

LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA Y PRODUCTIVA DE LOS CAPRINOS SE MODIFICA CON EL USO DEL FOTOPERIODO Y LAS INTERACCIONES SOCIO-SEXUALES

Reproductive and productive seasonality of goats is modified with use of photoperiod and socio-sexual interactions

J.A. Delgadillo

Centro de Investigación en
Reproducción Caprina,
Universidad Autónoma
Agraria Antonio Narro,
Periférico Raúl López
Sánchez y Carretera a
Santa Fe, C.P. 27054,
Torreón, Coahuila, México.

* Corresponding author

Address:
Periférico Raúl López
Sánchez y Carretera a
Santa Fe, C.P. 27054,
Torreón, Coahuila, México
Tel.: (871) 729 7641 y 42

E-mail:
joaldesa@yahoo.com

ABSTRACT

Goat breeds from temperate and subtropical latitudes display reproductive seasonal variations. This reproductive seasonality causes a seasonality of milk, cheese, and meat production. To solve this problem, it is necessary to modify the annual season of parturitions. The photoperiod and the socio-sexual interactions can be used to manipulate the caprine reproduction. Therefore, in this review I will describe the photoperiodic treatments used to stimulate the sexual behavior of male goats during the sexual rest. Then, I will describe how these photos stimulated, sexually active bucks, are used to induce the sexual activity of females during the seasonal anestrus or to prevent the seasonal anovulation, allowing does to ovulate all the year round. These techniques constitute an original and sustainable manner to control caprine reproduction.

Keywords: Goats, reproductive seasonality, day length, male effect.

RESUMEN

Las razas caprinas de las latitudes templadas y subtropicales muestran estacionalidad reproductiva. Esta estacionalidad provoca que la producción de leche, queso, y cabrito sea también estacional. Para resolver este problema de la estacionalidad de la producción, se requiere manipular la reproducción para que los partos ocurran fuera de la estación natural. La reproducción se puede manipular con el uso del fotoperiodo y las interacciones socio-sexuales. Por ello, en este artículo describiré los tratamientos fotoperiódicos que permiten estimular la actividad sexual de los machos durante el periodo de reposo. Después, describiré cómo estos machos fotoestimulados, sexualmente activos, se utilizan para inducir la actividad sexual de las cabras anéstricas, o para evitar el anestro estacional. Estas técnicas constituyen una manera original y sustentable para controlar la reproducción caprina.

Palabras clave: Cabras, estacionalidad reproductiva, duración del día, efecto macho.

INTRODUCCION

La mayoría de los caprinos originarios o adaptados a latitudes templadas o subtropicales, presentan diferentes patrones reproductivos. En las razas de latitudes templadas, como la Alpina, la actividad sexual de machos y hembras ocurre principalmente en otoño e invierno, mientras que el reposo sexual o anestro ocurre en primavera y verano (Chemineau et al., 1992; Delgadillo y Chemineau, 1992; Amoah et al., 1996). En cambio, en las latitudes subtropicales, algunas hembras caprinas presentan su actividad sexual en otoño e invierno, mientras que otras la presentan desde el verano hasta el invierno, con un anestro corto en primavera, por lo que son moderadamente estacionales (Duarte et al., 2008; Walkden-Brown y Restall, 1996). En los machos de estas razas de latitudes subtropicales, el periodo de actividad sexual inicia a finales de primavera y termina a finales de otoño (Delgadillo et al., 1999; Walkden-Brown et al., 1994).

La estacionalidad reproductiva provoca que la oferta de los productos caprinos (leche, queso, cabrito) sea también estacional, lo que afecta a los productores, a la industria, y a los consumidores. Así, los precios de los productos caprinos disminuyen durante el periodo natural de producción al incrementarse la oferta, lo que reduce los ingresos de los productores. La industria restaurantera y la transformadora de leche reducen considerablemente sus actividades durante los meses de escasa producción. Por lo tanto, los consumidores sólo obtienen productos frescos durante los meses de producción, pero el resto del año consumen productos que han sido procesados para su preservación, lo que puede modificar su calidad (Chemineau et al., 2007).

La estacionalidad reproductiva de los caprinos es controlada principalmente por el fotoperiodo, es decir, por las horas luz que perciben los animales a través del año. En condiciones experimentales, los días cortos estimulan la actividad sexual en ambos géneros, mientras que los días largos la inhiben (Delgadillo et al., 2004; Duarte et al., 2010). Sin embargo, otros factores medioambientales, como las interacciones socio-sexuales pueden modificar profundamente la estacionalidad reproductiva. Por lo tanto, el fotoperiodo y las interacciones socio-sexuales, en particular el "efecto macho", pueden utilizarse para estimular la actividad sexual de los caprinos en los periodos de reposo sexual o anestro estacional, o evitar la anovulación estacional.

