

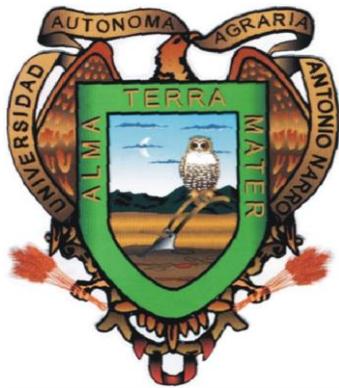
En los machos cabríos foto-estimulados de bajo rango social no disminuye su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras mediante el efecto macho

Laura Maribel Cedillo Ramírez

Tesis

Presentada como requisito parcial para
Optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Unidad Laguna

Subdirección de Postgrado

Director de tesis: Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Unidad Laguna
Subdirección de Postgrado

En los machos cabríos foto-estimulados de bajo rango social no disminuye su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras mediante el efecto macho.

Tesis

Por:

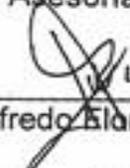
Laura Maribel Cedillo Ramírez

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS

Comité Particular de Asesoría

Asesor principal:

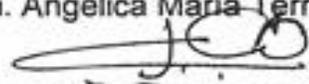


Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Asesor:

Dra. Angélica María Terrazas García

Asesor:



Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Asesor:



Dr. Horacio Hernández Hernández



Dr. Pedro Antonio Robles Trillo
Jefe del Departamento de Posgrado



Dr. Fernando Ruiz Zárate
Subdirector de posgrado

DEDICATORIA

A Dios:

Gracias por darme la dicha de haber terminado una meta más en mi vida y por darme la fortaleza para salir adelante día con día.

A mis padres:

Gilberto Cedillo Barraza y Virginia Ramírez Arreguín

Gracias por darme su apoyo incondicional desde el inicio de mi vida a pesar de mis tropiezos, por enseñarme a nunca rendirme a pesar de los obstáculos por más grandes que sean y lograr mis metas, por compartir los momentos más felices, tristes y dolorosos a lo largo de mi vida, por nunca dejarme sola a pesar de la distancia y por las palabras de aliento que día a día me hicieron seguir, por eso y muchas cosas más mil gracias y que DIOS me los bendiga hoy y siempre. Los amo.

A mis hermanos:

Mario Alberto (†), Susana y Luis Alberto

Gracias por cada momento que pasamos juntos, por el apoyo y cariño brindado de cada uno de ustedes, por nunca dejarme sola a pesar de la distancia y por todas las cosas que he aprendido a su lado. A mis sobrinos Gilberto Alonso, David Alfonso y Joel Alexis por el gran cariño que me dan. Recuerden siempre ocuparan un lugar especial en mi corazón. Los amo.

A mi hija:

Alondra Secundino Cedillo

Gracias por darme los momentos más felices de mi vida, porque a tu lado he crecido como persona, por regalarme cada uno de tus logros y esa sonrisa que día a día me motiva a seguir adelante. Siempre estaré a tu lado. Te amo.

A mi pareja:

Sergio Secundino Méndez

Gracias por estar en esos momentos tan lindos y difíciles de mí vida, por compartir tu vida con la mía y apoyarme en todo momento. Te amo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de ser un profesionista y seguir preparándome.

A CONACyT, por el apoyo otorgado a lo largo de la maestría.

Al mi asesor principal el Dr. José Alfredo Flores Cabrera, gracias por todo el apoyo, la paciencia, los consejos y el tiempo que me brindo a lo largo de la maestría, pero sobre todo por su amistad.

A mi comité de asesoría: Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, Dra. Angélica María terrazas García, Dr. Horacio Hernández Hernández Dr. Gerardo Duarte Moreno, Dr. Jesús Vielma y Sifuentes por su colaboración, dedicación, enseñanza y corrección de esta tesis.

A los Drs. Ilda Graciela Fernández García, Gerardo Duarte Moreno y Jesús Vielma Sifuentes, por brindarme su apoyo y consejos durante la maestría.

A mis compañeros y amigos de postgrado: M.C. Jessica Anabel Loya Carrera, M.V.Z. Edwin Stive Mendieta Miranda, M.C. José Luis Ponce Covarrubias y M.C. Alfonso Longinos Muñoz Benítez por todo su apoyo, consejos, amistad y todos los momentos que pasamos juntos, muchas gracias.

A Esther Peña por su asistencia secretarial y amistad.

Al Caprinocultor Don Manuel por haberme facilitado las hembras y sus instalaciones durante este estudio.

COMPENDIO

En los machos cabríos foto-estimulados de bajo rango social no disminuye su habilidad para estimular la actividad ovulatoria de las cabras mediante el efecto macho

P o r

M.V.Z. Laura Maribel Cedillo Ramírez

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS

**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Unidad Laguna**

Director de tesis: Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Torreón, Coahuila, México. Junio de 2014.

El objetivo de este estudio fue determinar si los machos cabríos foto-estimulados de rango social bajo disminuyen su capacidad para inducir la actividad ovulatoria en las cabras anéstricas expuestas al efecto macho. Se utilizaron 12 machos cabríos de 2.5 años de edad en promedio los cuales fueron mantenidos en un mismo corral y sometidos a un tratamiento de 2.5 meses de días largos artificiales (16h luz/ día). Dicho tratamiento abarco del 1 de noviembre al 15 de enero y se hizo con el fin de estimular su actividad sexual durante el

periodo de reposo sexual (marzo-abril). Durante el mes de marzo, se cuantificó el rango social de cada macho. Para ello, los machos se observaron por 2 horas diarias al momento de proporcionar la alimentación (09:00-11:00), durante siete días consecutivos. En esa observación se registraron todas las interacciones agonísticas (golpes, amenazas, persecuciones, huidas y evasiones), que realizaron los animales. A partir de estas interacciones sociales, así como sus consecuencias (ganar o perder la interacción), se calculó un índice de éxito (IE) a cada macho cabrío. El IE tiene un rango de 0 a 1 y existen tres categorías: la que va de 0 a 0.33 en donde los machos fueron clasificados como animales con un rango social bajo (n=3); de 0.34 a 0.66, animales con rango social medio (n=3) y de 0.67 a 1, animales con rango social alto (n=3). Con el fin de valorar la capacidad de los machos para estimular la actividad ovárica de las cabras, se utilizaron 76 hembras adultas multíparas divididas en tres grupos. Un grupo de cabras (n= 27) fueron expuestas a los 3 machos de rango social bajo; otro grupo de cabras (n = 26) fueron expuestas a los 3 machos con rango social medio y el tercer grupo de hembras (n= 23) fueron expuestas a los 3 machos de rango social alto. Los tres grupos de hembras permanecieron en contacto con los machos las 24 horas del día durante 18 días consecutivos. El comportamiento sexual de los machos se determinó durante 1 hora el primer día de contacto con las hembras. Mediante una observación focal continua de una hora se registró la frecuencia de presentación de las conductas de aproximaciones, olfateos, intentos de monta, auto-marcaje y flehmen. Adicionalmente se cuantificó el porcentaje de ovulación y la tasa ovulatoria (número de cuerpos lúteos) a través de 2 ecografías trans-rectales realizadas en los días 6 y 18 después de la exposición a los machos. Con

respecto al comportamiento sexual de los machos se encontró que, el número total de aproximaciones y olfateos fue mayor ($P < 0.05$) en los machos de rango social alto y medio, que en los machos de bajo rango social. En estas 2 variables no se encontró diferencia entre los machos de rango social alto y medio. Tampoco hubo diferencias entre los rangos sociales en el resto de las conductas registradas ($P > 0.05$). El porcentaje total de hembras que tuvieron ovulaciones durante los primeros 6 días de exposición a los machos no difirió ($P > 0.05$) entre los grupos (63, 73.1 y 78.3% para las cabras expuestas a los machos de rango social bajo, medio y alto, respectivamente). Las tasas de ovulación en la primera ovulación fueron similares ($P > 0.05$) entre las hembras expuestas a machos de rango social bajo (1.6 ± 0.2), medio (1.3 ± 0.2) y alto (1.6 ± 0.2). En la segunda ovulación (día 6-18), el porcentaje de hembras que ovularon fue similar entre los tres grupos, (88.9%, 96.2% y 100% para las cabras estimuladas con machos de rango social bajo, medio y alto, respectivamente; $P > 0.05$). Las tasas de ovulación en la segunda ovulación fueron diferentes ($P < 0.05$) entre las hembras expuestas a los machos de rango social bajo (1.4 ± 0.1) y alto (1.8 ± 0.2). Estos resultados demuestran que los machos cabríos foto-estimulados de bajo rango social no disminuyen su capacidad para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas mediante el efecto macho.

Palabras clave: Caprinos, actividad reproductiva, anestro, tasa ovulatoria, comportamiento sexual.

A B S T R A C T

The photo-stimulated male goats of low social status does not diminish its ability to stimulate ovulatory activity of the goats by the male effect

B y

M.V.Z. Laura Maribel Cedillo Ramírez

MASTER OF SCIENCIE

**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Unidad Laguna**

Director de tesis: Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Torreón, Coahuila, México

June 2014.

The present study was carried out to determine if the foto-stimulated male goats of low social rank do not diminish their ability to stimulate the ovulatory activity of the anestrus female goats by male effect. Twelve Creole bucks with 2.5 years old were kept in open pen where they perceived artificial long days from November 1 to January 15. After this treatment an intense sexual activity is induces in the males during a season of sexual rest (March-April). In March, the social rank of each male was determined by calculating the index of success. Behavioral observations were recorded during 2 hours by 7 consecutive days.

These observations were carried out during the feeding period (9:00 am) and the following interaction behaviors were recorded: butts, persecution, threats, chases and avoidance. With these social interactions and their consequences (win or lose during the interaction), their social rank was calculated for each male. When the value of index success was ranking from 0 to 0.33 a male was considered with low social rank. An index of success from 0.34 to 0.66 the animals were considered with middle social rank, and from 0.67 to 1.0, animals were with high social rank. A group of females (n=27) was exposed to 3 males of low social rank; another group (n=26) was exposed to 3 males from medium social rank and the third group (n=23) was exposed to 3 males from high social rank. The three groups of females were in contact 24h/day with males during 18 days. The sexual behavior of males was determined during 1 hour en the first day of contact with the females. The behaviors registered were: nudging, sniffing, mount intents, self-urinations and flehmen. Indeed the ovulations and ovulation rates (numbers of corpus luteum) were determined throughout two tranrectal ultrasonography on day 6 and 18 after the male introduction. The number of nudging and sniffing were higher ($P < 0.05$) in males of medium and high social rank males than low social rank males. There were no differences between social ranks in the rest of the recorded behaviors ($P > 0.05$). The total percentage of does with ovulations during the first 6 days of exposure to males did not differ ($P < 0.05$) between groups (63, 73.1 and 78.3% for goats exposed to low, medium and high social rank males, respectively). Ovulation rates in the first ovulation were similar ($P > 0.05$) between females exposed to males of low social rank (1.6 ± 0.2), medium (1.3 ± 0.2) and high social rank males (1.6 ± 0.2). In the second ovulation (day 6-18), the percentage of females that ovulated

was similar among the three groups (88.9%, 96.2% and 100% for goats stimulated with low, medium and high social rank bucks, respectively; $P>0.05$). Ovulation rates in the second ovulation were different ($P<0.05$) among females exposed to males of low (1.4 ± 0.1) and high social rank bucks (1.8 ± 0.2). These results demonstrate that social status does not affect the ability of sexually active males to induce ovulatory activity of anestrus female goats by the male effect.

