

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Los machos cabríos en reposo sexual expuestos al "efecto macho sobre macho"
estimulan la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional

Por:

Luis Gerardo Arévalo Marina

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Los machos cabríos en reposo sexual expuestos al "efecto macho sobre macho"
estimulan la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional

Por:

Luis Gerardo Arévalo Marina

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
principal para obtener el título de:

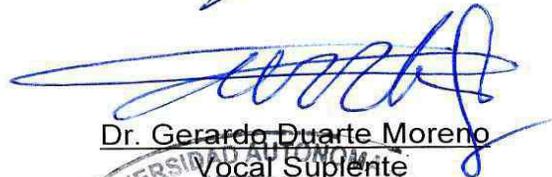
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez
Presidente


Dr. Horacio Hernández Hernández
Vocal


Dr. Jesús Vielma Sifuentes
Vocal


Dr. Gerardo Duarte Moreno
Vocal Suplente


M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Los machos cabríos en reposo sexual expuestos al "efecto macho sobre macho"
estimulan la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional

Por:

Luis Gerardo Arévalo Marina

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez
Asesor Principal



Dr. Jesús Velma Sifuentes
Coasesor



Dr. Horacio Hernández Hernández
Coasesor



M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2023

Agradecimientos

A mis padres, quienes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, y han estado siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Ellos siempre han sido mis mejores guías de vida. Por ello, hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Al Doctor José Alberto Delgadillo Sánchez por aceptar ser mi asesor principal durante la realización de mi tesis, por compartir su amistad, conocimientos y sobre todo su paciencia y reconocer el arduo esfuerzo que ha realizado para que este trabajo sea posible.

A mis amigos y compañeros de viaje, que hoy culmina esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar las tardes y horas de trabajo juntos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre ahí.

A mi alma terra mater, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme otorgado la oportunidad de forjarme como todo un profesionalista y ser partícipe de este gran recorrido en el transcurrir de los años; siempre estaré agradecido.

Al equipo de trabajo, en especial a la Doctora Luz María Tejada, a los M.V.Z. Ana Michelle Gonzales Martínez y José Juan Sandoval Hernández, y a todos los que participaron para lograr los resultados favorables del presente estudio.

A mis profesores, por brindarme todo el conocimiento que ellos tenían para así poder ser un mejor estudiante y profesionalista.

Dedicatorias

En primer lugar a Dios, que me ha brindado una vida llena de alegrías y aprendizaje, permitiéndome vivir una muy grata experiencia en mi etapa universitaria.

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mis hermanas Alejandra y Karime gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi asesor de tesis el Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

A mis amigos que siempre estuvieron a un lado mío para ayudarme, escucharme, aconsejarme y en muchas ocasiones guiarme.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si los machos cabríos expuestos al "efecto macho sobre macho" son capaces de estimular la actividad reproductiva de las hembras caprinas en anestro estacional a través del "efecto macho". El 1 de noviembre, los machos cabríos se dividieron en dos grupos (n = 6 cada uno) y se mantuvieron en corrales separados. Un grupo de machos se expuso a las variaciones naturales del fotoperiodo, y se denominó machos "sexualmente inactivos" (SI). Otro grupo de machos se sometió a 2.5 meses de días largos (16 h de luz por día) a partir del 1 de noviembre, y se denominó machos "sexualmente activos" (SA). A partir del 16 de enero, los machos se expusieron a las variaciones naturales del fotoperiodo. El 5 de marzo (día 0), los machos SI se expusieron, por 30 días, a dos machos SA, es decir, al "efecto macho sobre macho" (este grupo después se denominó EMM). Se utilizaron dos grupos de cabras en anestro estacional (n = 40 cada uno). El 5 de abril (día 0), un grupo de hembras se expuso a cuatro machos SA, mientras que el otro grupo se expuso a cuatro machos EMM. La fertilidad y la prolificidad se determinaron al parto. La fertilidad y prolificidad no fueron diferentes entre las cabras expuestas a los machos SA (34/40: 85%; 1.7 ± 0.1 , respectivamente) o EMM (32/40: 80%; 1.6 ± 0.1 , respectivamente; $P > 0.05$). Se concluye que los machos expuestos al "efecto macho sobre macho" son capaces de inducir la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional a través del "efecto macho".

