62:173-181.
13. de Castro T, Rubianes E, Menchaca A, Rivero A. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology* 1999;52:399-411.
14. Delgadillo SJA, Flores CJA, Véliz DFG, Duarte MG, Vielma SJ, Poindron MP, Malpoux B. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Méx* 2003, 34:1:69-79.
15. Drickamer LC, Arthur RD, Thomas L. Predictors of social dominance and aggression in gilts. *Appl Anim Behav Sci* 1999;63:121-129.
16. Fernández PMA. Efecto de la reagrupación y la dominancia social sobre la conducta social y producción de leche de cabras Alpino Francés (tesis de Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 2004.

17. Flint APF, Albon SD, Loudon ASI, Jabbour HN. Behavioral dominance and corpus luteum function in Red Deer *Cervus elaphus*. *Horm & Behav* 1997;31:296-304.
18. Fournier F, Festa-Bianchet M. Social dominance relationships in adult female mountain goats. *Anim Behav* 1995;49:1449-1459.
19. Fraser D, Broom DM. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. 2th edition. Baillière Tindall, London. 1998.
20. García ME. Modificación al sistema de clasificación climatológica de Koepen. Offset Larios S.A. (editor), México, 1981.
21. Goodwin N, Hayssen V, Deakin DW, Flint APF. Influence of social status on ovarian function in farmed Red Deer (*Cervus elaphus*). *Physiol & Behav* 1999;65:691-696.
22. Howland BE, Standford LM, Palmer WM. Changes in the serum levels of LH, FSH, prolactin, testosterone and cortisol associated with season and mating in male pygmy goat. *J Androl* 1985;6:89-96.
23. Kauffmann JH. On the definition and functions of dominance and territoriality. *Biol Rev* 1983;58:1-20.
24. Knigth TW. Are rams necessary for the stimulation of anoestrus ewes? *Proc NZ Soc Anim Prod* 1985;45:49-50.
25. Knigth TW, Gibb M. Effect of social facilitation and regulin implants on the ram's ability to stimulate ewes. *Proc Aust Soc Reprod* 1990;22: 13.(Abst.).

26. Mahesh VB, Brann DW. Interaction between ovarian and adrenal steroids in the regulation of gonadotropin secretion. *J Steroid biochem Mol Biol* 1992;41:459-513.
27. Mann GE, Lamming GE. The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. *Reprod Dom Anim* 1999;34:269-274.
28. Mann GE, Lamming GE. Relationship between the maternal endocrine environment, early embryo development and the inhibition of the luteolytic mechanism in the cow. *Reproduction* 2001;121:75-180.
29. Martin GB, Oldman CM, Cognié Y, Pearce CT. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest Prod Sci* 1986;15:219-247.
30. Matsuzawa Y, Shiraishi T. Relationship between aggressive behaviour and social dominance in small herd of goats. *Anim Sci Technol (Jpn.)*1992;63(5):503-513.
31. Mattioli M, Conte F, Galeati G, Seren E. Effect of naloxone on plasma concentrations of prolactin and LH in lactating sows. *J Reprod Fertil* 1986;76:167-173.
32. 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.
33. Paterson AM, Pearce GP. Boar-induced puberty in gilts handled pleasantly or unpleasantly during rearing. *Appl Anim Behav Sci* 1989;22:225-233.

34. Satlzman W, Schultz-Darken NJ, Wegner FH, Wittwer DJ, Abbot DH. Suppression of cortisol levels in subordinate female marmosets: reproductive and social contributions. *Horm & Behav* 1998;33:58-74
35. StatSoft, Inc. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc. 1998.
36. Von Borell E. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for performance of farm animals. *Appl Anim Behav Sci* 1995;44:219-227.
37. Walkden-Brown SW. Environmental and social influences on reproduction in Australian cashmere goats (PhD thesis). University of Queensland, Australia, 1991.
38. 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* 1993a;32:41-53.
39. 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* 1993b;32:55-67.
40. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrus females. *Anim Reprod Sci* 1993c;32:69-84.