En este artículo describiré detalladamente cómo utilizar el fotoperiodo para inducir la actividad sexual de los machos durante el reposo sexual, y cómo utilizar los machos fotoestimulados, sexualmente activos, para inducir la actividad sexual de las hembras durante el anestro o evitar la anovulación estacional.

Estimulación de la actividad sexual de los machos cabríos utilizando el fotoperiodo

En los machos cabríos Alpinos y en los locales del norte de México alojados en instalaciones abiertas, la actividad sexual se estimula durante el periodo de reposo al someterlos a 2.5 meses de días largos (16 h de luz/día) a partir del 1 de noviembre. Al terminar los días largos, es decir, a partir del 16 de enero, los machos se someten al fotoperiodo natural. En los machos sometidos a este tratamiento fotoperiódico, las concentraciones plasmáticas de testosterona, el olor, y el comportamiento sexual son superiores de marzo a mayo a los machos no tratados, que se encuentran en reposo sexual (Figura 1; Delgadillo et al., 2002; Chasles et al., 2016; Rivas-Muñoz et al., 2007). Es importante mencionar que 1.5 meses

de días largos a partir del 1 de diciembre son suficientes para estimular la actividad sexual de los machos durante el reposo (Ponce et al., 2014). En estos tratamientos fotoperiódicos, la luz artificial se otorga diariamente de 06:00 a 08:00 y de 18:00 a 22:00. La intensidad mínima de la luz artificial debe ser de al menos 300 lux al nivel de los ojos de los animales. Los machos cabríos sometidos a este tratamiento fotoperiódico requieren de 1.5 a 2 meses después de la terminación de los días largos para mostrar un intenso comportamiento sexual, el cual dura alrededor de 2-3 meses.

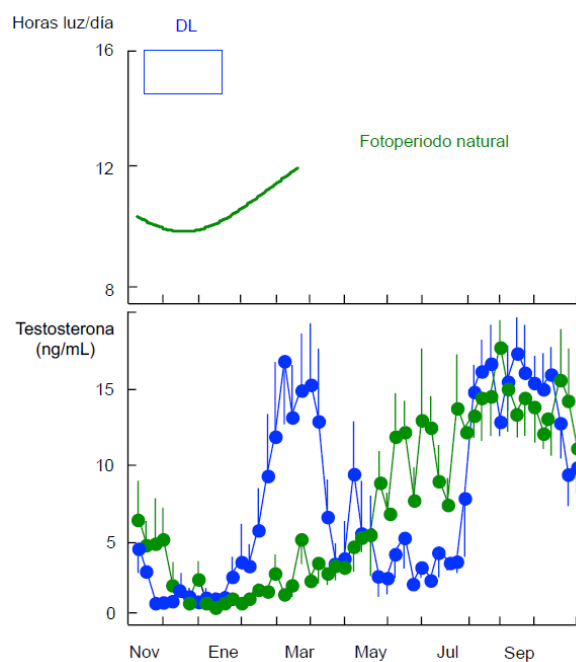


Figura 1. Concentraciones plasmáticas de testosterona (promedio \pm SEM) en los machos cabríos expuestos a las variaciones del fotoperiodo natural o a 2.5 meses de días largos (DL: 16 h de luz por día) a partir del 1 de noviembre. Las concentraciones plasmáticas son superiores en los machos tratados que en los no tratados de febrero a abril, meses de reposo sexual (Delgadillo et al., 2002).

Estimulación de la actividad sexual de las hembras por el "efecto macho"

La introducción de un macho en un grupo de cabras en anovulación estacional estimula la presentación del estro y la ovulación en los primeros 10 días de contacto entre ambos géneros. A este fenómeno se le conoce como "efecto macho" (Chemineau et al., 2007; Pellicer-Rubio et al., 2007). La eficiencia del efecto macho depende de varios factores, incluyendo la intensidad del comportamiento sexual del macho. Por ello, los machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual al someterlos a 2.5 meses de días largos estimulan el estro y la ovulación en la mayoría de las cabras (>90%), mientras que sólo una baja proporción (<10%) de hembras expuestas a los machos testigo en reposo sexual, manifiestan actividad sexual (Figura 2; Delgadillo, 2011). Además, los machos fotoestimulados hacen flexible el uso del efecto macho porque: i) el tiempo de contacto diario entre géneros puede reducirse hasta 4 horas por día, sin disminuir la fertilidad observada en hembras en contacto con los machos 24/24 horas (67% vs. 61 %, respectivamente; Bedos et al., 2010;