Palabras clave: Caprinos, Estacionalidad sexual, Comportamiento sexual, Fertilidad, Prolificidad

INDICE

| | |
|---|----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| 2.1 Estacionalidad sexual de las hembras caprinas y machos cabríos adaptados a latitudes subtropicales | 2 |
| 2.2 El fotoperiodo es el principal factor ambiental que sincroniza la estacionalidad sexual de los caprinos de latitudes subtropicales | 2 |
| 2.3 | 3 |
| 2.4 El "efecto macho" y el "efecto macho sobre macho" modifican la estacionalidad sexual de las hembras caprinas y machos cabríos | 3 |
| 3 Objetivo | 4 |
| 4 Hipótesis..... | 4 |
| 5 | 4 |
| 6 | 4 |
| 7 MATERIALES Y MÉTODOS | 5 |
| 7.1 Condiciones generales del estudio | 5 |
| 7.2 Tratamiento fotoperiódico de los machos y exposición al "efecto macho sobre macho" | 5 |
| 7.3 Estimulación sexual de los machos al ser expuestos al "efecto macho sobre macho" | 6 |
| 7.4 Exposición de las hembras al "efecto macho" | 6 |
| 7.5 Determinación de las variables..... | 6 |
| 7.5.1 Machos | 6 |
| 7.5.2 | 7 |
| 7.5.3 Hembras | 7 |
| 7.6 Análisis estadístico..... | 7 |
| 8 RESULTADOS | 8 |
| 8.1 Comportamiento sexual de los machos..... | 8 |
| 8.2 Respuestas sexual y reproductiva de las cabras expuestas al "efecto macho" | 8 |
| 9 DISCUSIÓN..... | 9 |

| | | |
|----|-------------------------|----|
| 10 | CONCLUSIÓN | 11 |
| 11 | | 11 |
| 12 | LITERATURA CITADA | 12 |

1. INTRODUCCIÓN

En los machos y hembras de razas caprinas que despliegan estacionalidad sexual, las interacciones sociales modifican profundamente esta estacionalidad. En efecto, la exposición de las cabras en anestro estacional a un macho sexualmente activo (SA), estimula la actividad sexual (estro y ovulación) de éstas en los primeros 10 días de contacto con los machos. Esta estimulación se conoce como "efecto macho". Asimismo, la exposición de los machos cabríos en reposo sexual a un macho SA, estimula la secreción de testosterona, el comportamiento sexual y la producción espermática en los primeros 30 días de contacto entre machos. A este fenómeno se le denomina "efecto macho sobre macho". En el presente estudio se determinará si los machos en reposo sexual expuestos al "efecto macho sobre macho", estimulan la actividad reproductiva de las hembras anéstricas a través del "efecto macho".

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Estacionalidad sexual de las hembras caprinas y machos cabríos adaptados a latitudes subtropicales

La estacionalidad sexual de los caprinos es una adaptación al medio ambiente para que los partos ocurran al final del invierno o principios de la primavera, cuando las condiciones climáticas son favorables para la sobrevivencia de las crías. Así, en el hemisferio norte, la estación sexual de las hembras (estro y ovulaciones) no gestantes, inicia en septiembre y termina en febrero (Duarte et al., 2008). En cambio, en los machos, la estación sexual (comportamiento sexual y producción espermática), inicia en junio y termina en diciembre (Delgadillo et al., 1999). Este fenómeno se observa también en los animales del hemisferio sur. En efecto, en las hembras, la estación sexual inicia en otoño y termina en invierno, mientras que en los machos, la estación sexual inicia en verano y termina en otoño (Restall, 1992; Walkden-Brown et al., 1994). Estos datos indican que los caprinos de las latitudes subtropicales despliegan estacionalidad sexual similar a la descrita en los caprinos de latitudes templadas (Delgadillo et al., 1991; Chemineau et al., 1992).