Key words: Goats, reproductive activity, anestrus, ovulation rate, sexual behavior.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
COMPENDIO	iii
SUMMARY	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1. Estacionalidad reproductiva de ovinos y caprinos.....	4
1.1 Latitudes templadas.....	5
1.2 Latitudes subtropicales	6
1.3 Latitudes tropicales.....	7
2. La utilización del fotoperiodo para el control de la actividad sexual en los pequeños rumiantes	8
3. La utilización del efecto macho para inducir la actividad sexual de las hembras durante el anestro	11
3.1 Respuesta endócrina y sexual de las hembras ovinas y caprinas estimuladas mediante el efecto macho	12
3.2. Importancia de las señales emitidas por el macho en la inducción de la actividad sexual de las hembras	14
3.2.1 Señales olfativas	15
3.2.2 Señales visuales.....	16
3.2.3 Señales auditivas	17
3.2.4 Comportamiento sexual.....	18

4. La estructura social de los caprinos y ovinos	20
5. Influencia del rango social en la actividad reproductiva	22
OBJETIVO.....	26
HIPÓTESIS	26
MATERIALES Y MÉTODOS	27
1. Localización del experimento	27
2. Animales experimentales	27
2.1 Machos	27
2.2 Determinación del rango social de los machos.....	28
2.3 Hembras	30
3. Efecto macho	31
4. Variables determinadas	31
4.1. Machos	31
4.1.1. Comportamiento sexual.....	31
4.2. Hembras	32
4.2.1. Actividad ovulatoria	32
4.2.2. Tasa ovulatoria.....	32
4.2.3. Tasa de preñez	32
4.2.4. Fertilidad al parto.....	33
4.2.5. Prolificidad.....	33
5. Análisis de datos.....	33
RESULTADOS.....	34
1. Comportamiento sexual de los machos cabríos.....	34
2. Respuesta de las hembras anéstricas al efecto macho	35
2.1 Porcentaje de hembras que ovularon	35

2.2 Tasa ovulatoria	36
2.3 Tasa de gestación.....	37
2.4 Fertilidad y prolificidad	38
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Comportamiento sexual de los machos de alto (■; n=3), medio (■; n=3) y bajo (□; n=3) rango social el primer día de contacto con las hembras. Las observaciones se realizaron durante 1 hora diaria en los tres grupos	34
Figura 2. Respuesta ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos de rango social alto (■; n=3), medio (■; n=3) y bajo (□; n=3).....	35
Figura 3. Tasa ovulatoria registrada en las hembras al día 6 y 18 después de ser puestas en contacto con machos de rango social alto (■; n=3), medio (■; n=3) y bajo (□; n=3).....	36
Figura 4. Porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días después de la introducción de los machos de rango social alto (■; n=3), medio (■; n=3) y bajo (□; n=3).....	37
Figura 5. Fertilidad al parto y prolificidad de las cabras puestas en contacto con machos de rango social alto (■; n=3), medio (■; n=3) y bajo (□; n=3).....	38

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Clasificación del Índice de éxito para determinar el rango social...	29
Tabla 2. Índice de éxito y rango social obtenido por cada macho sometido al tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales. La determinación del rango social se realizó del 21 al 27 de marzo.....	30

INTRODUCCION

En México hay aproximadamente 9 millones de cabras distribuidas en casi todo el país. Sin embargo, sobresalen cuatro regiones productoras principales: la región árida y semiárida (Nuevo León, Coahuila, parte del Bajío y Oaxaca) donde se produce 39.7% de la carne y 77% de la leche; la Centro-Bajío (con 21.4% y 21.3%, respectivamente); la región Mixteca (26.4% y 0.84%), y la tropical (12.4% y 0.88%, respectivamente; SAGARPA, 2012). En Coahuila existen alrededor de 663,661 cabezas de caprinos, siendo el estado con mayor producción de leche con el 37.2% de la producción nacional (SAGARPA, 2012). Una desventaja en la producción caprina que afecta a toda la explotación nacional es que esta especie, al igual que sus ancestros salvajes, manifiesta un período de reposo sexual estacional. Este periodo es variable en cuanto a la duración y época en que se manifiesta entre las diferentes razas y regiones geográficas donde se encuentran los caprinos. La estacionalidad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de actividad sexual, que en los machos se manifiesta por un intenso comportamiento sexual, elevado peso testicular y elevadas concentraciones de testosterona plasmática, seguido de un periodo de reposo sexual caracterizado por una disminución de esas variables (Delgadillo *et al.*, 1999). En las hembras, la estacionalidad reproductiva se caracteriza por un periodo en el cual se observan ciclos estrales y ováricos, seguido por un período de anestro que se caracteriza por la ausencia total de la actividad estral y ovulatoria (Cerna *et al.*, 2004; Rosa y Bryant, 2003; Duarte *et al.*, 2008). Desde el punto de vista pecuario, la existencia de un periodo de inactividad reproductiva en las hembras y en los machos, tiene

consecuencias importantes sobre la producción y la economía de las explotaciones. El conocimiento de los mecanismos fisiológicos responsables de este periodo de inactividad sexual, ha permitido desarrollar técnicas simples para el control de la reproducción y minimizar los efectos adversos de la estacionalidad reproductiva (Chemineau *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 2009). Algunos de ellos incluyen la asociación de tratamientos fotoperiódicos en los machos en instalaciones abiertas y la utilización de estos machos para inducir y sincronizar el estro y la ovulación en las hembras mediante un fenómeno conocido como efecto macho (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; 2009). Por ejemplo, la actividad sexual de los machos se induce durante el periodo de reposo sexual al exponerlos durante 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre (Delgadillo *et al.*, 2002). De esta manera, los machos manifiestan una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo (marzo-abril). Una vez sexualmente activos estos machos, son muy eficientes para estimular la actividad sexual (estro y ovulación) de las cabras anéstricas (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; 2011; Bedos *et al.*, 2010; 2012). Sin embargo, existen factores que pueden modificar la respuesta de los machos al tratamiento fotoperiódico y por ello afectar la respuesta de las hembras al efecto macho. Por ejemplo, en los machos cabríos tratados con días largos se han observado diferencias de comportamiento sexual al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias. Estas diferencias individuales podrían deberse a que la respuesta al tratamiento puede estar influenciada por las relaciones sociales jerárquicas que los animales establecen con sus compañeros en el rebaño. En efecto, las relaciones jerárquicas pueden afectar el desempeño reproductivo de los machos. Por ejemplo, existen estudios

que indican que los machos ovinos subordinados tienen un acceso limitado a las hembras receptivas comparado con los carneros dominantes (Preston *et al.* 2003). De igual manera, se ha demostrado que la presencia de un carnero dominante puede inhibir el comportamiento sexual de un carnero subordinado durante pruebas de competición (Synnott y Fulkerson, 1984; Tilbrook *et al.*, 1987; Ungerfeld y González-Pensado, 2008), lo cual representa una forma de “castración psicológica” (Price, 1987). De igual manera, en los machos ovinos de la raza Pelibuey se ha demostrado que los animales de alto rango social presentan, durante la época reproductiva, una mayor libido, una mayor circunferencia escrotal, mayores concentraciones de testosterona y una mayor producción de semen que los machos subordinados (Aguirre *et al.*, 2007).

En el caso de los machos cabríos no existen estudios sobre la importancia del rango social en su actividad reproductiva. La mayoría de los estudios realizados en machos cabríos están enfocados a describir la influencia de la edad, las características físicas (presencia de cuernos, tamaño corporal, experiencia, etc.) en relación al rango social que ocupa un macho dentro del rebaño (Côté, 2000; Barroso *et al.*, 2000). De igual manera, no se conoce si el rango social que posee un macho influye en su capacidad para estimular la actividad sexual de las hembras anovulatorias mediante el efecto macho. Por ello, en el presente estudio se determinó la influencia que tiene el rango social en la habilidad de los machos cabríos para estimular la actividad sexual y reproductiva de las hembras anovulatorias.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Estacionalidad reproductiva de los ovinos y caprinos

La estacionalidad reproductiva, como parte del proceso de selección natural, es un mecanismo de adaptación desarrollado como estrategia para disminuir el impacto negativo del medio ambiente en la supervivencia de las especies (Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984; Malpaux *et al.*, 1996). El propósito de la estacionalidad es que la actividad reproductiva tenga lugar durante un periodo concreto para que los partos se produzcan en el momento más adecuado del año, y que las crías nazcan y se desarrollen cuando las condiciones medioambientales sean las más favorables (Bronson, 1989). De esta manera, las especies estacionales adaptan su periodo de actividad reproductiva en función de la duración de su gestación, para que la época de los partos se presente siempre durante la primavera (Hafez, 1952). Las especies de rumiantes salvajes presentan, por lo general, un período anual corto de actividad sexual, seguido por un largo período de anestro (Santiago-Moreno *et al.*, 2006; Gómez-Brunet *et al.*, 2010). En los animales domésticos donde las presiones ambientales normales se han vuelto mucho más reducidas, la duración del período de actividad sexual se ha ampliado, y en algunas especies incluso ha desaparecido (Hafez, 1952), dicho fenómeno es conocido como relajación genética. A continuación, se describirá la estacionalidad de algunas razas dependiendo la latitud donde se encuentran.

1.1 Latitudes templadas

En ovinos y caprinos, la estacionalidad reproductiva se mantiene en la mayoría de las razas originarias de latitudes templadas (>35° N o S; Malpaux *et al.*, 1996). En estas razas, el periodo de actividad reproductiva se registra, de manera general, en el otoño e invierno (días cortos o decrecientes), y el periodo de inactividad reproductiva se observa en la primavera y el verano (días largos o crecientes). En las hembras, la estacionalidad en la actividad reproductiva se caracteriza por la alternancia de un periodo de actividad sexual que se manifiesta por la presencia de ciclos estrales y ováricos, seguido de un período de reposo sexual o anestro que se caracteriza por la ausencia total de la actividad estral y ovulatoria (Rosa y Bryant, 2003; Cerna *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2008). Por ejemplo, el porcentaje de hembras de las razas Alpina y Sannen que ovulan y presentan actividad estral varía drásticamente de 0 % en el mes de marzo (periodo de anestro), a 100 % de octubre a febrero (periodo natural de actividad sexual; Chemineau *et al.*, 1992).

En el caso de los machos se presenta un fenómeno similar. Los machos muestran cambios estacionales en el comportamiento sexual, en la secreción de LH y testosterona, peso testicular y en la cantidad y calidad del semen, siendo éstos altos desde final del verano hasta el otoño (Ortavant *et al.*, 1985). Posteriormente, estas variables disminuyen al final del invierno y se mantienen bajas durante la primavera y el inicio del verano (Ortavant *et al.*, 1985). Un ejemplo

son los machos ovinos de la raza Ile-de-France, los cuales presentan variaciones importantes de su actividad sexual a lo largo del año (Corteel, 1977; Colas, 1980, 1981). La actividad espermatogénica (cantidad y calidad del semen) de estos carneros es más elevada en el verano e inicio del otoño que al final del invierno y durante la primavera. De igual manera, los machos producen más espermatozoides anormales, y su motilidad progresiva es más baja, durante la primavera que en otoño, lo cual provoca una reducción muy marcada de la fertilidad de los machos (Corteel, 1977; Colas, 1980, 1981).

1.2 Latitudes subtropicales

La estacionalidad reproductiva ha sido descrita también en razas de ovejas y cabras adaptadas a latitudes subtropicales (23°- 40°; Restall, 1992; Walkden-Brown *et al.*, 1994; Pérez-Clariget *et al.*, 1998; Rivera *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). En estas latitudes se ha observado una gran variabilidad en la duración de los periodos de actividad sexual y de anestro. Por ejemplo, en las cabras Criollas de Argentina (Rivera *et al.*, 2003) y cashmere de Australia (Restall, 1992), los estros y las ovulaciones inician en el otoño y terminan en el invierno. En cambio, las cabras locales de Chile sólo presentan tres meses de anestro al final de la primavera y principio del verano (Santa María *et al.*, 1990). En la cuenca del Mediterráneo, las ovejas de la raza Aragonesa, la duración del anestro es mucho menor y varía de 53 a 131 días, y más del 50 % de las hembras presenta actividad ovárica durante la primavera (Alonso de Miguel y Cognié, 1980). De igual manera,

más del 50 % de las ovejas D'Man de Marruecos y las cabras Boer en África del Sur, muestran actividad estral durante todo el año (Lahlou-Kassi y Marie, 1985; Greyling, 2000).

En las cabras Criollas de la Comarca Lagunera se asumió la existencia de un periodo de anestro de marzo a mayo, debido a una reducción marcada de partos entre agosto y octubre (Sáenz-Escárcega *et al.*, 1991). Posteriormente, se demostró claramente que la estación sexual de las cabras locales de la Comarca Lagunera se desarrolla de septiembre a febrero, mientras que el periodo de anestro ocurre entre marzo y agosto (Duarte *et al.*, 2008). Los machos cabríos locales también presentan variaciones importantes en su actividad reproductiva anual. En estos machos, la estación sexual se desarrolla de mayo a diciembre y durante ese periodo los machos manifiestan un intenso comportamiento sexual, un intenso olor corporal, así como elevadas concentraciones de testosterona plasmática (Delgadillo *et al.*, 1999). En cambio, en el periodo de reposo sexual, el cual se observa de enero a abril, estas mismas variables disminuyen marcadamente (Delgadillo *et al.*, 1999).