Loya-Carrera et al., 2014); ii) la separación de los dos sexos no es necesaria antes del efecto macho, pues la fertilidad es similar en cabras que se aislaron por 30 días y en aquellas que no se aislaron de los machos antes del efecto macho (82% vs. 72%, respectivamente; Delgadillo et al., 2009; Zarazaga et al., 2017); iii) la respuesta ovulatoria de las hembras nulíparas es similar al de las multíparas (100 % en ambos grupos; Luna-Orozco et al., 2008). Por consiguiente, los machos fotoestimulados son muy eficientes para inducir la actividad sexual de las cabras en el anestro estacional. Esto permite programar los partos y la producción caprina según las demandas sociales y oportunidades de mercado.

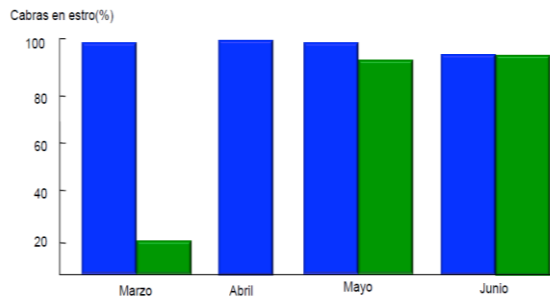


Figura 2. Porcentajes de cabras en estro expuestas a los machos cabríos fotoestimulados, sexualmente activos, o a los machos no tratados, sexualmente inactivos. Los porcentajes de cabras en estro son superiores en las expuestas a los machos fotoestimulados que en las expuestas a los no tratados en marzo y abril. En mayo y junio no hay diferencia entre grupos de cabras porque en mayo inicia la estación sexual, y los machos despliegan intenso comportamiento sexual (Delgadillo et al., 2014).

Abolición de la anovulación estacional de las cabras Preparación de los machos cabríos

En las hembras caprinas, la presencia permanente de machos cabríos sexualmente activos evita la aparición del anestro estacional. Para tener machos sexualmente activos todo el año, utilizamos tres grupos que se expusieron a 2 meses de días largos de manera escalonada entre septiembre y febrero, con la finalidad de que desplegaran intensa actividad sexual entre enero y junio, durante el reposo sexual. Además, utilizamos machos no tratados que de manera natural manifestaron intensa actividad sexual de julio a diciembre. Así, logramos tener machos sexualmente activos todo el año (Delgadillo et al., 2015).

Actividad ovulatoria de las cabras expuestas o aisladas de los machos

Un grupo de hembras se expuso a machos cabríos sexualmente activos durante todo el año, es decir, los sometidos a días largos, y los que permanecieron bajo el fotoperíodo natural; otro grupo se expuso a machos que permanecieron bajo el fotoperíodo natural, y un tercer grupo se aisló de los machos. Las cabras aisladas de los machos presentaron 5 meses de anovulación, y la estación sexual inició en octubre. Las cabras en contacto con los machos mantenidos bajo el fotoperíodo natural presentaron 3 meses de baja actividad ovulatoria, y la estación sexual inició en julio. En cambio, 12 de 14 cabras en contacto con los machos sexualmente activos ovularon durante el anestro estacional (Figura 3; Delgadillo et al., 2015).

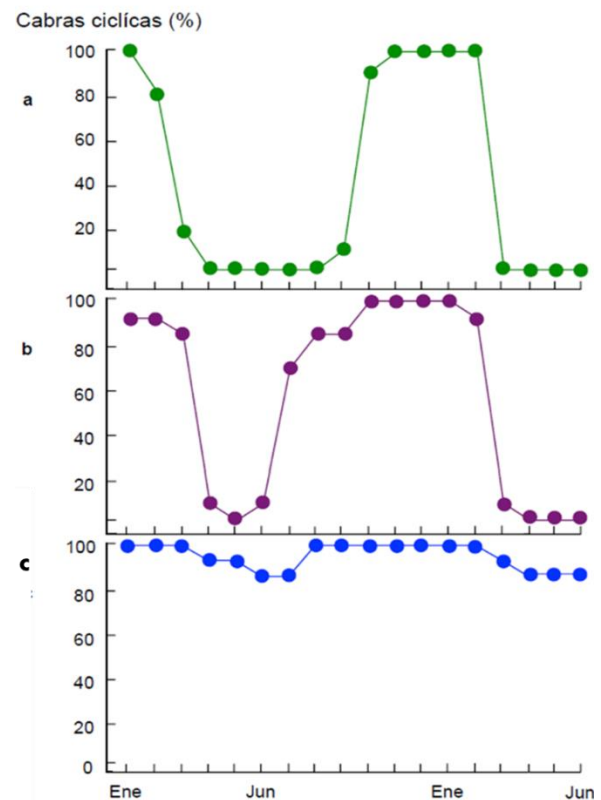


Figura 3. Porcentajes mensuales de cabras cíclicas aisladas de los machos cabríos (a), expuestas a los machos mantenidos bajo las variaciones del fotoperíodo natural (b), o expuestas a los machos sexualmente activos (c). La mayoría de las cabras expuestas a los machos sexualmente activos ovularon durante todo el año (Delgadillo et al., 2015).