**Figura a.** Topeteo, conducta en donde una cabra hace contacto con su cabeza con cualquier parte del cuerpo de otra cabra



**Figura b.** Amenaza, conducta en donde una cabra se mueve intencionalmente hacia otro animal moviendo la cabeza con clara intención de agredir.



**Figura c.** Persecución, conducta en donde una cabra se mueve intencionalmente hacia otro animal provocando su huida en seguimiento de por lo menos 3 metros



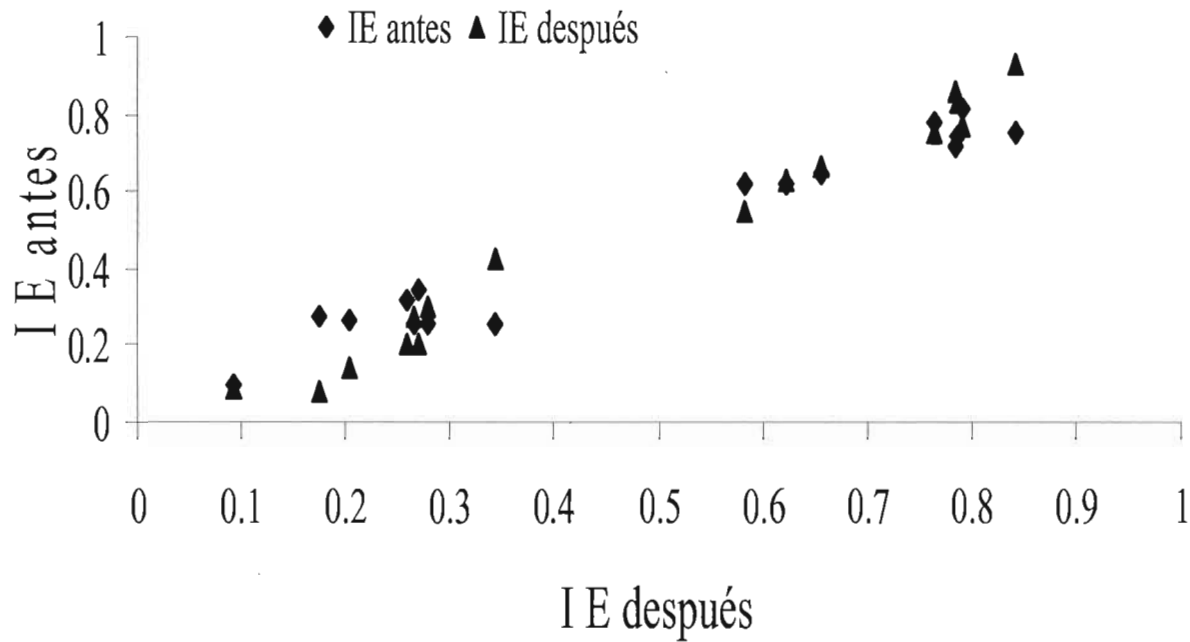
**Figura d.** Mordida, conducta en la que una cabra muerde cualquier parte de otra cabra.