1.3 Latitudes tropicales

En las latitudes tropicales ($< 25^\circ$), donde las condiciones medioambientales son menos variables a lo largo del año, existen estudios que reportan que algunas razas tienen la capacidad de manifestar su actividad sexual durante casi todo el

año (Yenikoye, 1984; Chemineau, 1986a). Por ejemplo, en las ovejas Criollas de Martinica, la estacionalidad en las hembras ha desaparecido, mientras que en las ovejas Peulh del Níger (Yenikoye, 1984) y las cabras Criollas de Guadalupe (Chemineau, 1986a), sólo se observa una ligera reducción de las actividades estral y ovulatoria. En el caso de los machos de latitudes tropicales, algunas razas también pueden aparearse durante todo el año, ya que carecen de una estación de reposo sexual. Un ejemplo son los machos Criollos de la isla de Guadalupe en el Caribe (16° N), los cuales no presentan variaciones estacionales de la libido, del peso testicular, ni la producción espermática (Chemineau, 1986b). En este tipo de animales, las lluvias, la disponibilidad de alimento y las interacciones sociales, son los factores que juegan un papel preponderante en la manifestación de su actividad reproductiva anual (González-Stagnaro, 1983; Bronson y Heideman, 1994).

2. La utilización del fotoperiodo para el control de la actividad sexual en los pequeños rumiantes

Diversos estudios han demostrado que en la mayoría de los pequeños rumiantes que manifiestan una estacionalidad reproductiva, el fotoperíodo es el factor principal del medio ambiente que es utilizado para sincronizar los periodos de actividad y de reposo sexual durante el año (Thiery *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2004; Malpaux, 2006; Duarte *et al.*, 2010). Los efectos del fotoperiodo sobre la actividad de reproducción ocurren debido a la modificación de la secreción de la melatonina por la glándula pineal (Legan y Karsch, 1983; Malpaux *et al.*, 2006). La

melatonina mantiene un patrón circadiano de secreción caracterizado por niveles basales durante el día y fuertes elevaciones durante la noche en los animales diurnos (Bittman *et al.*, 1985; Karsch *et al.*, 1984). La melatonina transmite la información de las variaciones del fotoperiodo al área premamilar hipotalámica (Malpaux *et al.*, 1998) regulando la secreción de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), ésta a su vez regula la secreción de las dos hormonas gonadotropas, la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH; Clarke *et al.*, 1982; Clarke, 1988). Este mecanismo está regulado a nivel hipotalámico por una sensibilidad al feed-back negativo por los esteroides gonadales (estradiol en la hembra y testosterona en el macho). Los días cortos aumentan la secreción de melatonina, disminuyendo la sensibilidad al feed-back negativo de los esteroides gonadales, induciendo un incremento de la frecuencia de pulsos de GnRH que a su vez incrementa los pulsos de LH y FSH. Por el contrario, en los días largos hay una disminución de la secreción de melatonina provocando un incremento en la sensibilidad al feed-back negativo de los esteroides gonadales provocando una inhibición de la actividad reproductiva (D'occhio *et al.*, 1984; Malpaux *et al.*, 1987).

En las hembras ovinas y caprinas, la utilización de luz artificial en combinación con la melatonina exógena ha permitido inducir la actividad sexual durante el periodo de anestro (Prandi *et al.*, 1987; Devenson *et al.*, 1992; Chemineau *et al.*, 1992; Zarazaga *et al.*, 2012).

En los machos, que las señales exteroceptivas emitidas por ellos se encuentren disminuidas de éstos se incrementen notablemente durante el periodo de reposo sexual. De hecho se ha comprobado que, la actividad endócrina, el olor y el comportamiento sexual de los machos cabríos, pueden ser estimulados a través de tratamientos foto-periódicos (Delgadillo *et al.*, 2002).

En los machos, se han desarrollado técnicas de control reproductivo que permiten que la actividad sexual puede ser estimulada durante el periodo de reposo sexual (marzo-abril). Por ejemplo, en los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera un tratamiento de 2.5 meses de días largos (16 horas luz) a partir del 1 de noviembre, seguidos o no de implantes de melatonina inducen una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo sexual. En los machos tratados de esta manera, la secreción de testosterona, el olor y el comportamiento sexual de estos machos se incrementan notablemente, y no parecen diferir de los valores observados durante el período de actividad sexual natural (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Además, en varios estudios se ha demostrado que estos machos sometidos al tratamiento fotoperiódico son muy eficientes para estimular la actividad estral y ovárica en las cabras anéstricas, mientras que los machos no tratados no lo hacen (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009; Bedos *et al.*, 2010; Fernández *et al.*, 2011).

3. La utilización del efecto macho para inducir la actividad sexual de las hembras durante el anestro

El efecto macho es una técnica de estimulación sexual que consiste en la introducción de un macho con un grupo de hembras en anestro. En ovinos, los primeros reportes referentes a la capacidad de los machos para estimular la actividad sexual de las hembras fueron realizados por Prudhomme (1732) y Girard (1813). Después de haber transcurrido un siglo, Underwood *et al.* (1944) trabajaron en ovinos de la raza Merino en el oeste de Australia y observó que cuando los carneros eran separados de las ovejas anéstricas, y luego reintroducidos, éstos inducían la actividad reproductiva de las ovejas y en consecuencia adelantaban el periodo natural de reproducción. En las cabras, Shelton (1960) fue el primero en describir el efecto macho. Entre los años de 1960 y 1980, el tema del efecto macho tomó mucha relevancia por sus implicaciones prácticas y ecológicas, lo cual incrementó el número de estudios realizados al respecto, abordando los diferentes factores que influyen en la respuesta de las hembras al efecto macho.

Después de estos reportes y hasta hoy en día, el efecto macho ha sido ampliamente estudiado con el fin de conocer los mecanismos que subyacen en dicho fenómeno en los ovinos (Signoret, 1980; Martin *et al.*, 1986; Walkden-Brown *et al.*, 1993; Ungerfeld *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008) y en los caprinos (Shelton, 1980; Chemineau *et al.*, 1986; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; 2009; Bedos *et al.*, 2010, 2012).

La mayoría de los estudios realizados a la fecha coinciden en que el efecto macho constituye un estímulo socio-sexual multifactorial que involucra el olfato, la vista, el tacto y el oído que permite iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras a los pocos días de iniciado el contacto entre los dos sexos (Shelton, 1960; 1980; Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000; Álvarez y Zarco, 2001; Ungerfeld *et al.*, 2004; Hawken *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2009; Bedos *et al.*, 2010). De igual manera, la mayoría de los autores concuerdan en que la respuesta de las hembras al efecto macho puede variar según la raza en términos de la proporción y latencia con que las hembras respondan (Chanvalon *et al.*, 2012). Sin embargo, en la mayoría de los casos donde se utiliza el efecto macho, el patrón de respuesta estral y ovárica es muy similar se describe a continuación.

3.1. Respuesta endócrina y sexual de las hembras ovinas y caprinas estimuladas mediante el efecto macho

Durante la estación de anestro, la secreción de pulsos de GnRH y LH en las hembras es poco frecuente debido, principalmente, a la retroalimentación negativa que ejerce el estradiol sobre el hipotálamo e hipófisis anterior (Martin *et al.*, 1986). Sin embargo, cuando se pone en contacto un macho con hembras anéstricas, se registra a los pocos minutos (2-4 min), un incremento en la frecuencia de los pulsos de LH y un incremento en la secreción de FSH (Poindron *et al.*, 1980; Chemineau *et al.*, 1986; Rosa y Bryant, 2002; Vielma *et al.*, 2009). Este aumento en la FSH y en la pulsatilidad de la LH induce un crecimiento de los

foliculos ováricos (Delgadillo *et al.*, 2011). Al estimular el desarrollo folicular, se incrementa la secreción del estradiol, el cual por retroacción positiva provoca la aparición de un pico preovulatorio de LH entre 24 a 30 h después de la introducción del macho, y una ovulación de 24 a 36 h más tarde (Signoret y Lindsay, 1982; Martin *et al.*, 1983; Ungerfeld *et al.*, 2004).

En cabras, durante los primeros 6 días después de iniciado el contacto, un alto porcentaje de ellas ovulan (60-80%) y la mayoría (60%) manifiesta actividad estral (Flores *et al.*, 2000). Esta primera ovulación es seguida por un ciclo ovulatorio de corta duración que en promedio dura 5 días. Unas pocas hembras (10%) no manifiestan este ciclo corto y quedan gestantes después de esa primera ovulación (Flores *et al.*, 2000). La gran mayoría de las hembras manifiestan un segundo estro entre los días 6 y 12 después del primer contacto con el macho, y generalmente va acompañado de una ovulación (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Chemineau *et al.*, 2006). Las hembras que no resultan gestantes en el primer o segundo estro inducido, retornan a un estado de anestro y muy pocas manifiestan otro ciclo estral que generalmente es de duración normal. Como resultado final, entre el 80 y 100 por ciento de las hembras ovula y manifiesta actividad estral en los primeros 10 días después de iniciado el contacto con los machos (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002).

En el caso de las ovejas ocurre un fenómeno similar, pero contrario a lo que sucede en cabras, la primera ovulación inducida por el macho no es acompañada

de un comportamiento de estro (Martin *et al.*, 1980; Poindron *et al.*, 1980; Martin y Scaramuzzi, 1983). En más de la mitad de las ovejas, esta primera ovulación es seguida por la formación de un cuerpo lúteo de corta duración, el cual sufre regresión de los 5 a 6 días después de haberse formado, produciéndose una segunda ovulación que, al igual que la primera, tampoco va acompañada de estro (Oldham y Martin, 1978/1979). El ciclo que sigue a dicha ovulación, es de duración normal (15-18 días) y termina con una tercera ovulación la cual, ya es acompañada de estro. En estas ovejas, el celo aparece, por lo tanto, 24-28 días después de la introducción de carnero (Martin *et al.*, 1986).

3.2. Importancia de las señales emitidas por el macho en la inducción de la actividad sexual de las hembras.

En el efecto macho, la respuesta sexual de las hembras depende en gran medida de las características e intensidad de las señales exteroceptivas (olfativas, visuales, auditivas y táctiles) que emite el macho durante el cortejo. A pesar de la gran cantidad de estudios que se han hecho sobre el efecto macho, pocas investigaciones se han enfocado en determinar la importancia de cada uno sobre los diversos componentes sensoriales o señales que emite el macho. A continuación se describirán algunos trabajos al respecto.

3.2.1 Señales olfativas

Una de las primeras evidencias claras de que las señales químicas están involucradas en la estimulación de las hembras fueron los trabajos realizados por Knight y Lynch (1980ab, 1983), quienes demostraron que el olor contenido en lana y cera de la piel de los carneros podía inducir la ovulación en las ovejas. En efecto, la lana o extractos de lana del carnero contenidos en máscaras y colocadas sobre la nariz de las ovejas anovulatorias incrementa la secreción de LH, FSH, el número y tamaño de folículos ováricos; incluso estimula un pico preovulatorio de LH y la ovulación en algunas hembras (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1989; 1994; Gelez y Fabre-Nys, 2006). De manera similar, en cabras, la exposición al pelo del macho cabrío induce un incremento en la secreción de la LH y la ovulación (Claus *et al.*, 1990). Lo anterior demuestra que el olor del macho es un componente importante en la estimulación de las hembras. Sin embargo, la respuesta de las hembras estimuladas solamente con señales olfativas es siempre más baja que cuando se exponen directamente a los machos (Shelton, 1980; Walkden-Brown *et al.*, 1993).

El hecho de que el olor contenido en la lana del carnero y el pelo de los machos cabríos pueda inducir una respuesta neuroendócrina o sexual en las hembras, sugiere la existencia de una sustancia que estimula a las hembras. Al respecto, numerosos esfuerzos se han realizado para aislar la sustancia química responsable, que al parecer es una feromona. A pesar de que algunos trabajos se

han realizado en el carnero, la mayoría de los intentos de aislar la feromona masculina se han concentrado en el macho cabrío (Signoret *et al.*, 1991; Hamada *et al.*, 1996; Okamura y Mori, 2005; Murata *et al.*, 2009; Okamura *et al.*, 2010).

El olor característico de los machos cabríos sexualmente activos proviene de las glándulas sebáceas principalmente de la región de la cabeza y el cuello. La actividad de estas glándulas es dependiente de andrógenos (Hillbrick *et al.*, 1995; Jenkinson *et al.*, 1967). Muy recientemente, se ha identificado al ácido 4-ethyloctanol, como la principal molécula con actividad de feromona, la cual está presente en el olor del macho cabrío (Murata *et al.*, 2014). Al parecer, esta molécula es la responsable de la activación de los pulsos de GnRH, LH y FSH durante el efecto macho. La señal es transmitida a través del sistema olfatorio principal o el órgano vomeronasal (o ambos), hacia la región del hipotálamo en donde se generan los pulsos de GnRH, resultando en la activación y secreción de GnRH por las neuronas del hipotálamo y la secreción de LH en la hipófisis anterior (Murata *et al.*, 2014). Este es el primer estudio que demuestra con claridad que una molécula olfativa puede activar el eje reproductivo de la cara, y este descubrimiento proporcionará una nueva dirección para la investigación de feromonas.

