

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**INFLUENCIA DEL RANGO SOCIAL EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS AL TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO DE DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES**

POR:

JOSÉ CRUZ GURROLA ARREOLA

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE DEL 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**INFLUENCIA DEL RANGO SOCIAL EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS AL TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO DE DIAS LARGOS
ARTIFICIALES**

TESIS

POR

JOSÉ CRUZ GURROLA ARREOLA

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE DEL 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

INFLUENCIA DEL RANGO SOCIAL EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS AL TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO DE DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES

TESIS

POR:

JOSÉ CRUZ GURROLA ARREOLA

ASESOR PRINCIPAL


DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE DEL 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

PRESIDENTE DE JURADO



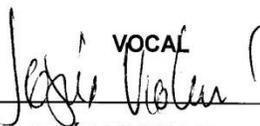
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL



DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL



DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE



DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE DEL 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**INFLUENCIA DEL RANGO SOCIAL EN LA RESPUESTA SEXUAL DE LOS
MACHOS CABRÍOS AL TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO DE DÍAS LARGOS
ARTIFICIALES**

POR:

JOSÉ CRUZ GURROLA ARREOLA

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría:

ASESOR PRINCIPAL:

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

ASESORES

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

DR. GONZALO FITZ RODRÍGUEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE DE 2012

DEDICATORIA

A Dios, por darme esta oportunidad de superación, por las fuerzas que me da para salir adelante a pesar de los tropiezos de la vida.

Mis abuelos Socorro Jaquez (†) y José Cruz Gurrola (†) por su apoyo, consejos y cariño que me tuvieron siempre. Guadalupe Campa y Donato Arreola que aun siguen conmigo y me dan todo su apoyo sus consejos sabios y su cariño.

A mis padres Pedro Gurrola Campa y Martha Arreola Jaquez por darme la vida todo su apoyo y regalarme esta oportunidad de superación personal y por estar ahí siempre que lo he necesitado.

Mis hermanos Nancy, Cristina, Pedro y Santiago por que han sido un gran pilar en mi vida un apoyo incondicional que siempre lo he tenido por todo su cariño y consejos que me han dado y que me han ayudado para llegar a este gran paso tan importante.

Mis familiares A todos mis tíos y primos, que me han apoyado moral y económicamente para lograr terminar mis estudios y han sido un apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por cuidarme y guiar mi camino alejando los peligros, percances y accidentes que pudieran hacerme daño.

Al **Dr. José Alfredo Flores Cabrera**, que a sido maestro mi asesor y sobretodo amigo, por darme la oportunidad de trabajar con el y compartir sus conocimientos.

Al grupo de investigadores que constituyen el centro de investigación en reproducción caprina (CIRCA), **Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, Dr. Horacio Hernández Hernández, Dr. Gerardo Duarte Moreno, Dr. Jesús Vielma Sifuentes** y el **Dr. Gonzalo Fitz** por compartir experiencias de la vida profesional, sus conocimientos y ciertos consejos.

A la **Dra. Angélica Terrazas García** de la Facultad de Estudios Superiores de la UNAM, por su ayuda en la elaboración del protocolo de investigación.

Al **Sr. Juan Manuel de Arco**, por facilitar las hembras para el estudio.

A un gran amigo que me ayudo en mi paso por esta universidad **Mateo PérezHernández (†)** que desgraciadamente se nos fue y espero que en donde este siga apoyándome.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** - por acogerme estos 5 años y por darme la gran oportunidad de terminar esta gran carrera por todos los apoyos que me brindo y por ser una formadora de profesionales.

A **todos los Maestros** de esta gran universidad que mas que maestros se convirtieron en amigos y compartieron sus conocimientos y experiencias de vida que me ayudaron y me ayudaran siempre.

A **todos mis Amigos** tanto de mi pueblo pero sobretodo de la universidad que mas que compañeros de verdad son amigos y fueron una pieza importante en mis estudios por sus consejos su apoyo incondicional y sus experiencias que me ayudaron mucho para terminar esta carrera y a todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron en cierta forma.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE.....	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISION DE LIERATURA	3
1. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes	3
2. Inducción de la actividad sexual de los machos mediante tratamientos fotoperiodicos.....	4
3. Influencia del rango social en la actividad sexual de los ovinos y caprinos	6
OBJETIVOS	9
HIPÓTESIS.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
1.- Localización del experimento	10
2. Animales experimentales	10
2.1. Machos	10
2.2. Determinación del rango social de los machos.....	11
3. Variables evaluadas.....	12
3.1. Comportamiento sexual de los machos	12
3.2. Peso corporal.....	12
3.4. Circunferencia escrotal.....	13
4. Análisis de datos.....	13
RESULTADOS	14
1. Comportamiento sexual de los machos.....	14
2. Peso corporal.....	15
3. Circunferencia escrotal	15
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSION	20
6.-LITERATURA CITADA	21

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Comportamiento sexual de los machos el primer día de contacto con las hembras en los machos de alto (□), medio (■) y bajo rango social (■). Las observaciones se realizaron durante 1 hora diaria en los tres grupos.14
- Figura 2.** Evolución del peso corporal promedio (\pm EEM) durante el estudio de los machos de alto (□), medio (○) y bajo rango social (●). Los machos de los tres grupos fueron tratados con días largos artificiales del 1 de noviembre al 15 de enero. **P<0.05.....16
- Figura 3.** Variaciones promedio (\pm EEM) de la circunferencia escrotal durante el estudio de los machos cabríos de alto (○), medio (□) y bajo rango social (●). Los machos de los tres grupos fueron tratados con días largos artificiales del 1 de noviembre al 15 de enero. *P<0.05; **P<0.01.17

RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar si el rango social de los machos cabríos afecta su respuesta sexual al tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales. Doce machos cabríos Criollos adultos de 2.5 años de edad fueron alojados en instalaciones abiertas donde recibieron un tratamiento de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre para inducir su actividad sexual durante el periodo de reposo sexual (febrero-abril). El peso corporal y la circunferencia escrotal se determinaron cada 15 días durante todo el estudio (1 de noviembre al 30 de marzo). En marzo, se determinó el rango social de cada macho mediante el cálculo del índice de éxito. Para ello, se realizaron observaciones conductuales por 2 horas continuas durante 7 días. Estas observaciones se realizaron al momento de proporcionar la alimentación de los machos (9:00 hrs) y se registraron las siguientes conductas de interacción: golpes, amenazas, empujones, huidas y evasiones. Con estas interacciones conductuales, así como sus consecuencias (ganar o perder la interacción), se calculó el índice de éxito para cada macho de la siguiente manera: Un índice de éxito de 0 a 0.33 son animales con rango social bajo; de 0.34 a 0.66 animales con rango social medio; y de 0.67 a 1, son animales con rango social alto. El 31 de marzo, se determinó el comportamiento sexual de los machos al ser expuestos individualmente a 10 hembras anovulatorias durante 1 hora y se registraron las conductas de aproximaciones, olfateos, intentos de monta, montas y flehmen. El número total de aproximaciones y olfateos fue mayor ($P < 0.05$) en los machos de alto y medio rango social que en los machos de bajo rango social. En cambio, el número de intentos de monta, flehmen, automarcajes, así

las montas sin penetración y montas con penetración no se registró diferencia entre los tres grupos ($P>0.05$). El peso corporal de los machos de los tres grupos varió a través del estudio (efecto tiempo del estudio; $P<0.001$). Además, estas variaciones del peso corporal fueron diferentes entre los grupos ($P<0.001$). El peso corporal de los machos de alto y medio rango social fue superior al peso corporal de los machos de bajo rango durante todo el estudio ($P<0.001$). La circunferencia escrotal de los machos de los tres grupos varió a través del estudio (efecto tiempo del estudio; $P<0.001$) y estas variaciones fueron diferentes entre los grupos (efecto grupo e interacción tiempo-grupo; $P<0.001$). En los tres grupos, la circunferencia escrotal se incrementó a partir del 1 de febrero y sus valores más altos se registraron el 30 de marzo. Sin embargo, en los machos de alto y medio rango los valores fueron superiores a los machos de bajo rango a partir de 1 de marzo y hasta el final del estudio ($P<0.05$). No encontró ninguna diferencia entre los machos de alto y medio rango social ($P>0.05$). Los resultados del presente estudio demuestran que el rango social afecta la respuesta sexual de los machos que reciben un tratamiento de días largos artificiales. Los machos cabríos de menor rango social muestran una menor respuesta a dicho tratamiento que los machos de alto y medio rango.

Palabras clave: Machos cabríos, circunferencia escrotal, comportamiento sexual, días largos, rango social.

INTRODUCCIÓN

Los caprinos son una de las especies más importantes para el hombre, ya que poseen gran adaptabilidad a los diferentes ecosistemas del mundo. En México, los caprinos se explotan principalmente en climas semidesérticos, los cuales ocupan más de 40 % del territorio nacional (Romero-Paredes, 1998). Una de las limitantes productivas en los caprinos es la existencia de una estacionalidad en su actividad reproductiva. Por ejemplo, en la Comarca Lagunera, una de las principales regiones productoras de caprinos en el país, las cabras locales presentan un periodo de inactividad sexual o anestro de marzo-agosto y un periodo de actividad sexual de septiembre-febrero (Duarte *et al.*, 2010). En los machos, la libido, el peso testicular y la secreción de testosterona disminuyen de enero-abril (periodo de reposo sexual) mientras que estas variables se incrementan notablemente de mayo-diciembre (periodo de actividad sexual; Delgadillo *et al.*, 1999). Durante años se han desarrollado tratamientos para contrarrestar los problemas causados por la estacionalidad reproductiva y algunos de ellos incluyen la aplicación de tratamientos fotoperiódicos en los machos. Por ejemplo, se ha logrado inducir la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo sexual al exponerlos durante 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre. De esta manera, los machos manifiestan una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo. 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). Sin embargo, existen factores que pueden modificar la respuesta de los machos al tratamiento fotoperiódico y como consecuencia afectar la respuesta de

las hembras al efecto macho. Por ejemplo, existen estudios que indican que las relaciones jerárquicas pueden afectar el desempeño reproductivo de los machos. Los machos ovinos subordinados tienen un acceso limitado a las hembras receptivas comparado con los carneros dominantes (Preston *et al.* 2003). De igual manera, la presencia de un carnero dominante afecta el comportamiento sexual y la fertilidad de un carnerosubordinado (Hulet *et al.*, 1962; Fowler & Jenkins, 1976; Lindsay *et al.* 1976; Synnott y Fulkerson 1984; Ungerfeld y Gonzalez-Pensado, 2009). 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 y las características físicas (presencia de cuernos, tamaño corporal, etc.) en relación al rango social que ocupa un macho dentro del rebaño. De igual manera, no existen reportes sobre la influencia del rango social en respuesta de los machos al tratamiento fotoperiódico.