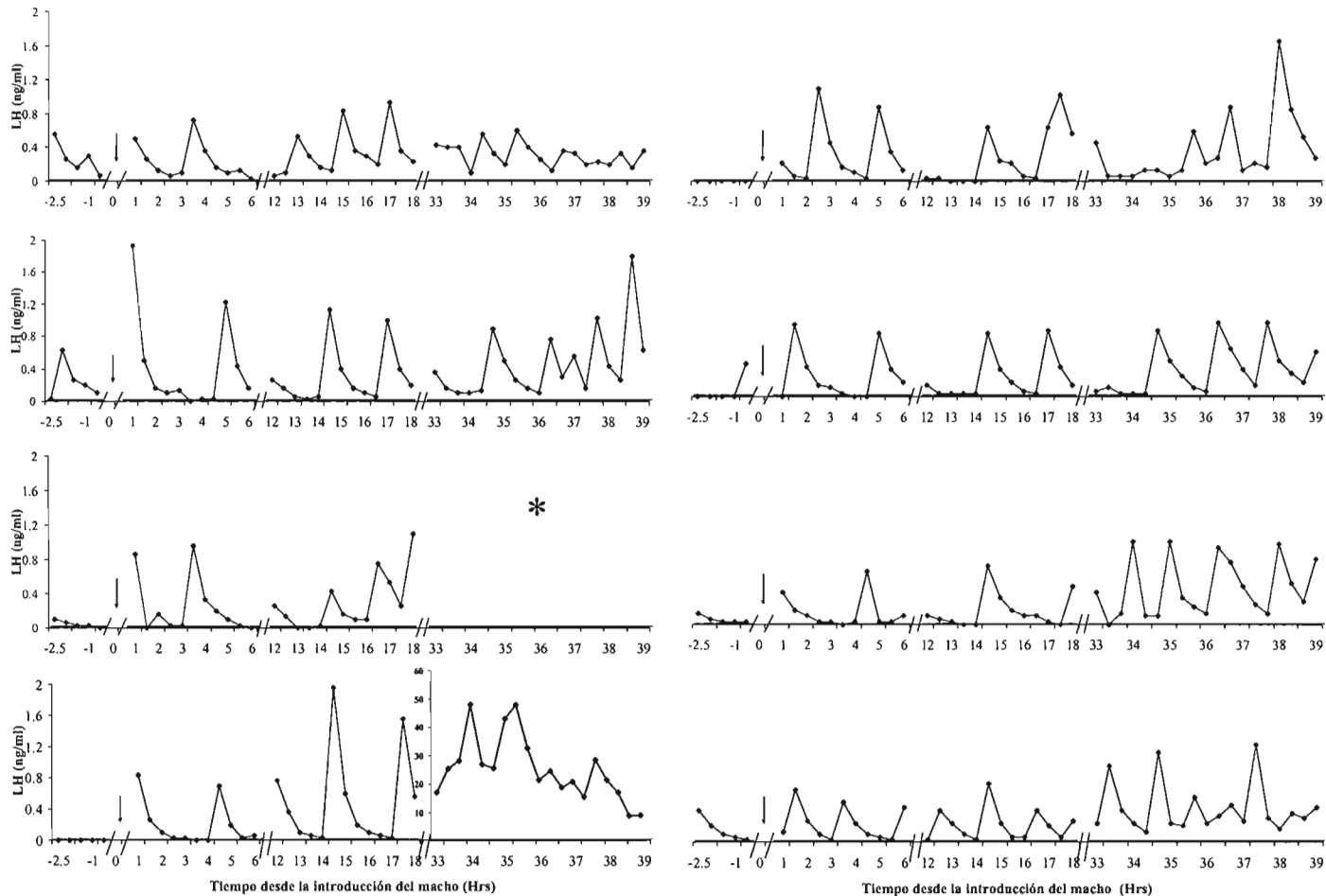
**Figura e.** Evasión, conducta en donde una cabra se aleja de otro individuo con o sin interacción previa entre ambos



**Figura f.** Animal canalizado endovenosamente utilizando un catéter de nylon de 0.7 mm conectado a una llave de tres vías para la toma de muestras para la determinación de LH