1.2 El fotoperiodo es el principal factor ambiental que sincroniza la estacionalidad sexual de los caprinos de latitudes subtropicales

En los subtrópicos, a la latitud de 26° norte, la amplitud de las variaciones anuales del fotoperiodo van de 14 horas de luz (días largos) en el solsticio de verano (junio) a 10 horas de luz (días cortos) en el solsticio de invierno (Delgadillo et al., 1999). En las hembras mantenidos bajo las variaciones naturales del fotoperiodo en estas latitudes, la estación sexual inicia durante los días decrecientes del otoño. Los días decrecientes estimulan la secreción de la hormona luteinizante (LH) por la hipófisis, la cual provoca la ovulación. Además, la LH estimula las células de la teca interna para que secreten estradiol, el cual provoca el estro (Duarte et al., 2008). Por ello, en la estación sexual, las hembras no gestantes despliegan comportamiento estral asociado con ovulación cada 21 días (Duarte et al., 2008). En los machos cabríos, la acción del fotoperiodo es diferente a la observada en las hembras. En efecto, en

los machos, la estación sexual inicia durante los días crecientes del verano. (Delgadillo et al., 1999). Sin embargo, en los machos expuestos a 3 meses de días largos y 3 meses de días cortos durante 2 años consecutivos, las concentraciones de testosterona aumentan en los días cortos y disminuyen en los días largos (Delgadillo et al., 2004). Esta respuesta de los machos a la manipulación del fotoperiodo permite estimular su actividad sexual en el reposo sexual estacional (marzo-mayo), al exponerlos a días largos en otoño e invierno seguidos del fotoperiodo natural (Delgadillo et al., 2002; Zarazaga et al., 2017). A estos machos estimulados a través del tratamiento fotoperiódico se les denomina "machos sexualmente activos" (SA; Delgadillo et al., 2002).

1.3 El "efecto macho" y el "efecto macho sobre macho" modifican la estacionalidad sexual de las hembras caprinas y machos cabríos

Las interacciones sociales entre machos y hembras, y entre machos y machos, modifican de manera importante la estacionalidad sexual de éstos. Así, la mayoría (>90 %) de las cabras anéstricas expuestas a un macho cabrío SA despliegan comportamiento estral y ovulación en los primeros 10 días de contacto con el macho (Delgadillo et al., 2002; Chasles et al., 2016; Zarazaga et al., 2019). Esta respuesta sexual de las hembras se debe, muy probablemente, al intenso comportamiento sexual desplegado por los machos SA (Delgadillo et al., 2002; Chasles et al., 2016; Zarazaga et al., 2019). A este fenómeno se le llama "efecto macho" (Shelton, 1960; Chemineau, 1983; Bedos et al., 2014). De manera similar a lo reportado en las hembras caprinas, los machos SA son capaces de estimular la secreción de LH, testosterona y el comportamiento sexual de los machos cabríos en reposo sexual estacional (Delgadillo et al., 2022). Sin embargo, no se ha determinado si los machos expuestos al "efecto macho sobre macho" son capaces de estimular la actividad reproductiva de las hembras caprinas en anestro estacional al exponerlas al "efecto macho".

2 Objetivo

Determinar si los machos cabríos expuestos al "efecto macho sobre macho" son capaces de estimular la actividad reproductiva de las hembras caprinas en anestro estacional a través del "efecto macho".

3 Hipótesis

Los machos cabríos expuestos al "efecto macho sobre macho" son capaces de estimular la actividad reproductiva de las hembras caprinas en anestro estacional a través del "efecto macho".