REVISION DE LIERATURA

1. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes

Los caprinos y ovinos que provienen o se originan de latitudes subtropicales o templadas muestran variaciones en su ciclo anual de actividad sexual. En estas especies, cuando los machos permanecen en contacto con las hembras durante todo el año, los partos ocurren durante algunos meses del año. Lo anterior es debido a una marcada estacionalidad reproductiva que se registra tanto en las hembras como en los machos. Por ejemplo, la actividad reproductiva en las hembras caprinas locales de la Comarca Lagunera se desarrolla durante el otoño y el invierno septiembre-marzo (Duarte *et al.*, 2008) y se caracteriza por la presentación regular de estros y ovulaciones cada 21 días en promedio. Por otro lado, el periodo de anestro en cabras sucede entre marzo-agosto (Duarte *et al.*, 2008). Durante este periodo las hembras no manifiestan actividad estral ni ovulaciones (Duarte *et al.*, 2010).

Los machos cabríos locales del norte de México también tienen una estacionalidad reproductiva muy marcada. Estos animales manifiestan actividad sexual intensa de mayo a diciembre, y durante ese tiempo se registran altas concentraciones plasmáticas de testosterona, un intenso comportamiento y olor sexual, un elevado peso testicular y una elevada producción espermática (Delgadillo *et al.*, 1999; Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). En cambio, en el periodo de reposo, el cual ocurre en enero-abril, estas mismas variables disminuyen considerablemente (Delgadillo *et al.*, 1999).

Existen estudios que demuestran que la estacionalidad reproductiva de los caprinos y ovinos de las regiones templadas y subtropicales es sincronizada por las variaciones de la duración del día o fotoperiodo que es el principal factor del medio ambiente que estos pequeños rumiantes utilizan para sincronizar su actividad sexual (Thiery *et al.*, 2002; Delgadillo *et al.*, 2004; Malpaux, 2006).

2. Inducción de la actividad sexual de los machos mediante tratamientos fotoperiódicos

Como se describió anteriormente, en los ovinos y caprinos originarios de las zonas templadas, así como en la mayoría de las razas adaptadas a las zonas subtropicales, la estacionalidad reproductiva es controlada por las variaciones del fotoperiodo durante el año (Malpaux *et al.*, 1997; Duarte *et al.*, 2010). En condiciones experimentales, cuando los machos son sometidos a cambios rápidos de la duración del día, los días largos inhiben la actividad sexual, mientras que los días cortos la estimulan (Lincoln y Short, 1980). Sin embargo, no existe hasta hoy un tratamiento fotoperiódico que asegure efectos permanentes. Es decir que los animales manifiesten actividad sexual durante todo el año. Por ejemplo, en los machos ovinos de las razas Merino y Suffolk mantenidos durante dos años continuos bajo un fotoperiodo de equinoccio (12h de luz/día), la circunferencia testicular presentó variaciones similares a las observadas en los animales testigos sujetos al fotoperiodo natural (Martin *et al.*, 1999). Por ello, para manipular la actividad sexual de los animales a través de los tratamientos fotoperiódicos, es necesaria la alternancia de periodos de días largos y días cortos (Chemineau *et al.*, 1992). En los machos

cabríos de las razas Alpina y Saanen, la exposición a dos meses de días largos a partir de diciembre o enero seguidos de la aplicación de melatonina, inducen una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo sexual (Chemineau *et al.*, 1999). En estudios realizados con machos cabríos de la Comarca Lagunera, se ha demostrado que la utilización de 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre, seguidos de la aplicación subcutánea de dos implantes de melatonina (18 mg c/u), permite inducir una intensa actividad sexual durante el periodo natural de reposo. En los machos alojados en instalaciones abiertas o cámaras fotoperiódicas y tratados de esta manera, los niveles plasmáticos de testosterona, así como el comportamiento sexual determinado por las montas, intento de montas, aproximaciones y olfateos anogenitales, son siempre superiores a los registrados en los machos no tratados (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). En estudios posteriores se simplificó el tratamiento fotoperiódico y se demostró que la sola aplicación de 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre estimula la secreción de testosterona, la libido y el comportamiento sexual de manera similar a lo que ocurre en los machos tratados con días largos y melatonina (Delgadillo *et al.*, 2002). Estos hallazgos sobre el control reproductivo del macho ha permitido tener machos sexualmente activos durante el periodo de reposo sexual y realizar con ellos el efecto macho de manera exitosa (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002, Carrillo *et al.*, 2007; Rivas-Muñoz *et al.*, 2007; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009).

3. Influencia del rango social en la actividad sexual de los ovinos y caprinos

Los caprinos silvestres y los domésticos son especies sociales que viven en grupos y forman rangos sociales muy fuertes y relativamente estables (Fournier y Festa-Bliachet, 1995). Lo anterior, les permite contar con una mayor protección del rebaño y un aumento en la probabilidad de encontrar alimento. Sin embargo, la vida en sociedad también implica desventajas como mayores probabilidades de contraer enfermedades infecciosas y el tener que competir por los recursos escasos con los demás miembros del rebaño (Fournier y Festa-Bliachet, 1995). La competencia por los recursos puede llevar a la agresión y los individuos se pueden beneficiar de patrones de conducta social que les permita evitar los costos de la conducta agonista. La dominancia social es una estrategia útil para este fin. El concepto de dominancia social se refiere al resultado de la interacción entre un par de individuos, en la que el ganador de la interacción es llamado dominante y el otro subordinado (Kauffmann, 1983; Fraser y Broom, 1998). En los caprinos, la dominancia social se determina principalmente por el peso corporal, tamaño de los cuernos y la edad. Se ha demostrado que en los caprinos, la dominancia social adquirida se mantiene hasta por dos años y puede cambiar debido a la introducción de nuevos individuos al grupo o a la maduración de los animales jóvenes que buscan un lugar en la sociedad (Conway *et al.*, 1986; Matsuzawa y Shiraishi, 1992).