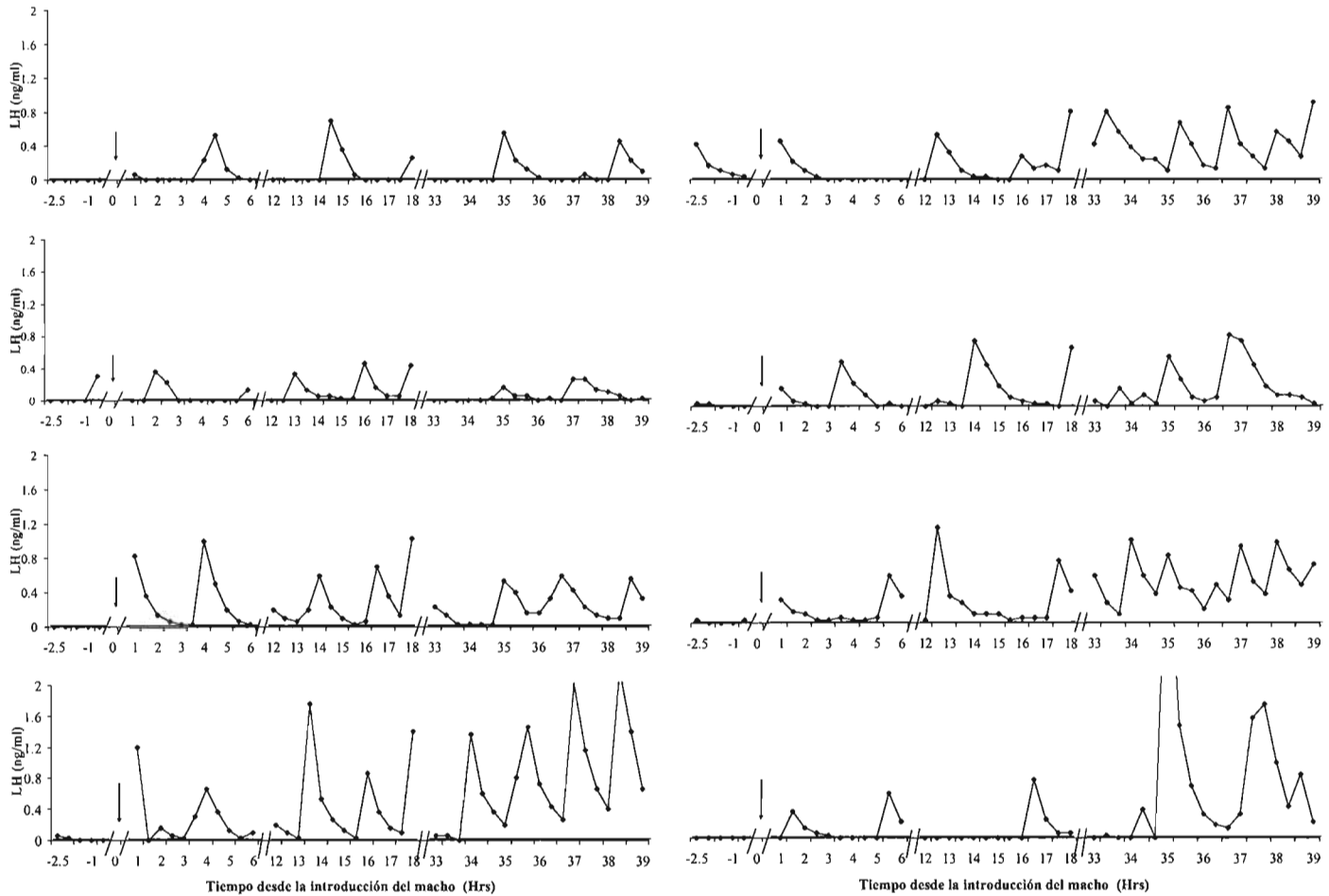
**Figura 1.** Correlación entre el índice de éxito (IE) de los 16 animales (8 dominantes y 8 subordinados) antes y después de ser separados del grupo original de 35 individuos ( $r=0.80$ ,  $P<0.001$ ).



