

# El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias

## A diminution in the male/female ratio does not reduce the ability of sexually active male goats to induce estrus activity in anovulatory female goats

Evaristo Carrillo<sup>a</sup>, Francisco Gerardo Véliz<sup>a</sup>, José Alfredo Flores<sup>a</sup>, José Alberto Delgadillo<sup>a</sup>

### RESUMEN

El estudio se realizó para determinar la capacidad de los machos sexualmente activos para inducir la actividad estral de las cabras anovulatorias cuando se disminuye la proporción macho-hembras de 4:39 a 2:39 y 1:39. Se utilizaron siete machos cabrios sexualmente activos y 117 cabras anovulatorias, las cuales fueron divididas en tres grupos (n=39). Un grupo fue puesto en contacto con cuatro machos (G10), un segundo grupo con dos machos (G20), y un tercer grupo con un macho (G39). El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante 18 días no fue diferente ( $P > 0.05$ ) en los tres grupos ( $\geq 90\%$ ). Sin embargo, la latencia al estro fue menor en el G10 ( $57.9 \pm 4.8$  h;  $P < 0.05$ ) que en el G20 ( $72.9 \pm 4.1$  h) y G39 ( $78.6 \pm 7.6$  h). La mayoría de las conductas sexuales de los machos (automarcajes con orina, flehmen, intentos de montas, montas sin penetración y montas con penetración) fueron similares en los tres grupos ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, los olfateos anogenitales fueron superiores en los machos del G39 que en los del G10 y G20 ( $P < 0.01$ ), mientras que las aproximaciones fueron mayores en los machos de los grupos G10 y G39 que en los machos del G20 ( $P < 0.01$ ). Estos resultados indican que el decremento de la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad de los machos sexualmente activos para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias. Sin embargo, se retarda la respuesta al efecto macho.

**PALABRAS CLAVE:** Cabras, Efecto macho, Conducta sexual, Proporción macho-hembras, Inducción del estro.

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the ability of sexually active males to induce estrus activity in anovulatory female goats when the male/female ratio in herds diminishes from 4:39 to 2:39 and 1:39. Seven sexually active bucks and 117 anovulatory female goats were used in the experiment. One group of 39 females (G10) was exposed to 4 males, another to 2 males (G20) and yet another to 1 male (G39). The percentage of does that presented estrus activity for 18 d showed no differences ( $P > 0.05$ ) between groups ( $\geq 90\%$ ). However, estrus latency was shorter in G10 ( $57.9 \pm 4.8$  h;  $P < 0.05$ ) than in G20 ( $72.9 \pm 4.1$  h) or in G39 ( $78.6 \pm 7.6$  h). Most of the male sexual behaviors were similar in all groups independently of the male/female ratio. These results indicate that a decrease in the male/female ratio does not diminish the ability of sexually active males to induce estrus in anovulatory female goats, although a delay in doe response to estrus induction was observed in G20 and G39.

**KEY WORDS:** Goats, Male effect, Sexual behavior, Male/female ratio, Estrus induction.

Algunas razas de ovinos y caprinos originarios o adaptados a latitudes subtropicales presentan estacionalidad en su actividad reproductiva<sup>(1,2,3)</sup>. En las cabras locales de las zonas áridas de México

Some sheep and goat breeds originated from the tropics or adapted to the them or even from subtropics show seasonal variation in reproductive activity<sup>(1,2,3)</sup>. In Creole goats in arid areas of

Recibido el 19 de enero de 2007 y aceptado para su publicación el 6 de junio de 2007.

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Departamento de Ciencias Médico Veterinarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, 27054, Torréon, Coahuila, México. flores\_cabrera@yahoo.com.mx Correspondencia al tercer autor.

(26° N), el anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos de esta misma raza el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo<sup>(4)</sup>. En ovejas y cabras que presentan una estacionalidad reproductiva, la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada mediante el efecto macho<sup>(5,6,7)</sup>. La intensidad en el comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho<sup>(8,9,10)</sup>. Así, el 95 % de las ovejas que son expuestas a machos con una intensa actividad sexual manifiestan actividad ovárica, mientras que sólo el 7 % de ellas ovulan cuando son expuestas a machos con un comportamiento sexual bajo<sup>(11)</sup>. El mismo fenómeno es observado en las cabras locales anovulatorias del norte de México. Más del 80 % de las cabras que son expuestas a machos cabríos sexualmente activos muestran al menos un celo, mientras que sólo alrededor del 10 % de ellas manifiestan celo cuando son expuestas a machos en reposo sexual<sup>(12,13)</sup>.