Sin embargo, el rango social en un rebaño puede afectar el desempeño reproductivo de hembras y machos. Por ejemplo, en el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) se demostró que las hembras dominantes se gestan de manera anticipada a las

hembras subordinadas. Al parecer, lo anterior es debido a que las hembras dominantes tienen una mayor interacción y cercanía con los machos que las hembras subordinadas (Clutton-Brock *et al.*, 1986). Algo similar sucede en las cabras domésticas, donde las hembras dominantes de un rebaño tienden a mantener un mayor contacto con el macho, lo cual favorece la ovulación y gestación significativamente antes que en las cabras subordinadas (Álvarez *et al.*, 2003). De igual manera, las hembras dominantes tienden a responder con una mayor secreción de LH inmediatamente después de la introducción de un macho, sugiriendo que la dominancia alta favorece una respuesta mayor y más rápida aun cuando el contacto con el macho es el mismo para todas las hembras (Álvarez *et al.*, 2004). Además, se ha encontrado que en las hembras de bajo rango se afecta la manifestación de la conducta sexual. Al parecer, el estrés social al que son sujetas las hembras subordinadas interfiere con la secreción preovulatoria de LH, causando así la falta de conducta sexual y la ovulación (Paterson y Pearce, 1989; Mahesh y Brann, 1992; Von Borell, 1995).

En los machos, las relaciones jerárquicas también pueden afectar su actividad reproductiva. Se ha reportado que los carneros dominantes inhiben el comportamiento sexual y la fertilidad de los carneros subordinados (Hulet *et al.*, 1962; Fowler y Jenkins, 1976). Los carneros de alto rango manifiestan durante el periodo de actividad sexual una mayor libido, mayores concentraciones de testosterona y más producción de semen por eyaculado que los machos subordinados (Aguirre *et al.*, 2007). De igual manera, los carneros subordinados tienen un acceso limitado a las hembras receptivas comparado con los carneros

dominantes (Preston *et al.*, 2003). En otro estudio, se demostró que la presencia de un carnero dominante afecta el comportamiento sexual de un carnero subordinado durante una prueba de competición (Lindsay *et al.* 1976; Synnott y Fulkerson 1984; Ungerfeld y Gonzalez-Pensado, 2009).

OBJETIVOS

Determinar si el rango social afecta la respuesta sexual de los machos cabríos al tratamiento fotoperiodico de días largos artificiales.

HIPÓTESIS

La respuesta sexual de los machos cabríos al ser sometidos tratamiento fotoperiódico es afectada por el rango social.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- Localización del experimento

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna y en un rebaño particular ubicado en el Ejido Morelos II, Municipio de Matamoros, Coahuila. Ambas localidades se encuentran 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 de 2.5 años de edad. Estos machos fueron alojados en instalaciones abiertas donde fueron sometidos a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz/día) del 1 de noviembre de 2011 al 15 de enero de 2012. Durante el estudio, los machos fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 300 gr de concentrado comercial (14%P.C.) por día y por animal.

2.2. Determinación del rango social de los machos

El rango social de cada macho se determinó durante el mes de marzo mediante el cálculo del índice de éxito. Para ello, se realizaron observaciones conductuales durante 2 horas diarias por 7 días consecutivos. Las observaciones se realizaron al momento de proporcionar la alimentación de los machos (9:00 hrs) y se repitieron cada día a la misma hora. Durante las observaciones, se registraron las siguientes conductas de interacción:

- **Golpes:** Un individuo golpea, especialmente con la cabeza, a otro individuo. Esta agresión también puede incluir mordiscos.
- **Amenazas:** 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:** Un individuo empuja con su cuerpo a otro individuo, pero sin golpearlo, con el fin de desplazarlo de un lugar determinado.
- **Huida:** Después de una amenaza, golpe o empuje, un individuo decide abandonar el lugar y huir de su contrincante.
- **Evasión:** Un individuo, ante la amenaza de otro animal, decide abandonar el encuentro o la interacción.

Con la información obtenida de estas interacciones conductuales, así como sus consecuencias (ganar o perder), se calculó el índice de éxito en un rango de 0 a 1. Lo anterior permite determinar el rango social de cada animal dentro del rebaño (Martin y Batenson, 1990). Un índice de éxito de 0 a 0.33 corresponde a animales

con bajo rango social. De 0.34 a 0.66 son animales con rango social medio y de 0.67 a 1, son animales con rango social alto. Para obtener el índice de éxito, se utilizó la siguiente fórmula:

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

3. Variables evaluadas

3.1. Comportamiento sexual de los machos

Para evaluar el comportamiento sexual de los machos, cada macho fue puesto individualmente en contacto con 9 hembras anéstricas y durante 1 hora (08:00–09:00 h) se registraron las conductas de flehmen, olfateos ano-genitales, aproximaciones, intentos de monta, monta sin penetración, monta con penetración y automarraje con orina. Esta variable se observó el 31 de marzo.