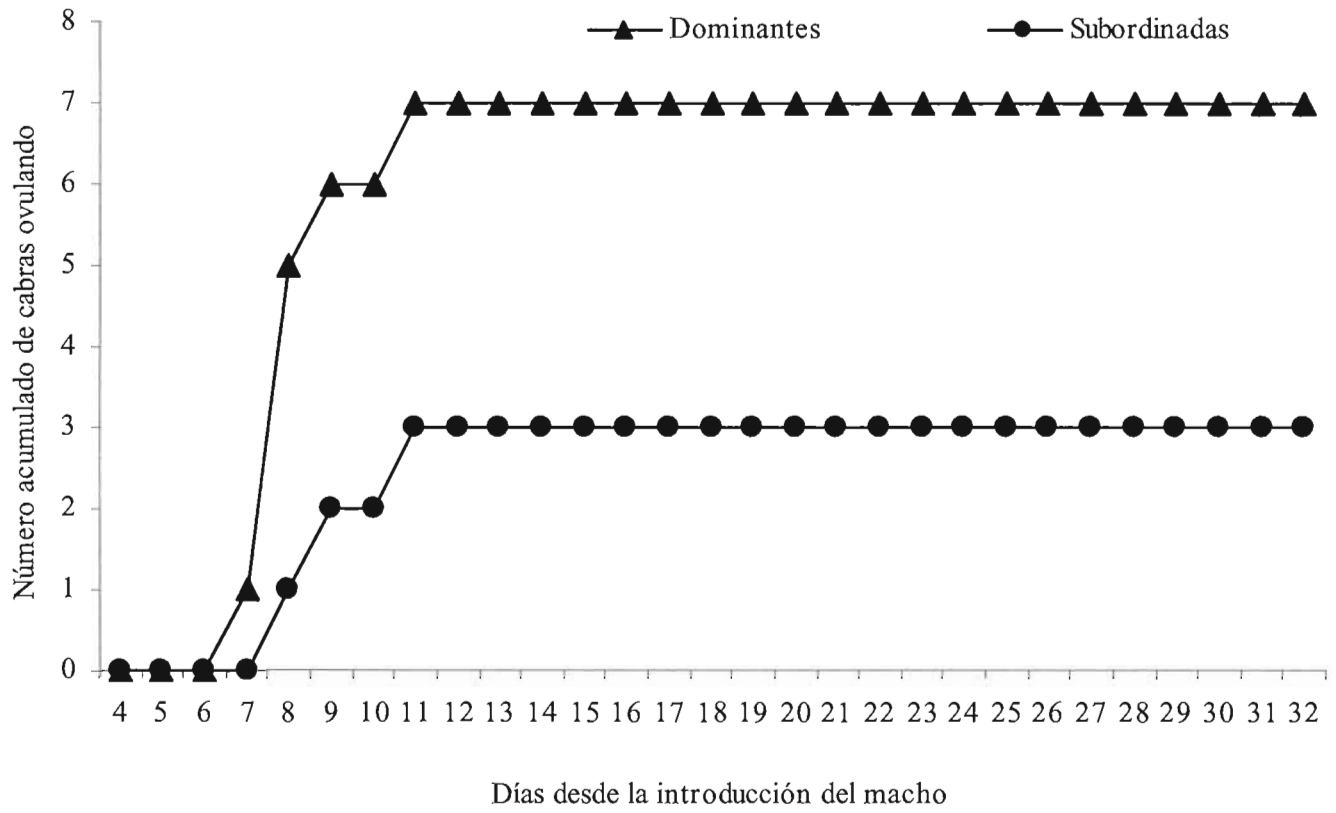
**Figura 2.** Valores de LH en las cabras dominantes en diferentes momentos luego de la introducción del macho (flecha). Nótese que en el gráfico inferior de la izquierda se utiliza un segundo eje para indicar el incremento de dicha hormona.

\*=sin valores por pérdida de muestras.