3.2.2 Señales visuales

Por otro lado, los estímulos visuales juegan también un papel importante en la estructura social de las ovejas. Por ejemplo, las ovejas son capaces de utilizar

la información visual de imágenes proyectadas para diferenciar entre sus congéneres familiares y no familiares, así como rostros de machos y hembras, la presencia o ausencia de cuernos, animales estresados y animales tranquilos (Tate *et al.*, 2006). Además, se ha demostrado que las ovejas anéstricas responden a las imágenes proyectadas de carneros con un aumento en la secreción de LH (Hawken *et al.*, 2009). Sin embargo, la respuesta es menor en comparación con la registrada en las ovejas expuestas o en contacto directo con los carneros. Lo anterior podría indicar que los estímulos visuales juegan un papel complementario en el efecto macho, sin embargo, al igual que en las señales olfativas, no sustituyen la dotación completa de señales socio-sexuales de los machos.

3.2.3 Señales auditivas

En cuanto a las vocalizaciones emitidas por los carneros y machos cabríos durante el cortejo, existen estudios que indican su participación en la estimulación de las hembras (Banks, 1964; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Por ejemplo, McComb *et al.* (1987) demostraron que las vocalizaciones de los venados reproducidas en “playback” adelantaban el inicio de la estación sexual de las hembras. En otro trabajo realizado en cabras de la Comarca Lagunera se demostró que las vocalizaciones del macho registrados durante el apareamiento y reproducidas en “playback” para que las percibieran las hembras anéstricas, no estimularon la secreción de LH cabras (Vielma *et al.*, 2008). Sin embargo, cuando las vocalizaciones de los machos sexualmente activos fueron transmitidas en "tiempo

real" a través de altavoces, éstas estimularon el comportamiento estral en el 83% de hembras anovulatorias. Sin embargo, esta respuesta estral estuvo acompañada con ovulación únicamente en el 33% de las hembras. En otro estudio, la exposición durante 5 días a las vocalizaciones de los machos incrementó significativamente la pulsatilidad de LH, únicamente en las hembras que tuvieron un contacto previo con machos, mientras que la amplitud de pulsos no fue modificada (Delgadillo *et al.*, 2012). Lo anterior podría indicar que las vocalizaciones por si solas no parecen ser capaces de sustituir completamente el estímulo que representa la presencia de los machos (Delgadillo *et al.*, 2012).

3.2.4 Comportamiento sexual

Otro de los componentes importantes que influyen en la capacidad de los machos para inducir la ovulación y la actividad estral en las hembras anéstricas es el comportamiento sexual de los machos. Este comportamiento es caracterizado por el despliegue de conductas como el automarraje, los olfateos ano-genitales, el flehmen, las aproximaciones, los intentos de monta y las montas con penetración (Price *et al.*, 1986; Fabre-Nys, 2000). Diversos estudios han demostrado que cuando los machos manifiestan un intenso comportamiento sexual, un mayor número de hembras responden durante el efecto macho. Por ejemplo, Perkins y Fitzgerald (1994) demostraron que el 95% de las ovejas que se expusieron a machos que mostraban una intensa actividad sexual ovulaban, mientras que cuando fueron expuestas a machos que tenían una actividad sexual débil o baja,

únicamente el 78% de ellas ovuló. En cabras, Flores *et al.* (2000) y Delgadillo *et al.*, (2002) fueron los primeros en demostrar que el estado reproductivo del macho es un factor determinante en la inducción de las hembras durante el efecto macho. En efecto, cuando las hembras anovulatorias se ponen en contacto con machos sexualmente inactivos, (los cuales no manifiestan conductas sexuales), solamente un 10 % de éstas ovulan. Sin embargo, cuando las hembras se ponen en contacto con machos sexualmente activos, los cuales manifiestan una gran cantidad de conductas sexuales, el 90-100 % de éstas ovulan y manifiestan actividad sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Otra evidencia clara de la importancia del comportamiento sexual durante el efecto macho proviene de un estudio reciente en el cual se utilizaron machos cabríos sexualmente activos los cuales fueron adormecidos durante todo el tiempo que estuvieron en contacto con las hembras (Vielma *et al.*, 2009). Dicho estudio demostró que tanto los machos despiertos como los sedados, indujeron en las hembras un aumento inicial en la secreción de LH, pero que el mantenimiento de dicha respuesta hasta por 24 h después, sólo es posible mediante el uso de machos despiertos. Al parecer los estímulos olfativos son suficientes para inducir un aumento inicial de la secreción de LH, pero a partir de entonces, el comportamiento sexual del macho desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la respuesta endocrina de las hembras (Vielma *et al.*, 2009). Estos estudios demuestran que no solo basta la presencia o el contacto directo con el macho, sino que la intensidad del comportamiento sexual que manifiestan los machos al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias es uno de los factores más importantes para inducir la

actividad sexual en las cabras durante el anestro (Shelton, 1980; Pearce y Oldham, 1988).

4. La estructura social de los ovinos y caprinos.

Los ovinos y caprinos domésticos o salvajes, son especies sociales, que viven en grupos, por lo que forman cohesiones sociales muy fuertes y relativamente estables (Fournier y Festa-Bianchet, 1995). El comportamiento social sirve para distintos propósitos, entre ellos la unión del grupo y la integración ecológica (Fraser y Broom, 1990), y ofrece una serie de ventajas (Immelmann, 1988): i) mejor protección contra los depredadores, ya que estos animales se encuentran generalmente en ambientes abiertos y en estado de alerta, para escapar y evitar ser capturados (Hamilton, 1971; Wilson, 1975; Festa-Bianchet, 1991); ii) una búsqueda más eficiente de alimento, ya que son guiados por los animales de más experiencia; iii) fácil acceso a las parejas sexuales; iv) y mayor éxito en la defensa de crías (Jarman, 1974; Hunter y Skinner, 1998; Estévez *et al.*, 2007). Los principales inconvenientes de los individuos que viven en grupo son: i) mayor probabilidad de transmisión de enfermedades o parásitos (Hoogland, 1978; Hart y Hart, 1992; Arnold y Lichtenstein, 1993); ii) la competencia por el alimento con otros compañeros del grupo; iii) mayor competencia por una pareja sexual y; iv) la necesidad de defender un espacio individual especialmente cuando dichos recursos de competencia se encuentran escasos (Barrette y Vandal, 1986).

La competencia por los recursos puede llevar a comportamientos agonísticos (comportamiento social relacionado con la lucha) dentro de los grupos. El comportamiento agonístico incluye dos componentes opuestos: el comportamiento agresivo y el defensivo. El agresivo implica mostrar, amenazar o atacar, mientras que el comportamiento defensivo incluye apaciguamiento, sumisión y la conducta de escape (Álvarez *et al.*, 2003, 2007; Miranda de la Lama, 2005; Tölü y Savas, 2007; Van *et al.*, 2007).

La dominancia social que se establece en animales de un grupo se define como la capacidad de un individuo para tener prioridad sobre los demás, para el acceso a un recurso (por ejemplo, alimentos, agua, espacio, compañero sexual, etc.; Francis, 1988; Mendl y Deag, 1995; Fabre-Nys, 2000). En este tipo de interacciones sociales, entre individuos, el ganador de las interacciones se llama dominante y el perdedor subordinado. Se han propuesto dos funciones importantes para la dominación social. En primer lugar, puede permitir a los individuos dominantes prioridad de acceso a un recurso limitado (Kaufmann, 1983). En segundo lugar, puede reducir el nivel de agresión en un grupo: esto puede beneficiar a los individuos porque van a evitar interacciones potencialmente costosas con sus congéneres, ya sea dominante o subordinado (Rowell, 1974; Bernstein, 1981). Un subordinado se beneficiará al no impugnar a un dominante por algún recurso, porque si interactúa con el dominante hará que probablemente no consiga los recursos y tenga riesgos de ser lesionado. Un dominante se beneficiará al no tener que volver a establecer su superioridad sobre el subordinado, a cada nuevo contacto, lo que implicaría un costo energético y un

cierto riesgo de lesiones. En el caso de los animales de rango medio, estos se benefician al estar menos sujetos al estrés ya que no se involucran en las interacciones agresivas ni son víctimas de estas agresiones (Aguirre *et al.*, 2007). Las características individuales que puedan dar una ventaja competitiva durante los concursos, deben aumentar el rango de un macho. Por su parte el tamaño de artefactos tales como astas y cuernos pueden ser importantes durante los enfrentamientos (Coltman *et al.*, 2002; Preston *et al.*, 2003). La edad también a menudo se correlaciona positivamente con el rango social, tanto para machos (Hass y Jenni, 1991, Pelletier *et al.*, 2003; Wolff, 1998) como para hembras en los ungulados (Rutberg y Greenberg, 1990; Festa-Bianchet, 1991; Côté, 2000). Los individuos de mayor edad suelen ser más grandes y tienen armas más grandes, pero también podrían tener más experiencia que los más jóvenes, y la experiencia podría conferir una ventaja competitiva durante las interacciones. En los caprinos se ha demostrado que la dominancia social adquirida es estable hasta por dos años y puede cambiar debido a la introducción de nuevos individuos al grupo, o por la maduración de los animales jóvenes que buscan un lugar en el grupo social (Conway, *et al.*, 1986; Matsuzawa y Shiraishi, 1992).

5. Influencia del rango social en la actividad reproductiva.

Las relaciones jerárquicas en un rebaño pueden afectar el desempeño reproductivo tanto de hembras como de machos. Por ejemplo, en el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) se demostró que las hembras dominantes se gestan de manera

anticipada que las hembras subordinadas cuando interactúan libremente con los machos. Al parecer, la gestación anticipada de las hembras dominantes es el resultado de su mayor capacidad de mantenerse cerca del macho (Clutton-Brock *et al.*, 1986). En cabras, Álvarez *et al.* (2003) demostraron que después de la exposición a un macho, las hembras dominantes pasan más tiempo en estrecha proximidad con éstos que las hembras subordinadas. Lo anterior se debe a que las dominantes poseen mayor capacidad para competir con éxito por el contacto con el macho, lo cual permite que su ovulación y gestación se anticipe significativamente en relación a las subordinadas. En otro estudio, se demostró que las hembras dominantes presentan mayores concentraciones plasmáticas de LH después del contacto con el macho que las subordinadas, estos resultados demuestran que un mayor número de hembras dominantes responden a la presencia del macho, y que la respuesta es más rápida que en las hembras subordinadas (Álvarez *et al.*, 2007). La baja jerarquía puede afectar la manifestación de la conducta sexual de las hembras, y el estrés social resultante a esta variación social puede interferir con la secreción preovulatoria de LH, causando así la falta de conducta sexual e incluso de la ovulación (Paterson y Pearce, 1989; Mahesh y Brann, 1992). En efecto, en cerdas (Pedersen *et al.*, 1993) y vacas (Gutiérrez, 1990; Orihuela, 2000), la conducta estral se ve fuertemente inhibida en los individuos subordinados. En las cabras, la dominancia puede correlacionarse positivamente con la ganancia de masa corporal, la producción de pelo (cabras mohair), y la producción de leche (Pretorius, 1970; Patón *et al.*, 1995). Repetidas agresiones y desplazamientos por los animales dominantes pueden causar en las cabras más débiles perder hasta un 10% de su

masa corporal (Haupt, 2004). En razas españolas (Malagueña, Serrana, Granadina), las cabras de rango medio producen más leche que las cabras de alto y bajo rango, probablemente por la falta del estrés social o mayor acceso a la comida (Barroso *et al.*, 2000).

En el caso de los machos ovinos, las relaciones jerárquicas también pueden afectar su desempeño reproductivo. Por ejemplo, los carneros subordinados tienen un acceso limitado a las hembras receptivas comparado con los carneros dominantes (Preston *et al.*, 2003). Los machos dominantes pueden inhibir las actividades sexuales de los animales subordinados simplemente por su presencia, de tal manera que su ausencia elimina la supresión, y los machos subordinados vuelven a manifestar comportamiento sexual (Estep *et al.*, 1988; Price, 2008). Por otro lado, Ungerfeld y González-Pensado (2009) encontraron que cuando compiten carneros de rango alto y rango bajo social por las hembras, hay disminución de los comportamientos de cortejo y de las tasas de eyaculación de los carneros de rango social bajo. Por el contrario, la presencia de carneros de rango social medio o bajo no afecta el comportamiento sexual de los carneros de rango social alto (Ungerfeld, 2012). En carneros jóvenes, los machos de rango social alto alcanzan su madurez sexual más temprano que los machos de rango social bajo, lo anterior se ve reflejado en mayor incremento del peso corporal, circunferencia escrotal, producción de semen y comportamiento sexual (Ungerfeld y González-Pensado, 2008). Por otro lado, se ha demostrado que en machos ovinos Pelibuey con rango social alto, presentan durante la época reproductiva,

una mayor libido, una mayor circunferencia escrotal, mayores concentraciones de testosterona y una mayor producción de semen que los machos subordinados (Aguirre *et al.*, 2007).