3.2. Peso corporal

El peso corporal se determinó cada 15 días en todos los machos del 1 de noviembre al 30 de marzo. Para ello, se utilizó una báscula electrónica con una capacidad de 200 kg y una precisión de 50 g. Los machos fueron pesados por la mañana antes de proporcionarles el alimento.

3.4. Circunferencia escrotal

La circunferencia escrotal fue determinada cada 15 días durante todo el estudio utilizando una cinta métrica flexible graduada en milímetros, ésta variable fue determinada en la parte de mayor diámetro de ambos testículos.

4. 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. Los datos obtenidos del peso corporal y la circunferencia escrotal fueron analizados con un análisis de varianza considerando dos factores (grupo y tiempo del experimento) y posteriormente una prueba post hoc para determinar las diferencias entre grupos.

RESULTADOS

1. Comportamiento sexual de los machos

El comportamiento sexual de los machos al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias se muestra en la Figura 1. El número total de aproximaciones fue mayor ($P<0.05$) en los machos de alto y medio rango social que en los machos de bajo rango social. De igual manera, el número de olfateos realizados por los machos de alto y medio rango social fue mayor ($P<0.05$) que el número de olfateos realizado por los machos de bajo rango social. En cambio, el número de intentos de monta, flhemen, automarcajes, así las montas sin penetración y montas con penetración no se registró diferencia entre los tres grupos ($P>0.05$).

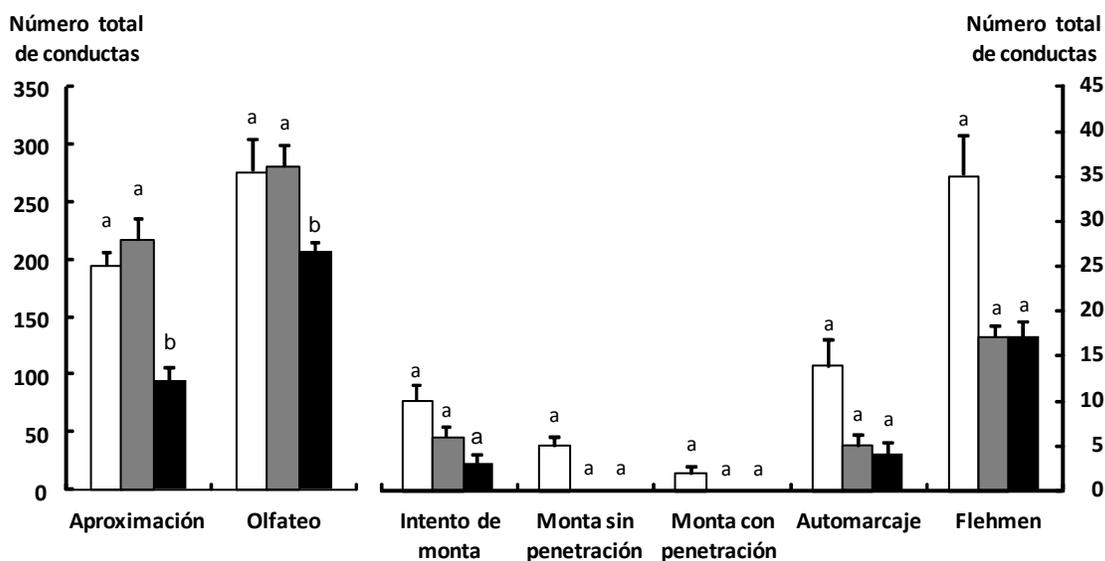


Figura 1. Comportamiento sexual de los machos de alto (□), medio (■) y bajo rango social (■) al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias. Las observaciones se realizaron durante 1 hora diaria en los tres grupos.

2. Peso corporal

El peso corporal de los machos de los tres grupos varió a través del estudio (efecto tiempo del estudio; $P < 0.001$). Además, estas variaciones del peso corporal fueron diferentes entre los grupos (efecto grupo e interacción tiempo-grupo ($P < 0.001$)). El peso corporal de los machos de alto y medio rango social fue superior al peso corporal de los machos de bajo rango durante todo el estudio ($P < 0.001$). No se registraron diferencias entre los machos de alto y bajo rango social ($P > 0.05$). Las diferencias quincenales en el peso corporal entre los tres grupos son mostradas en la Figura 2.

3. Circunferencia escrotal

La circunferencia escrotal de los machos de los tres grupos varió a través del estudio (efecto tiempo del estudio; $P < 0.001$) y estas variaciones fueron diferentes entre los grupos (efecto grupo e interacción tiempo-grupo; $P < 0.001$). En los tres grupos, la circunferencia escrotal se incrementó a partir del 1 de febrero y sus valores más altos se registraron el 30 de marzo. Sin embargo, en los machos de alto y medio rango los valores fueron superiores a los machos de bajo rango a partir de 1 de marzo y hasta el final del estudio ($P < 0.05$). No encontró ninguna diferencia entre los machos de alto y medio rango social ($P > 0.05$). Las variaciones quincenales en la circunferencia escrotal de los tres grupos son mostradas en la Figura 3.