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Condiciones generales del estudio

En el presente estudio se utilizaron machos cabríos y hembras caprinas de la Comarca Lagunera del estado de Coahuila (Latitud 26° 23' N; Longitud 104° 47' O). En los machos de esta población aislados de las hembras, el reposo sexual ocurre de enero a mayo (Delgadillo et al., 1999), mientras que en las hembras no gestantes y separadas de los machos, el anestro estacional ocurre de marzo a agosto (Duarte et al., 2008). Todos los animales se mantuvieron en corrales sombreados y se les ofreció diariamente 2 kg de heno de alfalfa (17 % PC) y 100 g de concentrado comercial (14 % PC; 1.7 Mcal/kg), con libre acceso al agua y sales minerales.

4.2 Tratamiento fotoperiódico de los machos y exposición al "efecto macho sobre macho"

Se utilizaron machos cabríos de cuatro años de edad. El 1 de noviembre, los machos se dividieron en dos grupos (n = 6 cada uno) homogéneos en peso corporal y testicular, y se mantuvieron en corrales sombreados (10 x 5 m cada uno). Un grupo de machos se expuso a las variaciones naturales del fotoperiodo, y se denominó machos "sexualmente inactivos" (SI; peso corporal: 43 ± 2 kg; peso testicular: 87 ± 5 g; promedio \pm error estándar del promedio). Otro grupo de machos se sometió a 2.5 meses de días largos (16 h de luz por día) a partir del 1 de noviembre, y se denominó machos "sexualmente activos" (SA; peso corporal: 42 ± 3 kg; peso testicular: 85 ± 7 g). A partir del 16 de enero, los machos se expusieron a las variaciones naturales del fotoperiodo. Este tratamiento luminoso estimula las actividades endocrina y sexual de los machos en reposo sexual estacional (marzo-mayo; Delgadillo et al., 2002).

4.3 Estimulación sexual de los machos al ser expuestos al "efecto macho sobre macho"

El 5 de marzo (día 0), los machos SI se dividieron en dos subgrupos (n = 3 cada uno), y cada grupo se expuso, por 30 días, a un macho SA. Por el tratamiento, a los machos SI se les denominó machos expuestos al "efecto macho sobre macho" (EMM).

4.4 Exposición de las hembras al "efecto macho"

Se utilizaron cabras multíparas. La anovulación estacional se determinó mediante tres ultrasonografías transrectales realizadas el 14 y 24 de marzo y 3 de abril utilizando un aparato Aloka SSD-500 conectado a una sonda lineal transrectal de 7.5 MHz. Las hembras que no tuvieron cuerpo lúteo en las tres ecografías se consideraron en anovulación estacional. Después de la última ecografía, las hembras se distribuyeron en dos grupos (n = 40 cada uno) homogéneos en condición corporal (2.5 ± 0.1 cada grupo). Las hembras de cada grupo se dividieron en cuatro subgrupos (n = 10 cada uno). El 5 de abril (día 0), un grupo de hembras se expuso a cuatro machos SA (n = 1 macho por cada 10 hembras), mientras que el otro grupo se expuso a cuatro machos EMM (1 macho por cada 10 hembras). Los machos se intercambiaron diariamente entre sus respectivos subgrupos para evitar cualquier efecto individual. La distancia entre los grupos fue superior a 100 m para evitar cualquier interferencia entre ellos. Los machos permanecieron con las cabras durante 21 días.

4.5 Determinación de las variables

4.5.1 Machos

El comportamiento sexual de los machos se determinó en noviembre, marzo y abril a través del porcentaje de machos que rechazaron a eyacular en una vagina artificial en presencia de una hembra inducida al estro (Ramírez et al., 2019). Los machos tenían tres minutos para eyacular después de exponerlos a la hembra en celo. Después, si no eyaculaban, se anotaba rechazo a la eyaculación (Delgadillo et al.,

1999). Los machos se solicitaron para eyacular una ocasión por día, dos días consecutivos.