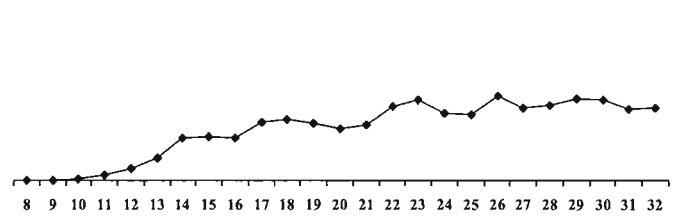
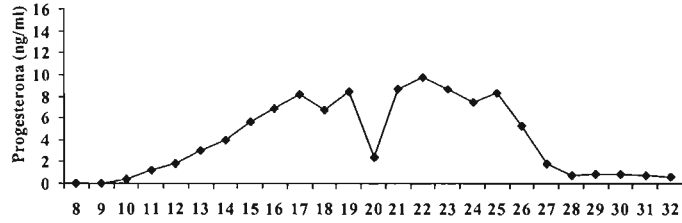
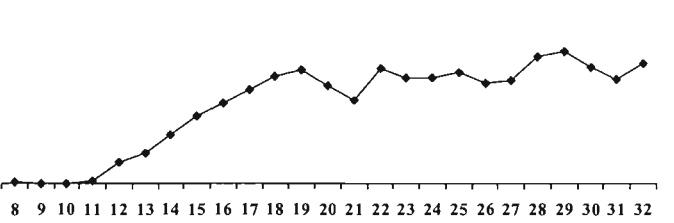
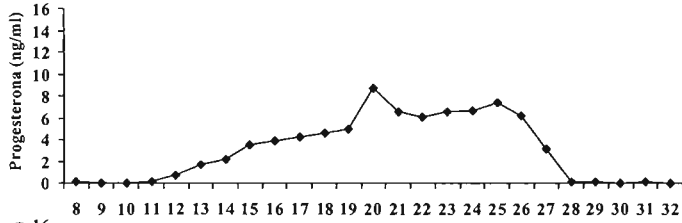
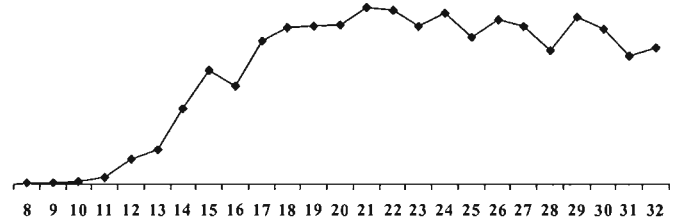
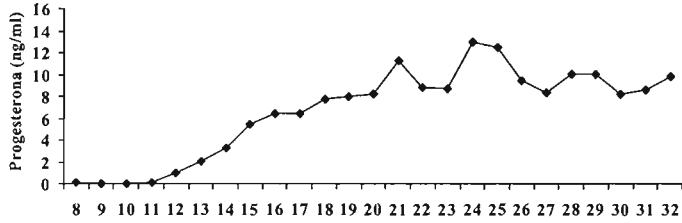
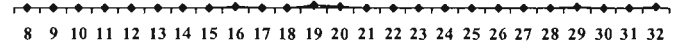
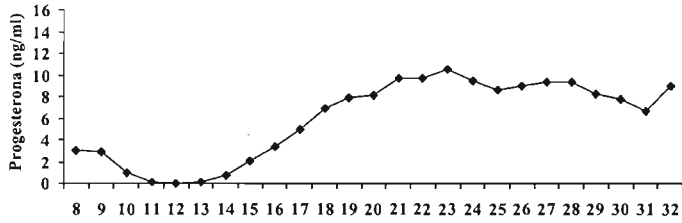