La proporción macho-hembras es otro factor que puede modificar la respuesta sexual de las hembras al efecto macho<sup>(14,15)</sup>. Cuando se incrementa la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:20 ó 1:100, la respuesta sexual disminuye de 87 a 80 y 25 %, respectivamente<sup>(14,16,17)</sup>. Generalmente la mayor respuesta se ha registrado cuando se realiza al final del anestro estacional<sup>(1,17)</sup>, cuando los machos ya han iniciado probablemente su actividad sexual de manera natural. Contrario a esto, cuando se realiza el efecto macho a mediados del periodo de anestro con una proporción macho-hembras 1:10, la respuesta sexual es baja (8 %)<sup>(18)</sup> y en ocasiones es ausente (0 %)<sup>(1,12)</sup>. En estos últimos estudios, no se describe el comportamiento sexual de los machos, los cuales probablemente se encontraban en el periodo de reposo sexual, por lo que se asume que su actividad sexual se encontraba disminuida<sup>(2,19)</sup>.

En las cabras locales del subtrópico mexicano, el efecto macho generalmente se ha realizado en una proporción de 1:10 utilizando machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico<sup>(20)</sup>. En estas condiciones,

Mexico (26° N), seasonal anoestrus is present in females from March through August, while sexual rest in males of the same breed is observed from January to May<sup>(4)</sup>. In ewes and does that show seasonal reproduction, sexual activity can be stimulated and synchronized through the male effect<sup>(5,6,7)</sup>. Male sexual behavior intensity is a determinant factor in goats response subject to male effect<sup>(8,9,10)</sup>. Like this, 95 % of ewes subject to male presence with high sexual activity show ovarian activity, while only 7 % ovulate when in the presence of males with low sexual behavior<sup>(11)</sup>. The same phenomenon has been observed in anovulatory does in Northern Mexico. Over 80 % of does exposed to sexually active males show at least one estrus, while only 10 % show estrus they are exposed to males in sexual rest<sup>(12,13)</sup>.

Male/female ratio is another factor to be taken into account and can modify female sexual response to male effect<sup>(14,15)</sup>. When the male/female ratio increases from 1:10 to 1:20 or 1:100, doe response drops from 87 to 80 and 25 %, respectively<sup>(14,16,17)</sup>. In general, the higher response is seen when carried out at the end of the seasonal anoestrus<sup>(1,17)</sup>, when males have most probably started naturally their sexual activity. Contrariwise, when the male effect is carried out in the middle of the anoestrus period with a 1:10 male/female ratio, response is low (8 %)<sup>(18)</sup> and sometimes nonexistent (0 %)<sup>(1,12)</sup>. In these studies, sexual male behavior is not described, and most probably they were in sexual rest and it can be safely assumed, with diminished sexual activity<sup>(2,19)</sup>.

In Creole female goats in the Mexican Subtropics, male effect has been carried out with a 1:10 ratio with males subject to photoperiodic treatment<sup>(20)</sup>, to induce intense sexual activity. Under these conditions, over 90 % of anovulatory does show estrus and ovulation at the middle of the seasonal anoestrus<sup>(13,21)</sup>. Considering that male sexual activity is an important factor for stimulating estrus activity in females, an experiment was carried out to explore the ability to induce estrus activity in anovulatory females by sexually active males when the male/female ratio is reduced from 4:39 to 2:39 and to 1:39.

más del 90 % de las hembras anovulatorias manifiestan actividad estral y ovulatoria a mediados del anestro estacional<sup>(13,21)</sup>. Considerando que el comportamiento sexual del macho es un factor importante para estimular la actividad sexual de las hembras, se investigó la capacidad del macho sexualmente activo para inducir la actividad estral de las cabras anovulatorias cuando se disminuye la proporción macho-hembras de 4:39 a 2:39 y 1:39.

El estudio se realizó en el subtrópico mexicano (26° 23' N y 104° 47' O), de noviembre de 2002 a mayo de 2003. Se utilizaron caprinos locales de la Comarca Lagunera que tenían de 3 a 4 años de edad al inicio del estudio; en estas hembras el periodo de anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo<sup>(2,4,13)</sup>.

Se utilizaron siete machos cabríos, los cuales fueron alojados en instalaciones abiertas y sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 h de luz/día) del 1 de noviembre al 20 de abril<sup>(22)</sup>. Estos fueron puestos en un corral que media 5 x 5 m, el cual fue equipado con seis lámparas fluorescentes que proporcionaron una intensidad luminosa entre 250 a 350 lux al nivel de los ojos de los machos. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se realizó mediante un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fijo y ocurrió diariamente a las 0600 y posteriormente se apagaban a las 0900 cuando había suficiente luz natural. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 1700, para apagarse a las 2200. Este tratamiento fotoperiódico induce la actividad sexual en los machos cabríos de marzo a junio<sup>(22)</sup>. Todos los machos fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14 % PC, 2.5 Mcal/kg) por día y por animal. El agua y los minerales se proporcionaron también a libre acceso.