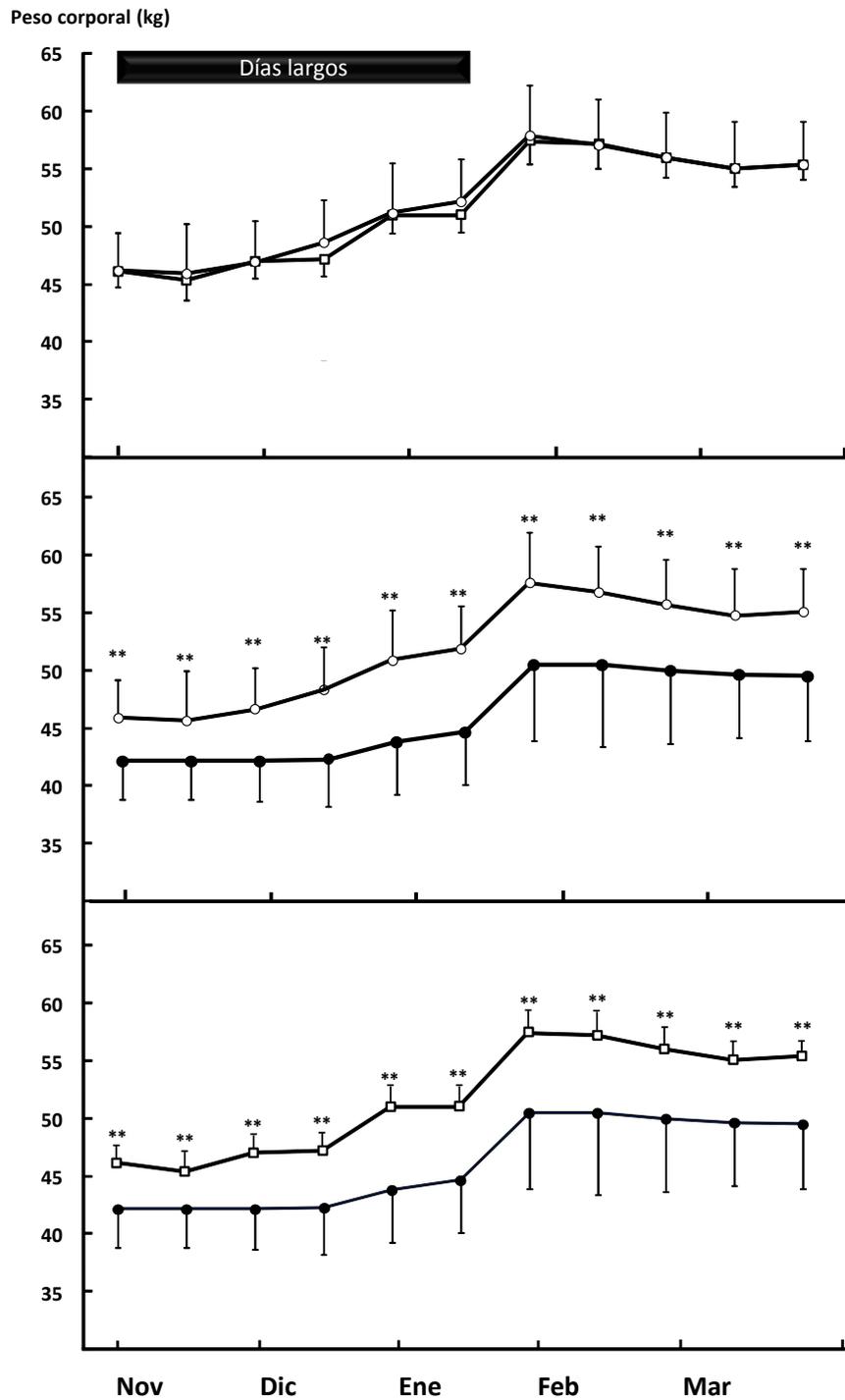


Figura 2. Evolución del peso corporal promedio (\pm EEM) durante el estudio de los machos de alto (\square), medio (\circ) y bajo rango social (\bullet). Los machos de los tres grupos fueron tratados con días largos artificiales del 1 de noviembre al 15 de enero. $**P < 0.05$.