En el caso de los machos cabríos no existen estudios sobre la importancia del rango social sobre el desarrollo en su actividad reproductiva. La mayoría de los estudios realizados en machos cabríos están enfocados a describir la influencia de la edad y las características físicas (presencia de cuernos, tamaño corporal, etc.) en relación al rango social que ocupa un macho dentro del rebaño. Se ha observado que cuando los machos son inducidos a una intensa actividad sexual mediante el tratamiento fotoperiódico, es claro que éstos al estar en grupo forman jerarquías sociales muy fuertes, observándose que existen individuos dominantes y subordinados. Sin embargo, no se conoce si el rango social puede afectar el desempeño de los machos para estimular la actividad sexual de las hembras anovulatorias durante el efecto macho.

OBJETIVO

Determinar si los machos cabríos foto-estimulados de rango social bajo disminuyen su capacidad para inducir la actividad ovulatoria en las cabras anéstricas expuestas al efecto macho.

HIPÓTESIS

Los machos cabríos foto-estimulados de rango social bajo disminuyen su capacidad para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas mediante el efecto macho.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- Localización del experimento.

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Se utilizó un rebaño particular ubicado en el Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se localizan en la Comarca Lagunera a la latitud de 26° Norte y a una altitud que varía de 1100 a 1400 metros sobre el nivel del mar. Las variaciones del fotoperiodo en la región son de 13:41 horas luz durante el solsticio de verano y de 10:19 horas luz durante el solsticio de invierno.

2.- Animales Experimentales.

2.1. Machos

Se utilizaron 12 machos cabríos Criollos adultos foto-estimulados que tenían 2.5 años de edad al inicio del estudio. Estos machos fueron alojados en instalaciones abiertas de 10 x 6 metros donde se sometieron a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/día) del 1 de noviembre de 2011 al 15 de enero de 2012. Se ha demostrado que este tratamiento induce una intensa actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual natural (marzo-abril; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Durante el estudio, los machos fueron alimentados con heno de alfalfa y 300 g de concentrado comercial (14%P.C.) por

día/animal. Además, los machos tuvieron libre acceso a agua limpia y sales minerales.

2.2. Determinación del rango social de los machos.

El rango social de cada macho se determinó del 21 al 27 de marzo de 2012 de acuerdo por lo descrito por Barroso *et al.*, (2000) y Álvarez *et al.* (2003). Para ello, se determinó medir durante 2 horas continuas y por 7 días consecutivos, las siguientes interacciones agonísticas:

- **Golpes:** cuando un individuo golpea, principalmente con la cabeza, a otro individuo. Esta agresión también puede incluir mordiscos.
- **Amenazas:** cuando un individuo hace intenciones de golpear a otro individuo, la amenaza puede ocurrir con la cabeza o con el tronco del cuerpo, pero sin alcanzarlo o tocarlo.
- **Empujar:** Cuando un individuo empuja con su cuerpo a otro individuo, pero sin golpearlo, con el fin de desplazarlo de un lugar determinado.
- **Huida:** Cuando después de una amenaza, golpe o empuje, un individuo decide abandonar el lugar y huir de su contrincante.
- **Evasión:** Cuando un individuo, ante la amenaza de otro animal, decide abandonar el encuentro o la interacción.

Las observaciones conductuales, se realizaron por la misma persona, al momento de proporcionar la alimentación a todos los machos (09:00). Además, se

utilizó una plataforma localizada estratégicamente, para facilitar el registro de las interacciones agresivas entre los individuos. Este evento se repitió cada día y en la misma hora señalada.

Con la información obtenida del estudio conductual (las consecuencias de ganar o perder), se calculó el índice de éxito (IE) para cada macho con la siguiente fórmula (Martín y Bateson, 2007):

$$\text{Índice de éxito} = \frac{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar}}{\text{Número de individuos que es capaz de desplazar} + \text{Número de individuos que lo desplazaron}}$$

Los machos se clasificaron de acuerdo al IE obtenido (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Clasificación del Índice de éxito para determinar el rango social.

Índice de Éxito	Rango Social
de 0 a 0.33	Animales de rango bajo
de 0.34 a 0.66	Animales de rango medio
de 0.67 a 1	Animales de rango alto

Tabla 2. Índice de éxito y rango social obtenido por cada macho sometido al tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales. La determinación del rango social se realizó del 21 al 27 de marzo.

Rango Social Bajo	IE	Rango Social Medio	IE	Rango Social Alto	IE
Macho 9	0.31	Macho 11	0.64	Macho 5	0.95
Macho 12	0.05	Macho 10	0.62	Macho 8	0.76
Macho 3	0.05	Macho 2	0.55	Macho 4	0.67
		Macho 7	0.54		
		Macho 1	0.42		
		Macho 6	0.41		

IE= Índice de Éxito

2.3. Hembras

Para valorar la capacidad de los machos de diferente rango social para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas, se utilizaron 76 hembras adultas multíparas anovulatorias. Todas las hembras utilizadas, habían tenido sus partos en diciembre y fueron ordeñadas manualmente una vez al día durante el estudio. Las hembras fueron estabuladas y recibieron una alimentación de 2.0 kg de heno de alfalfa henificada y 200 g. de concentrado comercial (14% de P.C.) por día/hembra. Además, tuvieron libre acceso a agua limpia y sales minerales. La ciclicidad de las hembras se determinó mediante una ultrasonografía trans-rectal realizada 10 días antes de la introducción de los machos. La ausencia de cuerpos lúteos en ambos ovarios fue el criterio para determinar que una hembra estaba anovulatoria (de Castro *et al.*, 1999). Las hembras que resultaron anovulatorias fueron divididas en tres grupos homogéneos en cuanto a la condición corporal (CC).

3.- Efecto macho

El 31 de marzo (Día 0), las cabras fueron puestas en contacto con los machos para estimular su actividad ovulatoria mediante el efecto macho. Un grupo de hembras (n=27; CC=2.0 ± 0.06) fue puesto en contacto con 3 machos que previamente fueron identificados con un rango social bajo. Un segundo grupo de hembras (n=26; CC=2.0 ± 0.07) fue puesto en contacto con 3 machos con rango social medio, los cuales fueron escogidos al azar de los 6 machos de este rango. El tercer grupo de cabras (n=23; CC=2.0 ± 0.09) fue puesto en contacto con 3 machos identificados con un rango social alto. En los tres grupos, los machos permanecieron en contacto con las hembras las 24 horas del día durante 18 días consecutivos.

4.- Variables determinadas

4.1 Machos

4.1.1 Comportamiento sexual

Para evaluar el comportamiento sexual de los machos, se utilizaron 3 corrales con tres subdivisiones cada uno, y en cada subdivisión fue alojado un macho, respectivamente. En el corral 1, se colocaron 3 machos de rango social alto, en el corral 2 se colocaron 3 machos de rango medio y en el corral 3, se alojaron 3 machos de rango social bajo. Cada macho fue puesto en contacto con 8 o 9 hembras anéstricas. El comportamiento sexual de los machos se determinó

durante 1 hora (08:00-09:00 h). Las conductas medidas fueron: aproximaciones, olfateos ano-genitales, intentos de monta, automarcajes con orina y flehmen.

4.2 Hembras

4.2.1 Actividad ovulatoria

El porcentaje de hembras que ovularon fue obtenido mediante 2 ultrasonografías trans-rectales, que se realizaron los días 6 y 18 después de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un equipo Scanner modo-B (Aloka SSD, Tokio, Japón) equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. El criterio para determinar si una hembra había ovulado fue la presencia de al menos un cuerpo lúteo en los ovarios (de Castro *et al.*, 1999).

4.2.2 Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria fue determinada mediante el número de cuerpos lúteos registrados en ambos ovarios al momento de realizarse las ecografías en los días 6 y 18 después de la introducción de los machos.

4.2.3 Tasa de preñez.

La tasa de preñez fue determinada por el porcentaje de hembras que resultaron gestantes al momento de realizar una ultrasonografía abdominal a los 45 días después de la introducción de los machos. Para ello, se utilizó un Scanner

modo-B (Aloka SSD, Tokio, Japón) equipo con un transductor abdominal de 3.0 Mhz.

4.2.4 Fertilidad al parto.

La fertilidad al parto se determinó mediante la división del número de cabras paridas entre el número total de cabras.

4.2.5 Prolificidad.

La prolificidad se cuantificó mediante el número de cabritos que nacieron entre el número de cabras paridas.

5.- Análisis de datos.

El total de las frecuencias de las conductas mostradas por los machos en cada grupo fue comparado utilizando una prueba de Chi-cuadrada con la bondad de ajuste, utilizando el criterio de una distribución completamente al azar. Las proporciones de las hembras que manifestaron actividad ovulatoria, así como la fertilidad al parto fueron comparadas mediante la prueba de Chi-cuadrada. La tasa ovulatoria y la prolificidad registrada en las hembras de los tres grupos fue comparada mediante una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney.

RESULTADOS

1. Comportamiento sexual

El comportamiento sexual de los machos el primer día de ser puestos en contacto con las hembras se muestra en la Figura 1. El número total de aproximaciones y olfateos realizados en los machos de rango social alto y medio fue mayor ($P < 0.05$) que los registrados por los machos de rango social bajo. No se registró diferencia entre machos de rango social alto y medio en estas variables ($P > 0.05$). En cambio, en el número de intentos de monta, flehmen y automarcajes no se registraron diferencias entre los tres rangos sociales ($P > 0.05$).

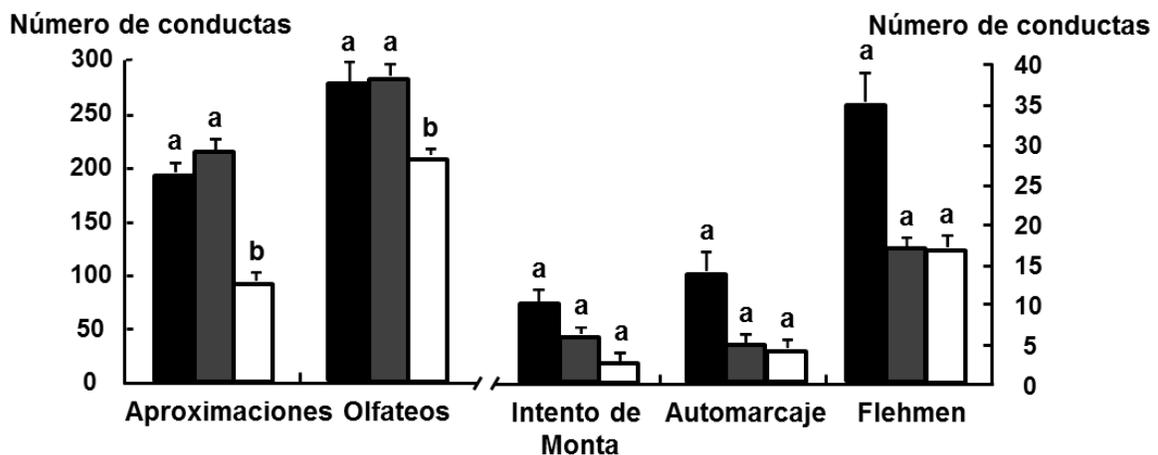


Figura 1. Comportamiento sexual de los machos de alto (■; n=3), medio (▒; n=3) y bajo (□; n=3) rango social el primer día de contacto con las hembras. Las observaciones se realizaron durante 1 hora diaria en los tres grupos.

^{ab} Literales diferentes indica diferencia estadística significativa entre grupos ($P < 0.05$).

2. Respuesta de las hembras anéstricas al efecto macho

2.1 Porcentaje de hembras que ovularon.

El porcentaje de hembras que ovularon en los primeros 6 días de contacto con los machos fue similar ($P>0.05$) entre las hembras expuestas a machos de rango social alto y aquellas en contacto con machos de rango social medio y bajo (Figura 2). De igual manera, en la segunda ovulación inducida (día 7-18), el número de hembras que ovularon no fue diferente ($P>0.05$) entre las hembras de los tres grupos. Los porcentajes de hembras que ovularon en los tres grupos en la primera y segunda ovulación son mostrados en el Figura 2.