Se utilizaron 154 cabras, las cuales eran explotadas en un sistema extensivo antes del inicio del estudio, y cuyos partos ocurrieron de noviembre a diciembre de 2002. Las hembras se ordeñaron manualmente una vez por día en la mañana durante todo el

The study was carried out in the Mexican Subtropics (26° 23' N, 104° 47' W) between November 2002 and May 2003. Creole animals from the Comarca Lagunera, aged 3 and 4 yr at the beginning of the experiment were used. In these, does' anoestrus season presents itself between March and August, while that of males from January to May<sup>(2,4,13)</sup>.

Seven goat bucks were used, who were placed in a 5m\*5m open pen and subject to a continued long day photoperiodic treatment (16 h daylight) from November 1 to April 20<sup>(22)</sup>. The pen was equipped with six fluorescent lamps which provided a 250/350 lux light intensity at eye level. Lamps were turned on and off by means of an automatic programmable clock (Interamic, Timerold, USA). Lights were turned on every day at 0600, turned off at 0900, turned on again at 1700 and turned off at 2200. This photoperiodic treatment induces sexual activity in goat males between March and June<sup>(22)</sup>. Males were fed with alfalfa hay (unrestricted) and 300 g of commercial concentrate (14% CP, 2.5 Mcal/kg) per animal per day. Water and minerals were provided without restriction.

One hundred and fifty four female goats were selected in this study. They had given birth in November and December and were managed extensively before the beginning of the experiment. Each doe was milked manually every morning throughout the experimental period. Cyclicity was determined through progesterone plasma levels. For this, a blood sample was obtained from each doe, 20 and 10 d previous to male introduction. Progesterone plasma levels were determined through radioimmunoassay using the qualitative technique described by Terqui and Thimonier<sup>(23)</sup>. A female was considered as anovulatory when in both blood samples progesterone levels were < 1 ng/ml<sup>(24)</sup>. Of the 154 sampled females, 117 were diagnosed as anovulatory (76 %) and all 117 of them were used in the present study. These females were placed on April 6 (15 d previous to the introduction of males) in open pens, each female having a 2 m<sup>2</sup> area, and fed with unrestricted alfalfa hay and 200 g commercial concentrate (14% CP, 2.5 Mcal/kg) per day per animal. They had free access to water and minerals.

estudio. La ciclicidad fue determinada por medio de los niveles plasmáticos de progesterona. Para ello, se obtuvo una muestra sanguínea de cada cabra los días 20 y 10 antes de la introducción de los machos. La determinación de los niveles plasmáticos de progesterona se realizó por radioinmunoanálisis por la técnica cualitativa descrita por Terqui y Thimonier<sup>(23)</sup>. Se consideró una hembra anovulatoria cuando en los dos muestreos sanguíneos los niveles de progesterona fueron  $< 1$  ng/ml<sup>(24)</sup>. Del total de hembras muestreadas, 117 fueron diagnosticadas anovulatorias (76 %), las cuales fueron utilizadas en el presente estudio. La estabulación de las hembras se efectuó el 6 de abril (15 días antes de la introducción de los machos) en instalaciones abiertas, en una superficie de 2 m<sup>2</sup> por hembra. La alimentación de éstas consistió en heno de alfalfa a libre acceso, y 200 g de concentrado comercial (14 % PC, 2.5 Mcal/kg) por día y por animal. El agua y los minerales se suministraron también a libre acceso.

El 15 de abril las cabras fueron divididas en tres grupos homogéneos ( $n=39$ ) de acuerdo a su condición corporal y a su producción láctea. Cada grupo fue separado por 230 m para evitar cualquier interacción entre ellos<sup>(17)</sup>. El 21 de abril a las 0800, un grupo de hembras fue puesto en contacto con cuatro machos (proporción 4:39; G10); el segundo grupo se expuso a dos machos (proporción 2:39; G20); el tercer grupo fue expuesto a un macho (proporción 1:39; G39). En los tres grupos, los machos permanecieron con las hembras durante 18 días.

El comportamiento sexual de los machos se determinó durante los primeros cinco días después de la introducción de los machos en los grupos de hembras. Las observaciones se realizaron por la mañana (0800 a 1000) antes del suministro del alimento. Las conductas sexuales que se registraron fueron las siguientes: automarcajes con orina, flehmen, olfateos anogenitales, aproximaciones, intentos de monta y montas completas<sup>(25,26)</sup>.

La actividad estral se registró dos veces por día (0800 y 1700) desde el primer día de contacto con

Male sexual activity was determined in the first five days after introduction to the different herds. Observations were carried out in the morning (0800 to 1000) before feeding. Reported sexual behaviors were the following: urine marking, flehmen, genital area smelling, approaches, mount attempts and mounts<sup>(25,26)</sup>.