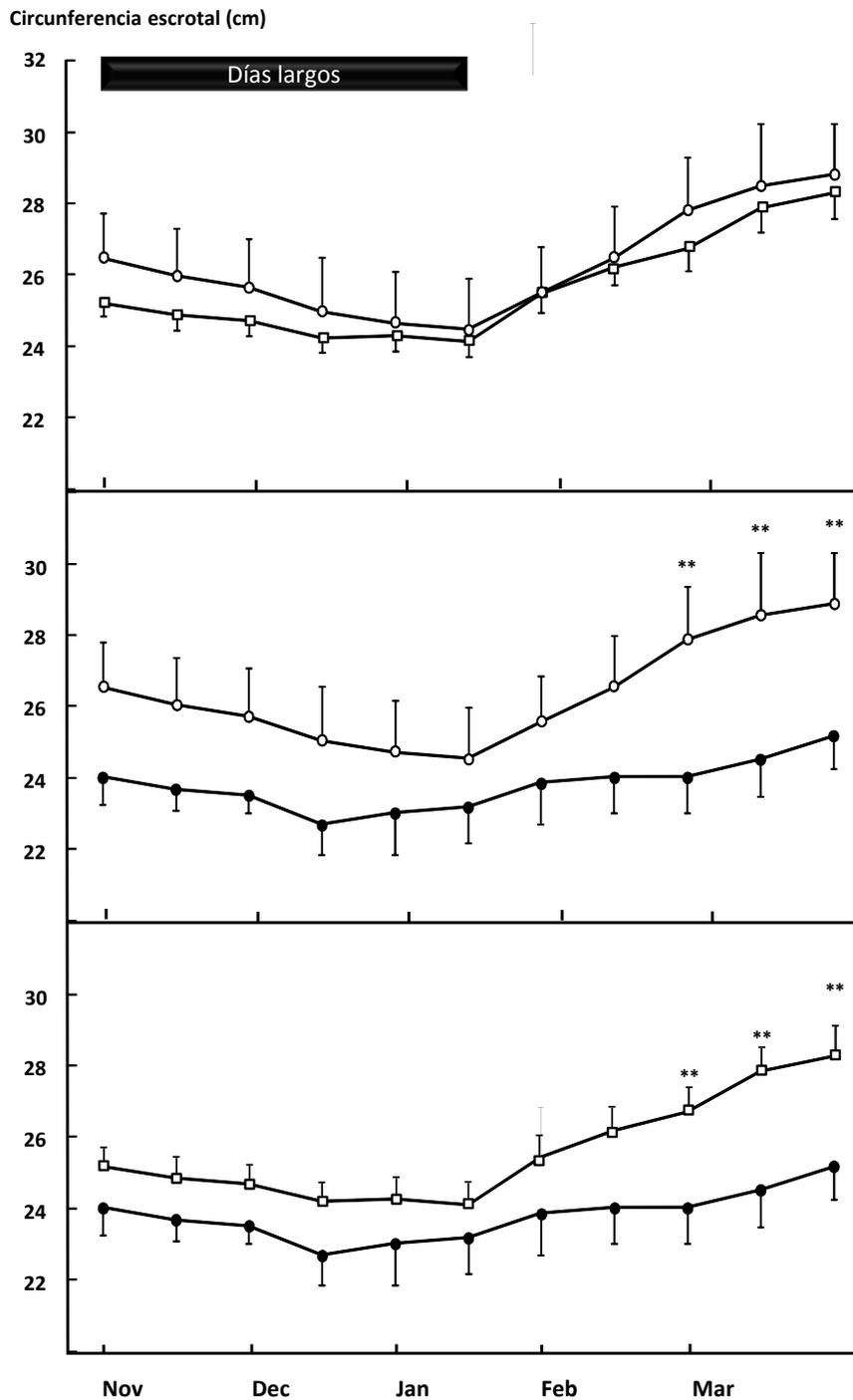


Figura 3. Variaciones promedio (\pm EEM) de la circunferencia escrotal durante el estudio de los machos cabríos de alto (\circ), medio (\square) y bajo rango social (\bullet). Los machos de los tres grupos fueron tratados con días largos artificiales del 1 de noviembre al 15 de enero. ****** $P < 0.05$.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que el rango social de los machos cabríos afecta su respuesta sexual al tratamiento de días largos artificiales. En efecto, el comportamiento sexual (aproximaciones y olfateos) y la circunferencia escrotal (indicativo de la actividad de espermatogénesis) fue menor en los machos de rango social bajo que en los machos de medio y alto rango social. Estos resultados son similares a lo reportado en ovinos donde se demostró que el rango social de los machos influye en la intensidad de la actividad sexual una vez que los machos inician su actividad sexual anual. En efecto, los machos de alto rango manifiestan durante el periodo de actividad sexual una mayor libido, mayores concentraciones de testosterona y más producción de semen por eyaculado que los machos con menor rango (Aguirre *et al.*, 2007). Al igual que el estudio de Aguirre *et al.* (2007), en nuestro estudio, las mayores diferencias en la circunferencia escrotal se registraron al final del estudio (marzo), cuando los machos estaban en actividad sexual debido al tratamiento fotoperiódico al que fueron expuestos. En el presente estudio, los machos de rango social alto fueron los animales con un mayor peso corporal, lo cual es consistente con otros estudios que indican que características como el peso corporal, la talla y presencia de cuernos, son factores determinantes en la jerarquía dentro de un grupo (Cote, 2000). Sin embargo, en el presente estudio, todos los machos eran de la misma edad, no había diferencias significativas en la talla corporal y ninguno tenía cuernos debido a que estos fueron eliminados como parte del manejo zootécnico. El hecho que los machos de mayor rango sean los más pesados se puede explicar porque los machos de mayor jerarquía tienen mayor acceso a los recursos, en este caso al alimento y ello permitió que tuvieran un mayor peso

corporal que los machos de bajo rango durante todo el estudio (Cote, 2000). Por otro lado, existen estudios que indican que en los caprinos, la dominancia social en un rebaño está determinada por factores como la edad, el peso corporal del individuo, presencia y tamaño de los cuernos (Conway *et al.*, 1996; Matsuzawa y Shiraishi, 1992). 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. Sin embargo, aun así se estableció una estructura jerárquica muy fuerte dentro del grupo y al ser puestos en contacto con hembras, los machos de bajo rango social mostraron un menor comportamiento sexual (olfateos y aproximaciones) que los machos de alto y medio rango al ser puestos en contacto con hembras anovulatorias. A pesar de las diferencias encontradas en el comportamiento sexual y la circunferencia escrotal entre los machos de alto y bajo rango, todos los machos respondieron al tratamiento fotoperiódico al cual fueron sometidos. Lo anterior demuestra la eficacia de dicho tratamiento para inducir la actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002; Carrillo *et al.*, 2007; Rivas Muñoz *et al.*, 2007; De Santiago- Miramontes *et al.*, 2008; Luna-Orozco *et al.*, 2008; Fitz-Rodríguez *et al.*, 2009). Finalmente, los resultados encontrados en el presente estudio son originales y demuestran por primera vez la influencia del rango social en la respuesta sexual de los machos cabríos que son sometidos a un tratamiento de días largos artificiales.