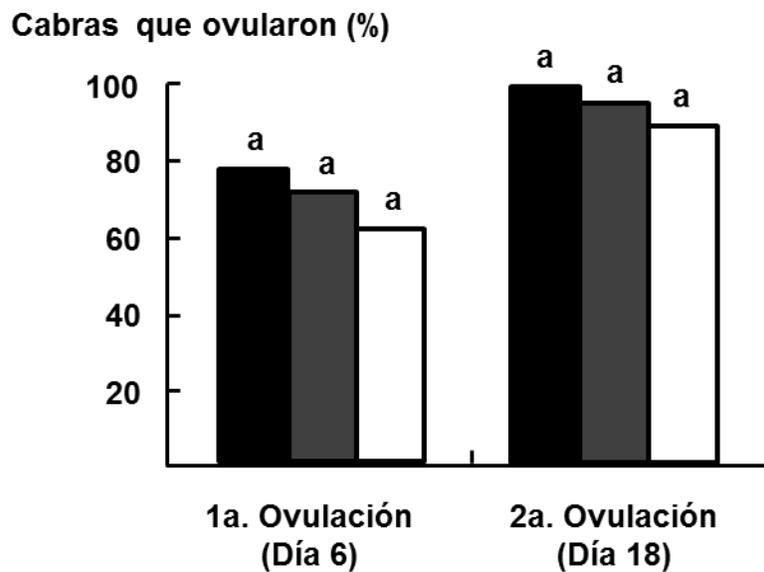


Figura 2. Respuesta ovulatoria al día 6 y 18 de las hembras sometidas al efecto macho utilizando machos de rango social alto (■; n=3), medio (▒; n=3) y bajo (□; n=3).

Literales iguales indica que no hay diferencia estadística significativa entre grupos ($P>0.05$).

2.2 Tasa ovulatoria

En la primera ovulación registrada (día 6), la tasa ovulatoria fue similar entre las hembras estimuladas con machos de rango social alto, medio y bajo ($P>0.05$; Figura 3). En la segunda ovulación (día 6-18), la tasa ovulatoria fue mayor ($P<0.05$) en las hembras en contacto con los machos de rango social alto (1.8 ± 0.2) que en aquellas expuestas a los machos de rango social bajo (1.4 ± 0.1).

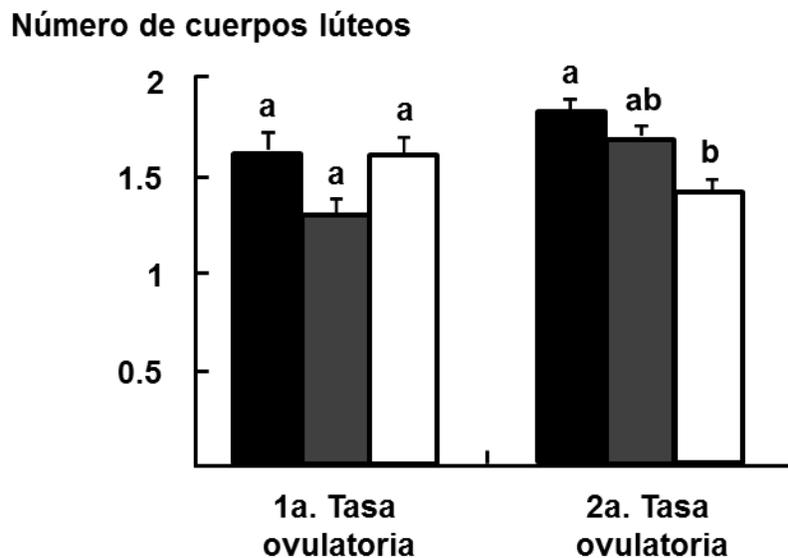


Figura 3. Tasa ovulatoria registrada en las hembras al día 6 y 18 después de ser puestas en contacto con machos de rango social alto (■; n=3), medio (▣; n=3) y bajo (□; n=3).

^{ab} Literales diferentes indica diferencia estadística significativa entre grupos ($P<0.05$).

2.3 Tasa de Gestación

El porcentaje de cabras que fueron diagnosticadas gestantes al día 45 después de la introducción de los machos fue similar ($P>0.05$; Figura 4) entre las cabras en contacto con los machos de rango social alto que en aquellas en contacto con los machos de rango social medio y bajo.

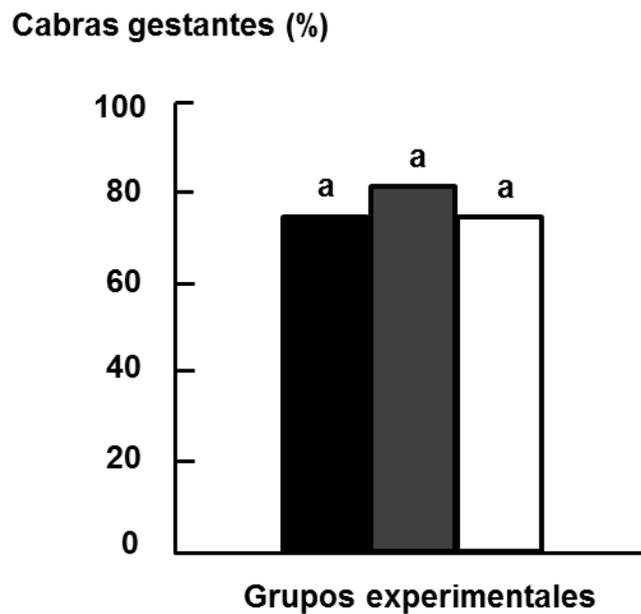


Figura 4. Porcentaje de hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 45 días después de la introducción de los machos de rango social alto (■; n=3), medio (▒; n=3) y bajo (□; n=3).

Literales iguales indica que no hay diferencia estadística significativa entre grupos ($P>0.05$).

2.4 Fertilidad al parto y prolificidad

En la fertilidad y la prolificidad no se registró diferencia entre las hembras estimuladas con machos de rango social alto, medio y bajo ($P>0.05$). El porcentaje de fertilidad y el promedio de prolificidad registrados en las hembras de los tres grupos al parto son mostrados en la Figura 5.

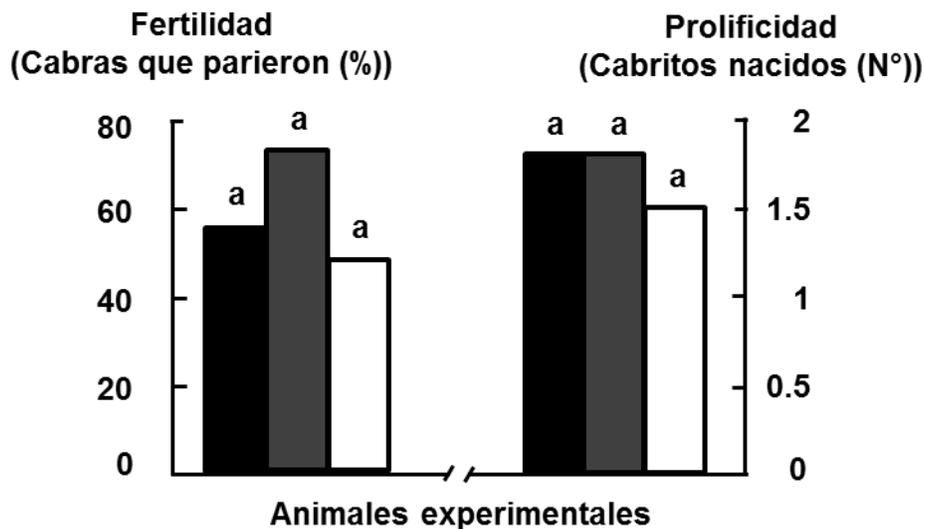


Figura 5. Fertilidad al parto y prolificidad de las cabras puestas en contacto con machos de rango social alto (■; n=3), medio (▣; n=3) y bajo (□; n=3). Literales iguales indica que no hay diferencia estadística significativa entre grupos ($P>0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que en los machos cabríos foto-estimulados, el rango social no afecta su habilidad para inducir la actividad ovulatoria de las cabras mediante el efecto macho. En efecto, el porcentaje total de cabras que ovularon al día 6 y 18 después de la introducción de los machos fue similar en los tres grupos de hembras que estuvieron en contacto con machos previamente identificados con rango social alto, medio y bajo. Sin embargo, la tasa ovulatoria registrada el día 6 post-introducción de los machos no fue diferente en las hembras en contacto con los machos de diferente rango social; en cambio, la tasa ovulatoria registrada el día 18 post-introducción de los machos fue superior en las hembras en contacto con machos de rango social alto que en aquellas expuestas a los machos de rango social bajo. Por el contrario, en la tasa de gestación, la fertilidad al parto y la prolificidad no se registraron diferencias significativas en las hembras estimuladas con los machos de diferente rango social.

En los caprinos, la dominancia social en un rebaño está determinada por factores como el peso corporal del individuo, presencia y tamaño de los cuernos y la edad. Sin embargo, en el presente estudio todos los machos tenían la misma edad (2.5 años) y ninguno tenía cuernos, puesto que estos fueron descornados antes de iniciar el estudio. De igual manera, el peso y condición corporal eran muy similares. Sin embargo, aun así se estableció una estructura jerárquica muy fuerte

dentro del grupo y al ser puestos en contacto con las hembras, los machos de bajo rango social mostraron un menor comportamiento sexual (olfateos y aproximaciones) que los machos de alto y medio rango en el primer día de contacto con las hembras. Sin embargo, a pesar que el comportamiento sexual de los machos de rango social bajo fue menor al mostrado por los machos de rango alto y medio, éstos fueron capaces de inducir la ovulación en la mayoría de las cabras. Además, la respuesta ovulatoria no fue diferente de la encontrada en las hembras de los otros dos grupos. Lo anterior puede ser explicado por los siguientes argumentos: 1). Es probable que después de varios días de contacto con los machos de bajo rango, algunas hembras iniciaran su actividad sexual y probablemente esto permitió un mejoramiento del comportamiento sexual de los machos en los días siguientes. En efecto, la presencia de hembras en estro permite un reforzamiento del estímulo entre machos y hembras (Walkden-Brown *et al.*, 1993) y/o una estimulación hembra-hembra (Restall *et al.*, 1995). Lo anterior probablemente permitió que no se registrara diferencia en la respuesta ovulatoria entre los tres grupos de cabras. 2). La ausencia de diferencias entre las hembras en contacto con machos subordinados y con machos de alto y medio rango social se debió probablemente al tratamiento fotoperiódico al cual fueron sometidos los machos. En efecto, los machos tratados con días largos artificiales responden al tratamiento incrementando las concentraciones de testosterona, peso testicular, intensidad del olor y conductas sexuales durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007). Probablemente, el tratamiento fotoperiódico al cual fueron sometidos todos los machos fue suficiente para que éstos manifestaran conductas sexuales suficientes

para desencadenar una respuesta sexual y reproductiva en las cabras. Recientemente se demostró que el comportamiento sexual desplegado por los machos sometidos a días largos, así como la elevada secreción de feromonas, contribuyen a mantener una elevada secreción de LH en las hembras, permitiendo que una alta proporción de éstas ovule al ser expuestas a estos machos cabríos sexualmente activos (Vielma *et al.*, 2009; Martínez-Alfaro *et al.*, 2011). 3). El rango social de cada macho se determinó dentro del grupo donde se encontraban establecidos los machos y donde recibieron el tratamiento fotoperiódico, posteriormente estos machos fueron separados en 3 grupos de alto, medio y bajo rango social y se pusieron en contacto con las hembras en corrales separados de al menos 50 mts entre sí, por lo que no tenían contacto visual, auditivo ni olfatorio con los machos de los demás rangos. Al respecto, Price (2008) reportó que los machos dominantes pueden inhibir las actividades sexuales de los animales subordinados simplemente por su presencia, y que su ausencia elimina la supresión (Estep *et al.*, 1988). Por lo anterior, es probable que los machos de menor rango, al no tener la presencia de un macho más dominante, no fueran inhibidos y manifestaron un mayor número de conductas una vez en contacto con las hembras. Sería interesante determinar si la presencia en el mismo grupo de un macho dominante y uno subordinado pueda afectar la respuesta de las hembras anéstricas durante el efecto macho.

La respuesta encontrada en las hembras caprinas del presente estudio es similar a lo encontrado en la mayoría de los estudios realizados anteriormente en

la Comarca Lagunera, en donde se han utilizado machos tratados previamente con 2.5 meses de días largos para inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; Bedos *et al.*, 2012). En la mayoría de estos estudios, más del 90 % de las cabras presentaron estro y ovularon en los primeros 15 días después de la introducción de los machos. Lo anterior demuestra que el tratamiento de días largos artificiales, es un método muy efectivo para estimular la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual, y que estos machos tratados a su vez son capaces para inducir la actividad sexual y reproductiva de las hembras mediante el efecto macho (Delgadillo *et al.*, 2006, 2009).

Finalmente, los resultados encontrados en el presente estudio son originales y es la primera vez que se determina la influencia del rango social en la capacidad de los machos para estimular a las hembras mediante el efecto macho. Sería interesante determinar el rango social en las hembras y correlacionarlo con su respuesta reproductiva al efecto macho.