Estrus activity was recorded twice daily (0800 and 1700) from the first day of contact with males up to the end of the study. Females that stood still when mounted by a male were considered in estrus<sup>(27)</sup>. Females in estrus were taken away from the pen during the observation period, to facilitate detection by males of other females in estrus. At the end of the observation period, the females were put back in the pen. To compare male sexual behavior, the frequency of each sexual behavior was estimated in each group. Afterwards, averages for G10 and G20 were obtained and in G39 the total for each reported behavior was recorded. These results were compared through Fisher's probability test. The proportion of females which showed estrus and the short cycle proportion were analyzed through  $\chi^2$ . The time lapse between introduction of males and beginning of estrus were compared through Student's *t* test. All statistical analyses were carried out with the SYSTAT 10 software (Evanston, ILL, USA 2000).

No differences ( $P > 0.05$ ) were found in the proportion of goats showing estrus between groups for the 18 d of the experiment (G10: 92 %; G20: 90 % and G39: 90 %, Figure 1). However, females who showed estrus activity in the first 5 d was manifestly higher in G10 (61.5 %) than in G20 (33.3 %) or G39 (33.3 %),  $P < 0.01$ . On the other hand, from d 6 to d 18 no significant differences between groups were observed (G10: 85 %; G20: 92 % and G39: 85%). The time lapse between introduction of males and estrus beginning was shorter in G10 ( $57.9 \pm 4.8$  h,  $P < 0.05$ ) than in G20 ( $72.9 \pm 4.1$  h) and in G39 ( $78.6 \pm 7.6$  h). No significant differences between G20 and G39 were recorded. Estrus length was shorter ( $P < 0.05$ ) in G10 ( $23 \pm 1.3$  h) than in G20 ( $30 \pm 1.3$  h) or G39 ( $30 \pm 1.7$  h), but no significant differences were observed between these last two groups. Short

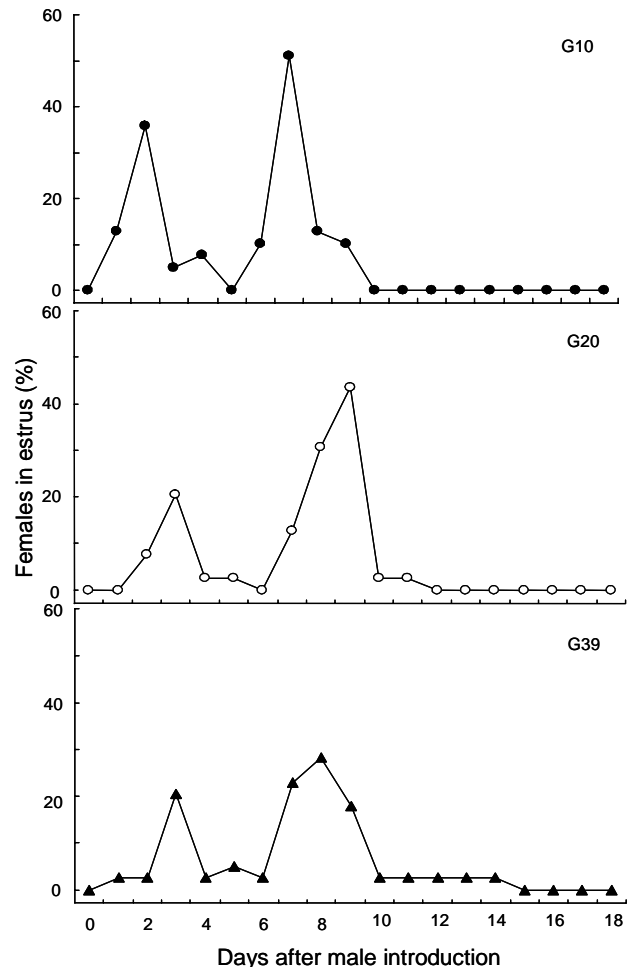
los machos hasta el final del estudio. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro<sup>(27)</sup>. Las hembras en estro fueron retiradas del corral durante el periodo de observación, con la finalidad de que el macho continuara detectando otras hembras en celo. Al final de la observación, las hembras fueron reincorporadas a su respectivo corral.

Para comparar el comportamiento sexual de los machos, se calculó la frecuencia total de cada conducta sexual en cada grupo; posteriormente se obtuvo el promedio en los grupos G10 y G20, y en el G39 se obtuvo el total de las conductas realizadas por el macho, y estos datos se compararon mediante la prueba exacta de probabilidades de Fisher. Las proporciones de hembras que manifestaron actividad estral y la proporción de los ciclos cortos se analizaron mediante una prueba de  $X^2$ . El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio de la actividad estral, así como la duración del estro se compararon mediante la prueba de t de Student. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000).