CONCLUSION

Los resultados del presente estudio demuestran que el rango social afecta la respuesta sexual de los machos que reciben un tratamiento de días largos artificiales. Los machos cabríos de menor rango social muestran una menor respuesta a dicho tratamiento que los machos de alto y medio rango.

6.-LITERATURA CITADA

Aguirre, V., Orihuela, A., Vázquez, R. 2007. Seasonal variations in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics, as affected by social dominance, of tropical hair rams (ovisaries) *J. Anim. Sci.* 78:417-423

Álvarez, L., Martín, G.B., Galindo, F., Zarco, L.A. 2003. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Applied Anim. Behav. Sci.* 84:119-126.

Carrillo, E., Véliz, F.G., Flores, J.A., Delgadillo, J.A. 2007. El decremento en la proporción macho hembra no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Tec. Pecu. Mex.* 45:319-328

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., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M.C., Roy, F., Peciller-Rubio, M., Malpoux, B., Cognie, Y. 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *Reprod. Fertil. Suppl.* 54:129-142.

Clutton-Brock, T.J., Albon, S.D., Binness, F.E. 1986. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. *Anim. Behav.* 34:460-471.

Conway, M., Blackshaw, J., Daniel, R.C. 1996. 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.

Coté, S.D. 2000. Dominance hierarchies in female mountain goats: stability, aggressiveness and determinants of rank. *Behaviour.* 137:1541-1566.

Cruz-Castrejón, U., Véliz, F.G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G. 2007. Response of sexual activity in male goats under grazing conditions to food supplementation and artificial long day treatment. *Téc. Pec. Méx.* 45:93-100.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, 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., Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.

Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Flores, J.A., Vielma, J., Hernández, H., Malpaux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 16:471-478.

Delgadillo, J.A., De la Torre-Villegas, S., Arellano-Solis, V., Duarte, G., Malpaux B. 2011a. Refractoriness to short and long days determines the end and onset of the breeding season in subtropical goats. *Theriogenology*.76:1146-1151.

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. *Domest. Anim. Endocrin.* 35:362-370.

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.

De Santiago-Miramontes, M.A., Rivas Muñoz, R., Muñoz-Gutierrez, M., Malpaux, B., Scaramuzzi, R.J., Delgadillo, J.A. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim. Reprod. Sci.* 105, 409-416.

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., Malpoux, 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 relationships in adult female mountain goats. *Anim. Behav.* 49:1449-1459

Fraser, D., Broom D. M. 1998. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. Baill.Tind.Lond. 2th edition.

Fowler, D.G., Jenkins, L.D. 1976. The effects of dominance and infertility of rams on reproductive performance. *Appl. Anim. Ethol.* 2:327–337.

Hulet, C.V., Ercanbrack, S. K., Blacknell, R. L., Price, D. A., and Wilson, L. O. 1962. Mating Behavior of the Ram in the Multi-sire Pen. 21:865-869

Kauffmann J.H. 1983. On the definition and functions of dominance and territoriality. *Biol. Rev.* 58:1-20

Lincoln GA, Short RV. Seasonal breeding: nature's contraceptive. 1980. *Recent ProgHorm Res.* 36:1-52.

Lindsay D.R., Dunsmore D.G., Williams J.D., Syme G.J., 1976. Audience effects on the mating behaviour of rams. *AnimBehav* 24, 818–821.

Luna-Orozco, J.R., Fernández, I.G., Geles, H., Delgadillo, J.A. 2008. Parity of female goats does not influence their estrus and ovulatory responses 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.

Malpoux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain. Res. Bull.* 4:431-438

Malpaux, B. 2006. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, Third Edition, Ed. JD Neill. Elsevier. Amsterdam. 2231-2281.

Martin, P., Bateson, P., 1990. Measuring q. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Martin, G.B., Tjondronegoro, S., Boukhliq, R., Blackberry, M.A., Briegel, J.R., Blach, D. 1999. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of endogenous rhythms by photoperiod. *Reprod. Fertil. Dev.* 11:355-366

Matsuzawa, Y., Shiraishi, T. 1992. Relationship between aggressive behavior and social dominance in small herd of goats. 63: 503-513..

Paterson, A.M., Pearce, G.P. 1989. Boar-induced puberty in gilts handled pleasantly or unpleasantly during rearing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22:225-223.

Preston, B.T., Stevenson, I.R., Pemberton, J.M., Coltman, D.W., 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. Lond. B* 270, 633–640.

Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpaux, 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.

Romero-paredes, J. 1998. Utilización de forrajes nativos del desierto en la alimentación de la cabra. XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 21-23 de Octubre. San Luis Potosí, S.L.P. México. 74-78

Synnott A.L., Fulkerson W.J. 1984. Influence of social interaction between rams on their serving capacity. *Appl Anim Ethol* 11, 283–289.

Thiéry, J.C., Chemineau, P., Hernandez, X., Migaud, M., Malpaux, B. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23: 223-231.

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.

Von Borell, E. 1995. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for performance of farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44: 219-227