CONCLUSIÓN

Estos resultados demuestran que los machos cabríos foto-estimulados de bajo rango social no disminuyen su capacidad para inducir la actividad ovulatoria de las cabras anéstricas mediante el efecto macho.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, V., Orihuela, A., Vázquez R. 2007. Seasonal variations in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics, is affected by social dominance, of tropical hair rams (*Ovis aries*). *Anim. Sci. J.* 78: 417-423.
- Alonso de Miguel, M., Cognié, Y. 1980. Variaciones de la actividad sexual de la oveja «Rasa Aragonesa» durante el período del anoestro estacionario. Efecto de la edad, de las condiciones climáticas y de la presencia de machos. IX Congreso Intern. Reprod. Anim. e IA, Madrid, 16-20 de junio, Vol. IV: 387-392.
- Álvarez, R.L., Zarco, Q.L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Méx.* 32: 117–129.
- Álvarez, R.L., Martin, G.B., Galindo, M.F., Zarco, Q.L. 2003. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 84: 119–126.
- Álvarez, L. 2004. 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. PhD Thesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México. 75 pp.
- Álvarez, L., Zarco, Q.L., Galindo, F., Blache, D., Martin, G.B. 2007. Social rank and response to the “male effect” in the Australian cashmere goat. *Anim. Reprod. Sci.* 102: 258-266.
- Arnold. W., Lichtenstein. A. V. 1993. Ectoparasite loads decrease the fitness of Alpine marmots (*Marmora marmora*) but are not a cost of sociality. *Behav. Ecol.* 4: 36-39.
- Banks, E.M. 1964. Some aspects of sexual behaviour in domestic sheep, *Ovis aries*. *Behavior.* 23: 249–79.
- Barrette, C., Vandal, D. 1986. Social rank, dominance, antler size, and access to food in snow-bound wild woodland caribou. *Behavior.* 97: 118-146.
- Barroso, F.G., Alados, C.L., Boza, J. 2000. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69: 35–53.
- Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A. 2010. Four hours of daily contact with sexually active males

- is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Horm. Behav.* 58: 473–477.
- Bedos, M., Velázquez, H., Fitz-Rodríguez, G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Vielma, J., Fernández, I.G., Retana-Márquez, M.S., Muñoz-Gutiérrez, M., Keller, M., Delgadillo, J.A. 2012. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4-hour period of contact. *Physiol. Behav.* 106: 259-263.
- Bernstein, I.S. 1981. Dominance: the baby and the bathwater. *Behav. Brain Sci.* 4: 419–458.
- Bittman, E.L., Kaynard, A.H., Olster D.H., Robinson, J.E., Yellon, S.M., Karsch, F.J., 1985. Pineal melatonin mediates photoperiodic control of pulsatile luteinizing hormone secretion in the ewe. *Neuroendocrinology*, 40: 409-418.
- Bronson, F.H. 1989. *Mammalian reproductive biology*. University of Chicago Press, Chicago. 325 pp.
- Bronson, F. H. & Heideman, P. D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: *The physiology of reproduction* (eds E. Knobil & J. D. Neill), 2nd edn. New York, NY: Raven Press.
- Cerna, C., Zarco, L.A., Valencia, J. 2004. Efecto del fotoperiodo artificial sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en la oveja Pelibuey. *Vet. Méx.* 35: 179-85.
- Chanvallon, A., Sagot, L., Pottier, E., Debus, N., François, D., Fassier, T., Scaramuzzi, R.J., Fabre-Nys, C. 2011. New insights into the influence of breed and time of the year on the response of ewes to the 'ram effect'. *Animal*. 5:10, 1594–1604 pp.
- Chemineau, P. 1986a. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. 1. Female oestrous behaviour and ovarian activity. *Reprod. Nutr. Develop.* 26: 441-452.
- Chemineau, P. 1986b. Sexual behaviour and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behaviour, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Reprod. Nutr. Develop.* 26: 453-460.
- Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J.P., Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fertil.* 78: 497-504.

- Chemineau P. 1987. Effects of a progestagen on buck induced short ovarian cycles in the Creole meat goat. *Anim. Reprod. Sci.* 9: 87–94.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of oestrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8: 299-312.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J. 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Develop.* 46: 417-429.
- Clarke, I.J., 1988. Gonadotrophin-releasing hormone secretion (GnRH) in anoestrous ewes and the induction of GnRH surges by oestrogen. *J. Endocrinology*, 117: 355-60.
- Clarke, I.J., Cummins, J.T. 1982. The temporal relationship between gonadotrophin releasing hormone (GnRH) and luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized ewes. *Endocrinology* 111: 1773-1739.
- Claus, R., Over, R., Dehnhard, M. 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Anim. Reprod. Sci.* 22: 27–38.
- Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D., Guinness, F.E. 1986. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in deer. *Anim. Behav.* 34: 460-471.
- Cohen-Tannoudji, J., Lavenet, C., Locatelli, A., Tillet, Y., Signoret, J.P. 1989. Noninvolvement of the accessory olfactory system in the LH response of anoestrous ewes to male odour. *J. Reprod. Fertil.* 86: 135–44.
- Cohen-Tannoudji, J., Einhorn, J., Signoret, J.P. 1994. Ram sexual pheromone: first approach of chemical identification. *Physiol. Behav.* 56: 955–61.
- Colas, G. 1980. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I. Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Develop.* 20: 1789-1799.
- Colas, G. 1981. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. II. Fécondance: relation avec les critères qualitative observés in vitro. *Reprod. Nutr. Develop.* 21: 339-407.

- Coltman, D.W., Festa-Bianchet, M., Jorgenson, J.T. & Strobeck, C. 2002. Age-dependent sexual selection in bighorn rams. *Proc. R. Soc. Lond. Series B*, 269: 165–172.
- Conway, M.L., Blackshaw, J.K., Daniel, R.C. 1986. 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.* 48: 1-13.
- Corteel, J.M. 1977. Production, storage and insemination of goat semen. In: *Management of Reproduction in Sheep and Goats Symposium*, University of Wisconsin, Madison. July 24-25. 41-57 pp.
- Côté, S.D. 2000. Dominance hierarchies in female mountain goats: stability, aggressiveness and determinants of rank. *Behavior*. 137: 1541–1566.
- De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., Rivera, A. 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*. 52: 399-411.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificial long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.E., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Develop.* 44: 183-193.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 391–400.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B. 2009. The “male effect” in sheep and goats: revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200: 304-314.

- Delgadillo, J.A., Ungerfeld, R., Flores, J.A., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G. 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the male effect in the subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reprod. Dom. Anim.* 46: 687-691.
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fernández, I.G., Keller, M., Gelez, H. 2012. Male goat vocalizations stimulate the estrous behavior and LH secretion in anestrus goats that have been previously exposed to bucks. *Horm. Behav.* 62: 525-530.
- Devenson, S.L., Arendt, J., Forsyth, I.A. 1992. The influence of the pineal gland and melatonin on the reproductive performance of domesticated female ungulates. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 113-134.
- D'occhio, M.J., Schanbacher, B.D., Kinder, J.E. 1984. Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of diverse breeds: effects of contrasting short (8L:16D) and long (16L:8D) photoperiods. *Biol. Reprod.* 30: 1039-1054.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endocrinol.* 35: 262- 370.
- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120: 65-70.
- Estep, D.Q., Nieuwenhuijsen, K., Bruce, K.W., De Neef, K.J., Walters, P.A., Baker, S.C., Slob, A.K. 1988. Inhibition of sexual behavior among subordinate stump tail macaques (*Macaca arctoides*). *Anim. Behav.* 36: 854-864.
- Estevez, I., Andersen, I.L., Naevdal, E. 2007. Group size, density and social dynamics in farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103: 185-204.
- Fabre-Nys, C. 2000. Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux. *INRA Prod. Anim.* 13: 11-23.
- Fernández, I.G., Luna- Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte, G., Hernández, H., Flores, J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Horm. Behav.* 60: 484-488.
- Festa-Bianchet, M. 1991. The social system of bighorn sheep: grouping patterns, kinship and female dominance rank. *Anim. Behav.* 42: 71–82.

- Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 116: 85-94.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 62: 1409–1414.
- Fournier, F., Festa-Bianchet, M. 1995. Social dominance in adult female mountain goats. *Anim. Behav.* 49: 1449-1459.
- Francis, R.C. 1988. On the relationship between aggression and social dominance. *Anim. Behav.* 78: 223-237.
- Fraser, D., Broom, D.M. 1990. *Farm animal behaviour and welfare*, third ed. Baillière Tindall, London.
- Gelez, H., Fabre-Bys, C., 2006. Role of the olfactory systems and importance of learning in the ewes response to rams or their odors. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 401–415.
- Girard, L. 1813. Moyens employés avec succès par M. Morel de Vindé, Membre de la Société d' Agriculture de Seine et Oise, pour obtenir, dans le temps le plus court possible, la fécondation du plus grand nombre des brebis portières d'un troupeau. *Éphémérides de la Société d' Agriculture du Département de l'Indre pour l'An 1813, Séance du 5 Septembre, VIII Cahier, Château-Roux, Département de l'Indre VII, 66- 68.*
- Gómez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., López-Sebastián A. 2010b. Estacionalidad reproductiva en los ungulados silvestres. In: *Ungulados silvestres de España: biología y tecnologías reproductivas para su conservación y aprovechamiento cinegético*. Monografías INIA. Serie Medioambiental. 2: 63-84.
- Gonzalez-Stagnaro, C. 1983. Comportamiento reproductivo de las razas locales de rumiantes en el trópico Americano. In: *Reproduction des ruminants in zone tropicale*. INRA Pub. Versailles. 1-80.
- Greyling, J.P.C. 2000. Reproduction traits in the Boer goat doe. *Small Rumin. Res.* 36: 171-177.

- Gutiérrez C. 1990. Influencia de la jerarquía social del hato sobre la presencia del estro en novillonas cebú. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, D.F.
- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agric. Sci.* 42: 189-265.
- Hamada, T., Nakajima, M., Takeuchi, Y., Mori Y. 1996. Pheromone-induced stimulation of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator in ovariectomized, estrogen-primed goats. *Neuroendocrinology*. 64: 313-319.
- Hamilton, W.D. 1971. Geometry for the selfish herd. *J. Theor. Biol.* 31: 295-311.
- Hart, B.L. & Hart L.A. 1992. Reciprocal allogrooming in impala, *Aepyceros melampus*. *Anim. Behav.* 44: 1073-1083.
- Hass, C.C. & Jenni, D.A. 1991. Structure and ontogeny of dominance relationships among bighorn rams. *Can. J. Zool.* 69: 471-476.
- Hawken, P.A., Evans, A.C.O., Beard, A.P. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavior interactions with rams but is not a prerequisite to their endocrine response to the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 13-21.
- Hawken, P.A., Esmaili T., Scanlan V., Blache D., Martin G.B. 2009. Can audio-visual or visual stimuli of a prospective mate stimulate a neuroendocrine response in sheep?. *Animal*. 3: 690-6.
- Hillbrick, G.C., Tucker, D.J., Smith, G.C. 1995. The lipid composition of cashmere goat fleece. *Aust. J. Agric. Res.* 46: 1259-71.
- Holtz, W. 2005. Recent developments in assisted reproduction in goats. *Small Rumin. Res.* 60: 95-110.
- Hoogland, J.L. 1978. Aggression, ectoparasitism, and other possible costs of prairie dog (*Sciuridae, Cynomys spp.*) coloniality. *Behavior*. 69: 1-35.
- Houpt, K.A. 2004. Livestock behavior. In: *Notes of Farm Animal Behavior*. Department of Animal Science. Cornell University, Ithaca, NY, USA. 26 pp.
- Hunter, L.T.B., Skinner, J.D. 1998. Vigilance behaviour in African ungulates: the role of predation pressure. *Behavior*. 135: 195-211.
- Immelmann, K. 1988. *Introduzione all'etologia*. Bollati Boringhieri, Torino, Italy.