El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante los 18 días de estudio no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre los tres grupos (G10: 92 %, G20: 95 %, y G39: 90 %; Figura 1). Sin embargo, el porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante los primeros cinco días después de la introducción de los machos fue mayor en el G10 (61.5 %) que en el G20 (33.3 %) y G39 (33.3 %;  $P < 0.01$ ). En cambio, del día 6 al día 18 no hubo diferencias significativas en la respuesta estral entre los tres grupos (G10: 85 %, G20: 92 %, y G39: 85 %). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro fue menor en el G10 ( $57.9 \pm 4.8$  h,  $P < 0.05$ ) que en el G20 ( $72.9 \pm 4.1$  h) y G39 ( $78.6 \pm 7.6$  h). Ninguna diferencia se registró entre el G20 y el G39. La duración del estro fue menor ( $P < 0.05$ ) en el G10 ( $23 \pm 1.3$  h) que en el G20 ( $30 \pm 1.3$  h) y G39 ( $30 \pm 1.7$  h). Ninguna diferencia existió entre los últimos dos grupos. El porcentaje de ciclos estrales de corta duración no fue diferente entre los tres grupos

Figura 1. Actividad estral de cabras después de la introducción de machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual

Figure 1. Goats estrous activity after the introduction of sexually active males



G10=ratio 4:39; G20=ratio 2:39; G39=ratio 1:39.

length estrus cycles percentages showed no differences between the three groups (G10: 88 %; G20: 92 % and G39:85 %). Besides short cycle length was very similar for the three groups (G10:  $5.2 \pm 0.1$ ; G20:  $5.2 \pm 0.2$ ; G39:  $5.0 \pm 0.1$  d).

The different sexual behaviors shown by males can be seen in Figure 2. Urine self-marking, flehmen, mount attempts, mounts without penetration and mounts with penetration were similar in the three

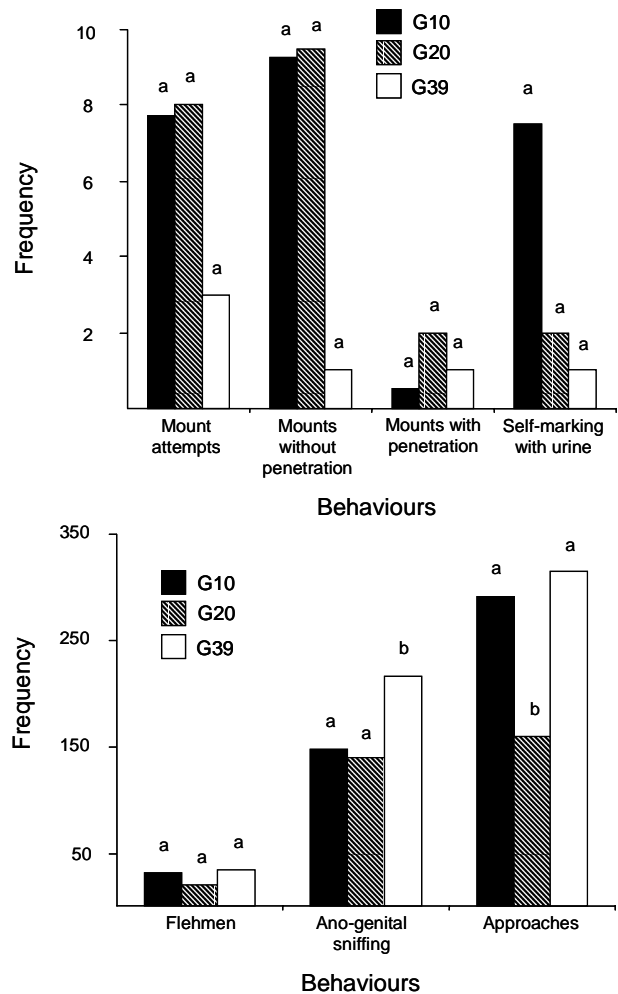
(G10: 88 %; G20: 92 %; G39: 85 %). Asimismo, la duración de ciclos cortos fue similar entre los tres grupos (G10:  $5.2 \pm 0.1$ ; G20:  $5.2 \pm 0.2$ ; G39:  $5.0 \pm 0.1$  días).

Las diferentes conductas sexuales desplegadas por los machos se muestran en la Figura 2. Los automarcajes con orina, los flehmen, los intentos de montas, las montas sin penetración y las montas con penetración, fueron similares en los tres grupos ( $P > 0.05$ ). Los olfateos anogenitales fueron superiores en los machos del G39 que en los del G10 y G20 ( $P < 0.01$ ), mientras que las aproximaciones fueron mayores en los machos de los grupos G10 y G39 que en los machos del G20 ( $P < 0.01$ ).