4.5.2 Hembras

Las ovulaciones y las tasas de preñez se determinaron mediante ultrasonografías tranrectales realizadas 17 y 45 días después de la introducción de los machos SA y EMM, respectivamente. La fertilidad y la prolificidad se determinaron al parto.

4.6 Análisis estadístico

Los porcentajes de rechazo a la eyaculación, de hembras que ovaluaron, las tasas de preñez y la fertilidad se compararon entre los grupos mediante la prueba Chi-cuadrada. La prolificidad se comparó utilizando la prueba U de Mann-Whitney. Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT 13 (2009). Los datos se expresan en promedio \pm error estándar del promedio.

6 RESULTADOS

4.7 Comportamiento sexual de los machos

En la primera sesión de recolección de semen efectuada en noviembre, los machos de los dos grupos eyacularon y no hubo diferencia entre ellos ($P > 0.05$). En la segunda sesión de recolección de semen efectuada en marzo, el número de machos que eyaculó fue mayor en los machos SA (6/6) que en los machos EMM (1/6; $P < 0.05$). En la tercera sesión de recolección de semen efectuada en abril, todos los machos de los grupos SA y EMM eyacularon y no hubo diferencia entre ellos ($P > 0.05$).

4.8 Respuestas sexual y reproductiva de las cabras expuestas al "efecto macho"

Las proporciones de hembras que ovularon y que se diagnosticaron gestantes no difirieron entre las expuestas a los machos SA (39/40: 98%; 37/40: 93%, respectivamente) o EMM (39/40: 98%; 38/40:95%, respectivamente; $P > 0.05$). La fertilidad y prolificidad tampoco difirieron entre las cabras expuestas a los machos SA (34/40: 85%; 1.7 ± 0.1 , respectivamente) o EMM (32/40: 80%; 1.6 ± 0.1 , respectivamente; $P > 0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que los machos SA estimulan el comportamiento sexual y la capacidad fecundante de los machos en reposo sexual estacional expuestos al "efecto macho sobre macho". Así, el porcentaje de machos que rechazaron a eyacular fue superior en los machos EMM en marzo. En noviembre y abril, no hubo diferencias entre grupos. Además, los machos EMM estimularon la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional a través del "efecto macho". Estos resultados confirman que en los machos cabríos en reposo sexual, las interacciones socios sexuales pueden utilizarse para estimular su actividad sexual (Delgadillo et al., 2022), e indican que los machos EMM estimulan la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional, de la misma manera que lo hacen los machos SA.

En el presente estudio, los machos EMM respondieron, modificando su actividad sexual, a los estímulos otorgados por los machos SA. En efecto, en los machos EMM, el comportamiento sexual registrado en marzo, antes de exponerlos a los machos SA, fue inferior que en los machos SA. Esto coincide con lo reportado en los machos en reposo sexual (Delgadillo et al., 2002). En cambio, en los machos EMM, el comportamiento sexual registrado en abril, después de haberlos expuestos al "efecto macho sobre macho", no difirió del registrado en los machos SA. Esto se debió, muy probablemente, a que los machos SA estimularon la secreción de testosterona de los machos sometidos al EMM (Delgadillo et al., 2022).

Los machos EMM estimularon la actividad reproductiva de las hembras anéstricas a través del "efecto macho", de la misma manera que lo hicieron los machos SA. Las proporciones de hembras que ovularon, que se gestaron y que parieron, fueron elevadas y no difirieron entre las hembras expuestas a los machos EMM o SA. Los resultados obtenidos con los machos EMM son similares a los descritos en otros estudios que utilizaron machos SA (Delgadillo et al., 2002; Chasles et al., 2016; Zarazaga et al., 2019). Esto indica que el comportamiento sexual y la producción espermática cuantitativa y cualitativa de los machos EMM, probablemente, fue

similar a la de los machos SA. Esta hipótesis se basa sobre el hecho de que el comportamiento sexual desplegado y la producción espermática por los machos cabríos son factores importantes que determina la respuesta sexual y reproductiva de las hembras expuestas al efecto del macho (Chasles et al., 2016; Zarazaga et al., 2019; Delgadillo et al., 2022).