**Figura 3.** Valores de LH de cabras subordinadas en diferentes momentos luego de la introducción del macho (flecha).



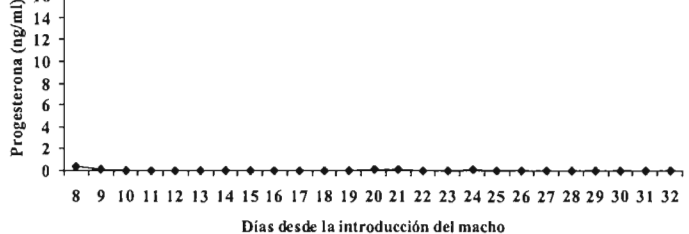
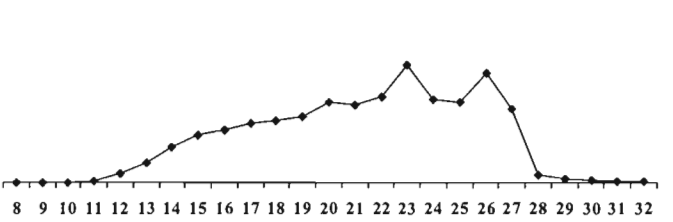
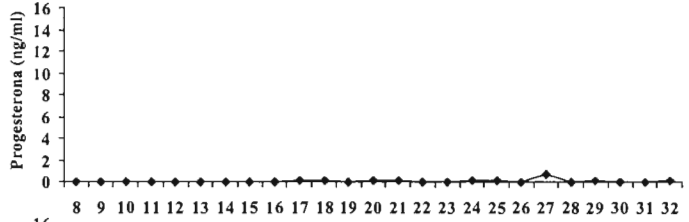
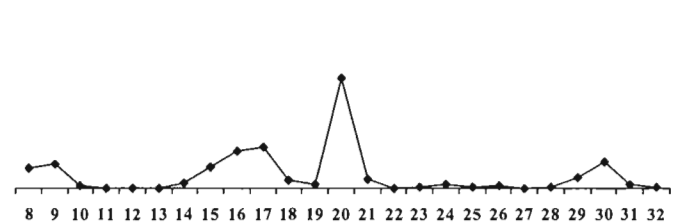
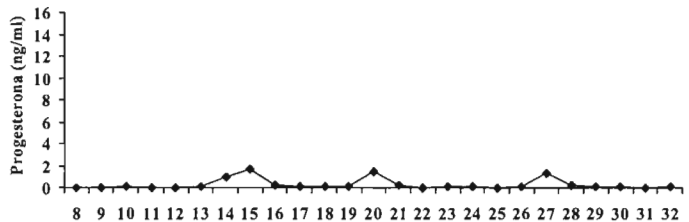
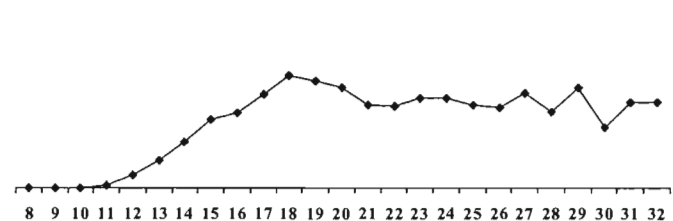
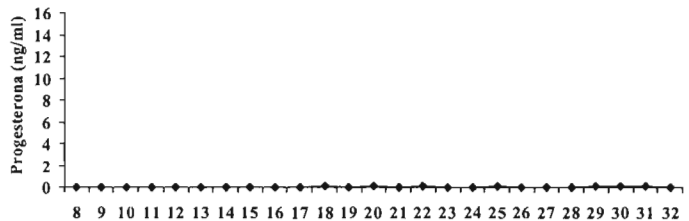
**Figura 4.** Número acumulado de cabras ovulando durante todo el experimento en cada uno de los grupos.



Días desde la introducción del macho

Días desde la introducción del macho

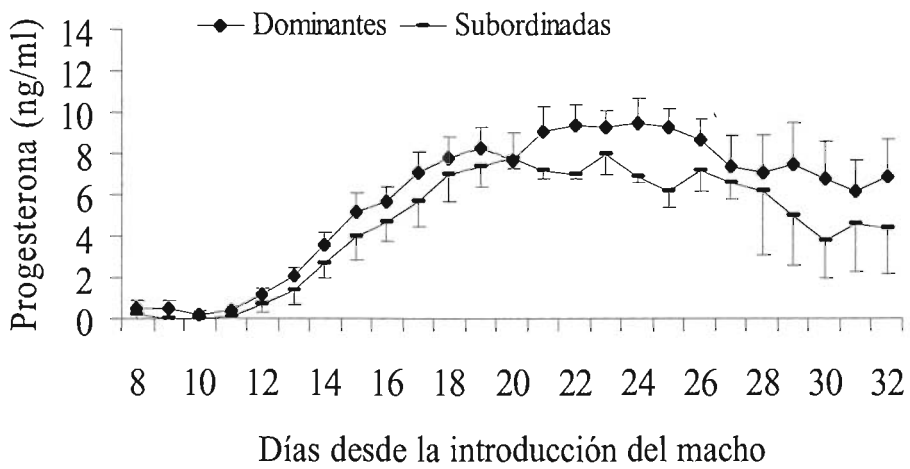
Figura 5. Niveles séricos de progesterona en las cabras dominantes luego de la introducción del macho.



Días desde la introducción del macho

Días desde la introducción del macho

Figura 6. Niveles séricos de progesterona en las cabras subordinadas luego de la introducción del macho.



**Figura 7.** Valores de progesterona (ng/ml $\pm$ ee) por grupo de dominancia después de la introducción del macho.