Los resultados demuestran que un solo macho sexualmente activo tiene la capacidad de inducir la actividad estral a la mayoría de las hembras hasta en una proporción de 1:39 a mediados del anestro estacional, periodo en el cual la respuesta de las cabras y ovejas estacionales expuestas al efecto macho es baja o ausente<sup>(1,28)</sup>. Los machos sexualmente activos estimularon la actividad estral en el 90 % o más de las hembras en los tres grupos, esta respuesta es superior a la reportada en otros estudios donde utilizaron una proporción similar y machos cabríos no tratados fotoperiodicamente<sup>(1,15,29)</sup>; esto se debió probablemente a la intensa actividad sexual desplegada por los machos estimulados con el tratamiento fotoperiódico<sup>(20)</sup>. Existen evidencias de que el comportamiento sexual de los machos es un componente importante en la respuesta de las hembras al efecto macho<sup>(11,12,30)</sup>. Los resultados del presente estudio son similares a los obtenidos en varios estudios de nuestro laboratorio, al utilizar machos cabríos que despliegan un intenso comportamiento sexual y en una proporción de 1:10<sup>(20,26)</sup>. Asimismo la alta respuesta de los tres grupos fue similar a la obtenida cuando se realiza el efecto macho al final del anestro estacional; sin embargo estos estudios han utilizado generalmente una proporción de 1:10 ó 1:20<sup>(8,16,31)</sup>, mientras que en el presente estudio se utilizó hasta una proporción de 1:39. La alta respuesta al efecto macho reportada

Figura 2. Conducta sexual de machos durante dos horas diarias en los primeros cinco días después de la introducción en los grupos de hembras (n)

Figure 2. Male sexual behavior five days after their introduction with the females



G10=ratio 4:39; G20=ratio 2:39; G39=ratio 1:39.

ab Values with diverse letter are different ( $P < 0.05$ ).

groups. Sniffs of the genital area was greater in G39 than in G10 and G20 ( $P < 0.01$ ), while more approaches by males were observed in G10 and G39 than in G20 ( $P < 0.01$ ).

Results show that a single sexually active male can induce estrus activity in most females up to a 1:39 ratio in the middle of the seasonal anoestrus period,

en la literatura probablemente es debida a que los machos de manera natural ya han iniciado su actividad reproductiva<sup>(2,19)</sup>.

El incremento en la proporción macho-hembras modificó el intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro. Asimismo, el porcentaje de hembras en celo durante los primeros cinco días fue mayor en el G10. El tiempo de respuesta a la introducción del macho puede estar relacionado con la intensidad del comportamiento sexual del macho, así como con la adecuada recepción del estímulo sensorial por parte de la hembra. Con una proporción de 1:10, la respuesta es más rápida, y el número de hembras que responden es mayor cuando se utilizan machos sexualmente activos que con machos sexualmente inactivos<sup>(11-13)</sup>. Los machos cabríos utilizados en el presente estudio desplegaron una intensa actividad sexual y no existió diferencia en la mayoría de las conductas sexuales entre los machos de los tres grupos, lo que sugiere que la diferencia en la respuesta de las hembras se debe a otros factores asociados con la percepción de los estímulos emanados del macho. Estas diferencias podrían deberse al menos a dos factores que no son excluyentes: 1) al incrementar el número de hembras por macho, es posible que las señales emitidas por éste no sean percibidas de la misma manera por todas las hembras del grupo, ya que en el G10 existió un mayor número de machos que en los otros dos grupos, retardando la respuesta y reduciendo el número de ellas que manifestaron estro en los primeros cinco días posteriores a la introducción del macho, 2) el incremento en el número de hembras por macho pudo favorecer que las hembras de mayor jerarquía accedieran al macho respondiendo más rápidamente a la presencia de éste. Al respecto se reportó que las hembras dominantes tienen mayor interacción con el macho, lo que provoca que la respuesta sexual sea más rápida que en las hembras subordinadas<sup>(32,33)</sup>. Además, estas hembras pudieron estimular la actividad sexual a otras hembras<sup>(34,35)</sup>, lo que permitió que al final del estudio el número de hembras en celo fuera similar en los tres grupos.

in which ewe or doe response subject to male effect is practically null<sup>(1,28)</sup>. Sexually active males stimulated estrus activity in 90 % or more of females in the three groups. This response is higher than reported in other studies in which similar ratios and males without photoperiodic treatment were used<sup>(1,15,29)</sup>. Most probably, the response recorded in the present study is due to the intense sexual activity displayed by males stimulated by the photoperiodic treatment<sup>(20)</sup>. There is enough accumulated evidence that male sexual behavior is an important element of female response to male effect<sup>(11,12,30)</sup>. Results of the present study are similar to those obtained in our laboratory in several experiments, in which highly sexually active goat bucks in a 1:10 ratio were used<sup>(20,26)</sup>. Moreover, the high response in the three groups of the present study is similar to that obtained at the end of the seasonal anoestrus, however, in those studies 1:10 and 1:20 male/female ratios were used<sup>(8,16,31)</sup>, while a 1:39 ratio was used in the present study. The high response reported in literature most probably is due to the fact that males have naturally began their reproductive activity<sup>(2,19)</sup>.