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que la actividad sexual de los machos cabríos en reposo sexual puede ser estimulada al exponerlos a los machos SA; este fenómeno se denomina "efecto macho sobre macho". Los machos estimulados por este fenómeno son capaces de inducir la actividad reproductiva de las cabras en anestro estacional por el fenómeno conocido como "efecto macho". Estos resultados abren nuevas perspectivas para el control de la reproducción de los caprinos en reposo sexual estacional.

5 LITERATURA CITADA

Bedos M, Duarte G, Flores JA, Fitz-Rodríguez G, Hernández H, Vielma J, Fernández IG, Chemineau P, Keller M, Delgadillo JA. Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Domest Anim Endocrinol.* 2014;48:93-99.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.domaniend.2014.02.003>.

Chasles M, Chesneau D, Moussu C, Delgadillo JA, Chemineau P, Keller M. Sexually active bucks are efficient to stimulate female ovulatory activity during the anestrus season also under temperate latitudes. *Anim Reprod Sci.* 2016;168:86-91.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.10.004>.

Chemineau P, Martin GB, Saumande J, Normant E. Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (*Capra hircus*). *J Reprod Fertil.* 1988;83:91-98. doi: 10.1530/jrf.0.0830091.

Chemineau P. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *J Reprod Fertil.* 1983;67:65-72. doi: 10.1530/jrf.0.0670065.

Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 1999;52:727-737.
[https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00166-1](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00166-1).

Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpoux B. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci.* 2002;80:2780-2786. 10.2527/2002.80112780x.

Martínez JC, Hernández H, Flores JA, Duarte G, Fitz G, Fernández IG, Bedos M, Chemineau P, Keller M, Delgadillo JA, Vielma J. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*. 2014;82:1028-1035. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.07.024>.

Pellicer-Rubio MT, Leboeuf B, Bernelas D, Forgerit Y, Pougard JL, Bonné JL, Senti, E, Chemineau P. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. *Anim Reprod Sci*. 2007;98:241-258. doi: 10.1016/j.anireprosci.2006.03.002.

Ramírez S, Chesneau D, Grimaldo-Viesca E, Vielma J, Hernández H, Santiago-Moreno J, Chemineau P, Keller M, Delgadillo JA. Continuous presence of females in estrus does not prevent seasonal inhibition of LH and androgen concentrations in bucks. *Domest Anim Endocrinol*. 2019; 69:68-74. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.04.006>.

Restall BJ. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci*. 1992;27:305-318.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio, Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 2001.

Shelton M. The influence of the presence of the male on initiation of oestrus cycling and ovulation in Angora does. *J Anim Sci*. 1960;19:368-375.

SYSTAT 13. San Jose, CA, USA: Cranes Software International Ltd. 2009.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ. The 'female effect' in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to oestrous does. *J Reprod Fertil.* 1994;100:521-531. doi: 10.1530/jrf.0.1000521.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Scaramuzzi RJ, Martin GB, Blackberry MA. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin Res.* 1997;26: 239-252.

Wingfield JC, Hegner RE, Dufty AM, Ball GF. The challenge hypothesis - theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies *Am Nat.* 1990;136:829-846.

Zarazaga LA, Gatica MC, Hernández H, Chemineau P, Delgadillo JA, Guzmán JL. Photoperiod-treated bucks are equal to melatonin-treated bucks for inducing reproductive behaviour and physiological functions via the "male effect" in Mediterranean goats. *Anim Reprod Sci.* 2019;202:58-64. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.01.008>.