CONCLUSIONES

En conjunto, estos datos muestran que los machos fotoestimulados son muy eficientes para inducir la actividad sexual de las cabras durante el anestro estacional. Además, muestran que la presencia permanente de los machos cabríos sexualmente activos permite que las cabras ovulen todo el año. Este último resultado único en caprinos, abre las perspectivas para el desarrollo de nuevas técnicas libres de hormonas exógenas para controlar la reproducción caprina. Además, permite programar la producción caprina según las necesidades de la sociedad y oportunidades del mercado.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a todos los miembros del Centro de Investigación en Reproducción Caprina y de la Estación de Fisiología y Comportamientos del INRA de Nouzilly, Francia, que participaron en los experimentos descritos en este artículo.

REFERENCIAS

- Amoah EA, Gelaye S, Guthrie P, Rexroad Jr CE. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. J. Anim. Sci. 1996; 74:723-28.

- Bedos M, Flores JA, Fitz-Rodríguez G, Keller M, Malpaux B, Poindron P, Delgadillo JA. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Horm. Behav.* 2010; 58:473-77.
- 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.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 1992; 8:299-312.
- Chemineau P, Malpaux B, Brillard JP, Fostier A. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal.* 2007; 1:419-32.
- Delgadillo JA, Chemineau P. Abolition of seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J. Reprod. Fertil.* 1992; 94:45-55.
- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 1999; 52:727-37.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpaux B. Induction of sexual activity of lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificial long days. *J. Anim. Sci.* 2002; 80:2780-86.
- Delgadillo JA, Cortez ME, Duarte G, Chemineau P, Malpaux B. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 2004; 44:183-93.
- Delgadillo JA. Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. *Animal.* 2011; 5:74-81.
- Delgadillo JA, Gelez H, Ungerfeld R, Hawken PAR, Martin GB. The “male effect” in sheep and goats: revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 2009; 200:304-14.
- Delgadillo JA, Flores JA, Duarte G, Vielma J, Hernández H, Bedos M, Fitz-Rodríguez G, Fernández IG, López-Sebastián A, Gómez-Brunet A, Santiago-Moreno J, Zarazaga LA, Keller M, Chemineau P. Out-of-season control of reproduction in subtropical goats without exogenous hormonal treatments. *Small Rumin. Res.* 2014; 121:7-11.
- Delgadillo JA, Flores JA, Hernández H, Poindron P, Keller M, Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Vielma J, Fernández I.G, Chemineau P. Sexually active males prevent the display of seasonal anestrus in female goats. *Horm. Behav.* 2015; 69: 8-15.
- Duarte G, Flores JA, Malpaux B, Delgadillo JA. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endocrinol.* 2008; 35:362-70.
- Duarte G, Nava-Hernández MP, Malpaux B, Delgadillo JA. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 2010; 120:65-70.
- Loya-Carrera J, Bedos M, Ponce-Covarrubias JL, Hernández H, Chemineau P, Keller M, Delgadillo JA. Switching photo-stimulated males between groups of goats does not improve the reproductive response during the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 2014; 146:21-26.
- Luna-Orozco JR, Fernández IG, Gelez H, Delgadillo JA. Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 2008; 106:352–60.
- Pellicer-Rubio MT, Leboeuf B, Bernelas D, Forgerit Y, Pougard JL, Bonné JL, Senty 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 natural photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 2007; 98:241-58.
- Ponce JL, Velázquez H, Duarte G, Bedos M, Hernández H, Keller M, Chemineau P, Delgadillo JA. Reducig exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2014; 48:119-25.
- Rivas-Muñoz R, Fitz-Rodríguez G, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 2007; 85:1257-63.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 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.* 1994; 102:351-60.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ. Environmental and social factors affecting reproduction. In VI International Conference on Goats. 1996; 762-75.
- Zarazaga LA, Gatica MC, Hernández H, Gallego-Calvo L, Delgadillo JA, Guzmán JL. The isolation of females from males to promote a later male effect is unnecessary if the bucks used are sexually active. *Theriogenology.* 2017; 126:83-90.