The increase in the male/female ratio modified the time lapse between male introduction and estrus beginning. Besides, the percentage of females in heat in the first five days was higher in G10. This lapse could be related to the strength of male sexual behavior and also to females' reception of sensorial stimuli. Response is quicker in a 1:10 ratio environment, and the response is higher to sexually active than to inactive males<sup>(11-13)</sup>. The males used in the present study displayed a strong sexual activity and no differences were observed in sexual behavior between the males of the three groups. This suggests that female response can be attributed to other factors associated to stimuli perception. These differences could be due to at least two non excluding factors: i) when the number of females for every male is increased, it is possible that the signals emitted by males are not perceived with the same intensity by all the does in the group, because in G10 more males were present than in the other two groups, slowing the response and reducing the number of females who showed estrus in the first 5 d after the introduction of males and, ii) an

La duración del celo fue menor en el G10 que en los otros dos grupos; esta reducción puede estar relacionada con el número de montas recibidas por cada hembra, lo cual aunque no fue registrado, es probable que éste haya sido superior en el G10 que en el G20 y G39. Al respecto, Romano *et al.*<sup>(36)</sup> demostraron que a mayor número de servicios la duración del celo es menor. Por otro lado el porcentaje y la duración de ciclos estrales de corta duración, fue similar en los tres grupos. La duración de estos ciclos es similar a lo reportado previamente en hembras sometidas al efecto macho utilizando machos sexualmente activos<sup>(26)</sup>.

Desde el punto de vista de aplicación, estos resultados son interesantes porque demuestran que un decremento en la proporción macho-hembras de 4:39 a 2:39 y 1:39, no disminuye la capacidad de los machos sexualmente activos para inducir la actividad estral de las cabras locales anovulatorias, a mediados del anestro estacional, lo que nos permite optimizar el programa reproductivo de los hatos caprinos. Sería interesante determinar si el decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la fertilidad de éstas, o si es necesario realizar una fecundación controlada.

Estos resultados indican que el decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad de los machos cabríos sexualmente activos para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias. Sin embargo, se retarda la respuesta al efecto macho.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Jaime Mora y Javier Cervantes por facilitar las hembras utilizadas en el presente estudio, a los miembros del CIRCA por su asistencia técnica y a Dolores López por el apoyo secretarial. Evaristo Carrillo Castellanos fue apoyado por una beca de DGEST (ITT), CoSNET durante su estudio de doctorado. El presente trabajo fue apoyado por COECyT-Coahuila (Clave: COAH.-2002-C01-4220).

increase in the number of females for every male could favor a quicker accession to males of the higher hierarchic females in response to male presence. In this sense, dominant females have more interaction with males, thus provoking a quicker sexual response than in subordinates<sup>(32,33)</sup>. Besides, these females perhaps stimulate sexual activity in other females<sup>(34,35)</sup>, thus allowing that at the end of the study, the number of females in heat was very similar in all groups.

Estrus length was shorter in G10 than in the other groups, this could be related to the number of mounts received by each female, which was not recorded, and most probably was higher in this group. In this sense, Romano *et al.*<sup>(36)</sup> showed that the duration of estrus is related inversely to the number of services. On the other hand, percentage and duration of short estruses was similar in all groups. Duration of these cycles is similar to those reported previously in females exposed to male effect using sexually active males<sup>(26)</sup>.

From a practical standpoint, results obtained in the present study are interesting because they show that a decrease in the male/female ratio from 4:39 to 2:39 and 1:39 does not lower the ability of sexually active bucks to induce estrus activity in anovulatory does, in the middle of the seasonal anoestrus, a fact which allows for optimization of the reproductive program of caprine herds. It would be interesting to determine if the decrease of the male/female ratio does not affect fertility or that it would be necessary to carry out controlled fecundation.

These results indicate that a decrease in the male/female ratio does not diminish the ability of sexually active male goats to induce sexual activity in anovulatory female goats. However, the response to male effect is slowed.