- Jarman, P.G. 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology. *Behavior*. 48: 215-267.
- Jenkinson, D.M., Blackburn, P.S., Proudfoot, R. 1967. Seasonal changes in the skin glands of the goat. *Br. Vet. J.* 123: 541–9.
- Karsch, F.J., Bittman, L.E., Foster, L.D., Goodman, L.R., Legan, J.S., Robinson, E.J. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog. Horm. Res.* 40: 185-231.
- Kaufmann, J.H. 1983. On the definition and functions of dominance and territoriality. *Biol. Rev.* 58: 1–20.
- Knight, T.W., Lynch, P.R. 1980a. Source of ram pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 3: 133–6.
- Knight, T.W., Lynch, P.R. 1980b. The pheromones that stimulate ovulation in the ewe. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13: 74–6.
- Knight, T.W., Tervit, H.R., Lynch, P.R. 1983. 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.* 6: 129–34.
- Lahlou-Kassi, A. y Marie, M. 1985. Sexual and ovarian function of the D'Man ewe. In: *Genetics of reproduction in sheep*. R.B. Land y D.W. Robinson, ed., Publ. Butterworth's, Londres. 245-260.
- Legan, S.J. & Karsch, F.J. 1983. Importance of retinal photoreceptors to the photoperiodic control of seasonal breeding in the ewe. *Biol. Reprod.* 29, 316-325.
- Lincoln, G.A., Short, R.V. 1980. Seasonal breeding: Nature's contraceptive. *Recent. Prog. Horm. Res.* 36: 1-52.
- Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory response to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 106: 352–360.
- Mahesh, V.B., Brann, D.W. 1992. Interaction between ovarian and adrenal steroids in the regulation of gonadotropin secretion. *J. Steroid. Biochem. Mol. Biol.* 41: 459-513.
- Malpaux, B., Robinson, J., Brown, M.B., Karsch, F.J. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by

- inappropriate secretion of melatonin. *Biology of reproduction*, 36: 1333-1341.
- Malpoux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J., Chemineau, P. 1996. Seasonal breeding in sheep: Mechanism of action of melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 109-117.
- Malpoux, B., Daveau, A., Maurice-Mandon, F., Duarte, G., Chemineau, P. 1998. Evidence that melatonin acts in the preammillary hypothalamic area to control reproduction in the ewe: Presence of binding sites and stimulation of LH secretion by in situ microimplant delivery. *Endocrinology* 139: 1508-1516.
- Malpoux, B. 2006. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction*, Ed. JD Neill. Elsevier. Amsterdam. 3: 2231-2281.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Lindsay, D.R. 1980. Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Anim. Reprod. Sci.* 3: 125–32.
- Martin, G.B., Scaramuzzi, R.J. 1983. The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *J. Steroid Biochem.* 19: 869-875.
- Martin, G.B., Oldham, C.M., Cognie, Y., Pearce, D.T. 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15: 219- 247.
- Martin, P., Bateson, P. 2007. *Measuring Behaviour: An introductory guide*. 3rd. Edition. Cambridge: Cambridge University.
- Martínez-Alfaro, J.C., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Delgadillo, J.A., Vielma, J., 2011. El comportamiento sexual del macho induce la ovulación en cabras anéstricas. *Revista Argentina de Producción Animal* 31, 434 pp.
- Matsuzawa, Y., Shiraishi, T. 1992. Relationship between aggressive behavior and social dominance in small herd of goats. *Anim. Sci. Technol.* 63: 503-513.
- McComb, K. 1987. Roaring by red deer stags advances oestrus in hinds. *Nature.* 330: 648-649.

- Mendl, M., Deag, J.M. 1995. How useful are the concepts of alternative strategy and coping strategy in applied studies of social behaviour? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44: 119-137.
- Miranda-de la Lama, G.C. 2005. Estrategias sociales y el efecto del enriquecimiento ambiental sobre la reactividad al manejo y la actividad adrenocortical en cabras lecheras (*Capra hircus*) M.C. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 120 pp.
- Murata, K., Wakabayashi, Y., Kitago, M., Ohara, H., Watanabe, H., Tamogami, S., Warita, Y., Yamagishi, K., Ichikawa, M., Takeuchi, Y., Okamura, H., Mori, Y. 2009. Modulation of gonadotrophin-releasing hormone pulse generator activity by the pheromone in small ruminants. *J. Neuroendocrinol.* 21: 346-50.
- Murata, K., Tamogami, S., Itou, M., Ohkubo, Y., Wakabayashi, Y., Watanabe, H., Okamura, H., Takeuchi, Y., Mori, Y. 2014. Identification of an olfactory signal molecule that activates the central regulator of reproduction in goats. *Curr. Biol.* 24: 681-686.
- Okamura, H., Mori, Y. 2005. Characterization of the primer pheromone molecules responsible for the 'male effect' in ruminant species. *Chem. Senses. Suppl.* 30: 140-141.
- Okamura, H., Murata, K., Sakamoto, K., Wakabayashi, Y., Ohkura, S., Takeuchi, Y., Mori, Y. 2010. Male effect pheromone tickles the gonadotrophin-releasing hormone pulse generator. *J. Neuroendocrinol.* 22: 825-832
- Oldham, C.M., Martin, G.B. 1978/1979. Stimulation of seasonally anovular merino ewes by rams. II. Premature regression of ram-induced corpora lutea. *Anim. Reprod. Sci.* 1: 291-295.
- Orihuela, A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70: 1-16
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. *Oxf. Rev. Reprod. Biol.* 7: 306-345.
- Paterson, A.M., Pearce, G.P. 1989. Boar-induced puberty in gilts handled pleasantly or unpleasant during rearing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22: 225-223.

- Patón, D., Martin, L., Cereijo, M., Rota, A., Rojas, A., Tovar, J. 1995. Relationship between rank order and productive parameters in Verata goats during milking. *Anim. Sci.* 61: 545-551.
- Pearce, G.P., Oldham, C.M. 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 84: 333-339.
- Pedersen, L.H., Rojkittikhun, E., Edquist, L.A., 1993. Postweaning grouped sows: effects of aggression on hormonal patterns and oestrous behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38: 25-39.
- Pelletier, F., Bauman, J., Festa-Bianchet, M. 2003. Fecal testosterone in bighorn sheep (*Ovis canadensis*): behavioural and endocrine correlates. *Can. J. Zool.* 81: 1678-1684.
- Pérez-Clariget, R., Bermúdez, J., Andersson, R., Burgueño, J. 1998. Influence of nutrition on testicular growth in Corriedale rams during spring. *Reprod. Nutr. Dev.* 38: 529-538.
- Perkins, A., Fitzgerald, J.A. 1994. The behavioral component of the ram effect: The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J. Anim. Sci.* 72: 51-55.
- Poindron, P., Cognié, Y., Gayerie, F., Orgeur, P., Oldham, C.M., Ravault, J.P. 1980. Changes in gonadotropins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiol. Behav.* 25: 227-236.
- Prandi A., Romagnoli G., Chiesa F., Tamanini C. 1987. Plasma prolactin variations and onset of ovarian activity in lactating anestrous goats given melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 13: 291-297.
- Preston, B. T., Stevenson, I. R., Wilson, K. 2003. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: The importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proc. R. Soc. Lon. Series B*, 270: 633-640.
- Pretorius, P.S. 1970. Effect of aggressive behaviour on production and reproduction in the angora goat (*Capra hircus angoraensis*). *Agroanimalia*. 2: 161-164.
- Price, E.O., Smith, V.M., Katz, L.S. 1986. Stimulus conditions influencing self-urination, genital grooming and flehmen in male goats. *Anim. Behav. Sci.* 16: 371-381.

- Price, E. O. 1987. Male sexual behaviour. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. (Ed.) Price, E. O. 3: 405-422.
- Price, E.O. 2008. *Principles and applications of domestic animal behavior*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 107 pp.
- Prudhomme, C. 1732. De la propagation de l'espèce des Bêtes à laine. *La Nouvelle Maison Rustique ou Economie Générale de Tous Les Biens De Champagne: La manière de les entretenir & de les multiplier; Donnée ci-devant au Public par le Sieur Liger, Quatrième édition, Augmentée considérablement & mise en meilleur ordre; avec la vertu des simples, l'apothicairerie & les Décisions du Droit-François sur les Matières Rurales. Tome premier*. A Paris. 341-345.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Restall, B.J., Restall, H., Walkden-Brown, S.W. 1995. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 40: 299-303.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 85: 1257-1263.
- Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48: 109-117.
- Rosa, H.J.D., Bryant, M.J. 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small Rumin. Res.* 45: 1-16.
- Rosa, H.J.D., Bryant, M.J. 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Rumin. Res.* 48: 155-171.
- Rowell, T.E. 1974. The concept of social dominance. *Behav. Biol.* 11: 131-154.
- Rutberg, A. T., Greenberg, S. A. 1990. Dominance, aggression frequencies and modes of aggressive competition in feral pony mares. *Anim. Behav.* 40: 322-331.
- Sáenz-Escárcega P., Hoyos G., Salinas H., Martínez N., Espinoza J., Gurrero A., Contreras E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productos cooperantes. *Memorias de evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Coahuila. México. INIFAP-CIID*. 24-34 pp.

- SAGARPA, 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx>. Fecha de consulta: 24 de Marzo del 2014.
- Santa Maria, A., Cox, J., Muñoz, E., Rodríguez, R., Caldera, L. 1990. Estudio del ciclo sexual, estacionalidad reproductiva y control del estro en la cabra Criolla en Chile. Final Research Coordination Meeting. FAO, Bogotá, Colombia, 363–385 pp.
- Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., Toledano-Díaz, A., Picazo, R., González-Bulnes, A., López-Sebastián, A. 2006. Seasonal endocrine changes and breeding activity in Mediterranean wild ruminants. *Reprod. Dom. Anim.* 41 Suppl. 2: 72-81.
- Shelton, M. 1960. Influence of the presence of male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *J. Anim. Sci.* 19: 368-375.
- Shelton, M. 1980. Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. *Inter. Goat. Sheep Res.* 1: 156-162.
- Signoret, J.P. 1980. Effect of the male presence on the reproductive mechanisms in female mammals. *Reprod. Nutr. Dev.* 20: 457-468.
- Signoret, J.P. y Lindsay, D.R. 1982. The male effect in domestic mammals: effect on LH secretion and ovulation: importance of olfactory cues. In: *Olfaction and Endocrine Regulation*. Ed W. Breipohl. IRL press, London, UK. 63-72 pp.
- Signoret, J.P. 1991. Sexual pheromones in the domestic sheep: importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *J. Steroid. Biochem. Mol. Biol.* 39: 639–45.
- Synnott, A.L., Fulkerson, W.J., 1984. Influence of social interaction between rams on their serving capacity. *Appl. Anim. Ethol.* 11, 283-289.
- Tate, A.J., Fischer, H., Leigh, A.E., Kendrick, K.M. 2006. Behavioural and neurophysiological evidence for face identity and face emotion processing in animals. *Philos. Trans. Roy. Soc. Lond. B: Biol. Sci.* 361: 2155–72.
- Thiéry, J.C., Chemineau, P., Hernandez, X., Migaud, M., Malpoux, B. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Dom. Anim. Endocrinol.* 23: 87-100.
- Tilbrook, A. J., Cameron, A. W. N., Lindsay, D. R. 1987. The influence of ram mating preferences and social interaction between rams on the proportion of ewes mated at field joining. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 18: 173-184.

- Tölü, C., Savas, T. 2007. A brief report on intra-species aggressive biting in a goat herd. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 102: 124-129.
- Underwood, E.J., Shier, F.L., Davenport, N. 1944. Studies in sheep husbandry in Western Australia V. The breeding season of Merino crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 11: 135-143.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 479-490.
- Ungerfeld, R., González-Pensado, S.P. 2008. Social rank affects reproductive development in male lambs. *Anim. Reprod. Sci.* 109: 161-171.
- Ungerfeld, R., González-Pensado, S.P. 2009. Social dominance and courtship and mating behaviour in rams in non-competitive and competitive pen tests. *Reprod. Dom. Anim.* 44: 44-47.
- Ungerfeld, R. 2012. Sexual behavior of medium-ranked rams toward non-estruual ewes is stimulated by the presence of low-ranked rams. *J. Vet. Behav.* 7: 84-87
- Van, D.T.T., Mui, N.T., Ledin, I. 2007. Effect of group size on feed intake, aggressive behaviour and growth rate in goat kids and lambs. *Small Rumin. Res.* 72: 187-196.
- Vielma, J., Terrazas, A., Véliz, F.G., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2008. Las vocalizaciones de machos cabríos no estimulan la secreción de la LH ni la ovulación en las cabras anovulatorias. *Tec. Pec. Méx.* 46: 25-36.
- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in aneestrous female goats. *Horm. Behav.* 56: 444-449.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 55-67.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J. Reprod. Fertil.* 102: 351-360.

- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 54: 243– 257.
- Whitley, N.C. and Jackson, D.J. 2004. An update on estrus synchronization in goats: A minor species. *J. Anim. Sci.* 82: E270-E276
- Wilson, E.O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge. Massachusetts: Belknap Press.
- Wolff, J.O. 1998. Breeding strategies, mate choice, and reproductive success in American bison. *Oikos.* 83: 529–544.
- Yenikoye, A.1984. Annual variation in estrual behavior, rate and possibilities for ovulation in Peulh ewes from Niger. *Reprod. Nutr. Dev.* 24: 11-19.
- Zarazaga, L.A., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpaux, B. 2012. Enhancement of the male effect on reproductive performance in female Mediterranean goats with long day and/or melatonin treatment. *Vet. J.* 192: 441-444.