## ACKNOWLEDGMENTS

Our thanks to Jaime Mora and Javier Cervantes for facilitate the does used in the present study, to



## LITERATURA CITADA

1. Restall BJ. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci* 1992;(27):305-318.
2. Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology* 1999;(52):727-737.
3. Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin Res* 2003;(48):109-117.
4. Delgadillo JA, Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Véliz FG, Carrillo E, Flores JA, *et al.* Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod Fertil Dev* 2004;(16):471-478.
5. Underwood EJ, Shier FL, Davenport N. Studies in sheep husbandry in West Australia. V. The breeding season of Merino, crossbreed and British breeds ewes in the agricultural districts. *J Agric W Aus* 11, Series 1944;(2):135-143.
6. Shelton M. The influence of the presence of the male on initiation of oestrus cycling and ovulation in Angora does. *J Anim Sci* 1960;(19):368-375.
7. Gelez H, Fabre-Nys C. The male effect in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. *Horm Behav* 2004;(46):257-271.
8. Shelton M. Goats: Influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Int Goats Sheep Res* 1980;(1):156-162.
9. Rosa HJD, Juniper DT, Bryant MJ. The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behavior, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl Anim Behav* 2000;(67):293-305.
10. Rosa HJD, Bryant MJ. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rumin Res* 2002;(45):1-16.
11. Perkins A, Fitzgerald JA. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J Anim Sci* 1994;(72):51-55.
12. Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, *et al.* Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol Reprod* 2000;(62):1409-1414.
13. Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, *et al.* Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho. Revisión. *Vet Méx* 2003;(34):69-79.
14. Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. Effectiveness of testosterone- treated wethers and ewes as teasers. *Appl Anim Ethol* 1982/83;(9):37-45.
15. Chemineau P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci* 1987;(17):135-147.
16. Cushwa WT, Bradford GE, Stabenfeldt GH, Berger YM, Dally MR. Ram influence on ovarian and sexual activity in anestrus ewes: effects of isolation of ewes from rams before joining and date of ram introduction. *J Anim Sci* 1992;(70):1195-1200.
17. Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati. The male effect in Australian cashmere goats 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction the buck. *Anim Reprod Sci* 1993;(32):41-53.
18. Nugent III RA, Notter DR, McClure WH. Effects of ram preexposure and ram breed on fertility of ewes in summer breeding. *J Anim Sci* 1988;(66):1622-1626.
19. Lincoln GA, Short RV. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog Horm Res* 1980;(36):1-52.
20. Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, *et al.* Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci* 2002;(80):2780-2786.
21. Véliz FG, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrus female goats. *Anim Reprod Sci* 2006;(92):300-309.
22. Flores JA, Hernández H, Martínez de la Escalera G, Malpoux B, Delgadillo JA, Poindron P. Artificial long days are sufficient for induction of sexual behavior in male goats during the spring period of sexual inactivity [abstract]. "Proceed 7th Int Conf on Goats; Tours, France: Institut de l'Élevage and INRA, 2000:446.
23. Terqui M, Thimonier J. Nouvelle méthode radio-immunologique rapide pour l'estimation du niveau de progestérone plasmatisque. Application pour le diagnostic précoce de la gestation chez la brebis et la chèvre. *CR Acad Sc Paris* 1974;D279:1109-1112.
24. Thimonier J. Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone. *INRA Prod Anim* 2000;13(3):177-183.
25. Fabre-Nys C. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod Anim* 2000;(13):11-23.
26. Véliz FG, Vélez LI, Flores JA, Duarte G, Poindron P, Malpoux B, *et al.* La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. *Vet Méx* 2004;35(3):169-178.
27. Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin Res* 1992;(8):299-312.
28. Ungerfeld R, Pinczak A, Forsberg M, Rubianes E. Response of Corriedale ewes to the "ram effect" after priming with medroxyprogesterone, fluorogestone, or progesterone in the non-breeding season. *Acta Vet Scand* 1999;(40):299-305.
29. Mellado M, Hernández JR. Ability of androgenized goat wethers and does to induce estrus in goats under extensive conditions during anestrus and breeding seasons. *Small Rumin Res* 1996;(23):37-42.
30. Rosa HJD, Silva CC, Bryant MJ. The effect of ram replacement and sex ratio on the sexual response of anoestrous ewes. *Small Rumin Res* 2006;(65):223-229.

*End of english version*

31. Chemineau P, Poulin N, Cognié Y. Sécrétion de progestérone au cours du cycle induit par l'introduction du mâle chez la chèvre créole en anoestrus: effets de la saison. *Reprod Nutr Dev* 1984;24(5A):557-561.
32. Rodríguez-Iglesias RM, Ciccioioli N, Irazoqui H, Rodríguez BT. Importance of behavioural stimuli in ram-induced ovulation in seasonally anovular Corriedale ewes. *Appl Anim Behav Sci* 1991;(30):323-332.
33. Álvarez L, Martin GB, Galindo F, Zarco LA. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Appl Anim Behav Sci* 2003;84(2):119-126.
34. Restall BJ, Restall H, Walkden-Brown SW. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrus females. *Anim Reprod Sci* 1995;(40):299-303.
35. Álvarez L, Ducoing WAE, Zarco QL, Trujillo GAM. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet Méx* 1999;(30):25-31.
36. Romano JE, Fernandez Abella D. Effect of service on duration of oestrus and ovulation in dairy goats. *Anim Reprod Sci* 1997;(47):107-112.