DOI: 10.21451/1809-3000.RBRA2021.048

Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA-2021) e VIII International Symposium on Animal Biology of Reproduction – Joint Meeting, Belo Horizonte, MG, 19 a 22 de outubro de 2021.

Las interacciones socio-sexuales, alternativa para manipular la reproducción de los pequeños rumiantes

Socio-sexual interactions, an alternative to manipulate the reproduction of small ruminants

José Alberto Delgadillo[1*], José Alfonso Abecia[2], Matthieu Keller[3], Philippe Chemineau[3]

[1]Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 27054 Torreón, Coahuila, Mexico
[2]Departamento de Producción Animal, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177 Zaragoza 500013, Spain
[3]Physiologie de la Reproduction et des Comportements, CNRS, IFCE, INRA, Université de Tours, Agreenium, 37380 Nouzilly, France
[*]Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, 27054, Torreón, Coahuila, Mexico

Resumen

La estacionalidad de la reproducción es una característica de la mayoría de las razas caprinas y ovinas de latitudes subtropicales. Las hembras presentan anovulación y disminución de las concentraciones plasmáticas de LH en primavera y verano, mientras que los machos disminuyen drásticamente los niveles plasmáticos de testosterona, la producción espermática y el comportamiento sexual en invierno y primavera. Esta estacionalidad es sincronizada principalmente por las variaciones naturales del fotoperiodo. Sin embargo, las interacciones socio-sexuales entre machos y hembras permiten modificar esta estacionalidad. Así, la introducción de machos en grupos de hembras en anestro estacional estimulan las actividades endocrina y reproductiva de las hembras, através del fonómeno conocido como "efecto macho". La respuesta de las hembras al efecto macho varía con la intensidad del comportamiento sexual desplegado por los machos. Por ello, los machos sexualmente activos son más eficaces que los machos en reposo sexual para estimula la ovulación de las hembras. Además, la presencia continua de los machos sexualmente activos evita la anovulación estacional, así como la disminución estacional de las concentraciones plasmáticas de LH en hembras ovariectomizadas portadoras de implantes subcutáneos que liberan estradiol. En conjunto, estos hallazgos indican que los machos cabríos y carneros sexualmente activos son una alternativa para manipular la estacionalidad reproductiva de las hembras durante el anestro estacional, y/o evitar la anovulación estacional. Además, considerando las demandas sociales para reducir o eliminar los tratamientos hormonales en la producción animal, la asociación del fotoperiodo y las interacciones socio-sexuales entre machos y hembras constituye una alternativa sustentable para la manipulación de la actividad reproductiva de los pequeños rumiantes.

Palabras clave: caprinos, ovinos, efecto macho, LH, ovulación.

Abstract

Reproductive seasonality is a characteristic of most goat and sheep breeds from subtropical latitudes. Females show anovulation and decrease in plasma LH concentrations in spring and summer, while males dramatically decrease their plasma testosterone concentreations, sperm production and sexual behavior in winter and spring. This endocrine and reproductive seasonality is synchronized mainly by the variations of the photoperiod. However, the socio-sexual interactions between males and females allow modifying the seasonality of endocrine and reproductive activities. Thus, the introduction of males into groups of females in seasonal anestrus stimulates these two activities, through the so-called "male effect". The response of females to the male effect varies with the intensity of sexual behavior displayed by males. Thus, sexually active males are more effective than males in rest season in stimulating ovulation in females. Furthermore, the continuous presence of sexually active males prevents seasonal anovulation, as well as the seasonal decrease in plasma LH concentrations in ovariectomized females bearing subcutaneous implants that release estradiol. Taken together, these findings indicate that sexually active bucks and rams are an alternative to stimulate the endocrine and reproductive activities of females during seasonal anestrus and / or avoid seasonal anovulation. Furthermore, considering the

[1]Correspondência: joaldesa@yahoo.com
Recebido: 17 de agosto de 2021
Aceito: 28 de dezembro de 2021

social demands to reduce or eliminate hormonal treatments in animal production, the association of the photoperiod and the socio-sexual interactions between males and females constitutes a sustainable alternative for the manipulation of the reproductive activity of small ruminants.

***Keywords**: goats, sheep, male effect, LH, ovulation.*

Introducción

La estacionalidad de la reproducción es una característica de la mayoría de los caprinos y ovinos originarios o adaptados a latitudes templadas y subtropicales. Las hembras presentan anovulación estacional y disminución de las concentraciones plasmáticas de LH en primavera y verano (Karsch et al., 1984; Duarte et al., 2008), mientras que los machos disminuyen sus concentraciones plasmáticas de testosterona, su producción espermática y su comportamiento sexual en invierno y primavera (Lincoln y Short, 1980; Giriboni et al., 2016). En ambos sexos, la estacionalidad de la reproducción es controlada principalmente por las variaciones del fotoperíodo, es decir, por las horas luz que perciben los animales diariamente. En efecto, el fotoperiodo induce cambios en la retroalimentación negativa del estradiol y la testosterona sobre la secreción de LH, constituyendo el principal mecanismo neuroendocrino responsable de la estacionalidad reproductiva. Así, la retroalimentación negativa del estradiol y la testosterona aumenta durante los días crecientes o largos, reduciendo la secreción de LH, provocando la anovulación estacional y el reposo sexual estacional en machos (Pelletier et al., 1975; Legan y Karsch, 1980). Dado que el fotoperiodo sincroniza la estacionalidad reproductiva, este factor ambiental se ha utilizado para estimular la actividad sexual de machos y hembras durante los meses de reposo sexual estacional (Chemineau et al., 2007). No obstante, las interacciones socio-sexuales entre machos y hembras pueden también utilizarse para estimular la actividad sexual de las hembras durante el anestro estacional. Así, la introducción de un macho en un grupo de cabras u ovejas en anestro estacional, estimula la secreción de LH, así como el comportamiento estral (cabras) y las ovulaciones dentro de los primeros cinco días después del primer contacto entre machos y hembras. Este fenómeno se conoce como "efecto macho" (Ungerfeld et al., 2004; Delgadillo et al., 2009). Las respuestas endocrina y sexual de las hembras al efecto macho varía con el comportamiento sexual que despliegan los machos. Los machos que despliegan un intenso comportamiento sexual son más eficaces que los que despliegan un débil comportamiento sexual para estimular la actividad reproductiva de la hembras (Chasles et al., 2016; Abecia et al., 2018, Zarazaga et al., 2019). En este artículo describiremos los tratamienbtos fotoperiódicos para estimular la actividad sexual de los machos cabríos y carneros durante los meses de reposo sexual. Posteriormente, describiremos como se utilizan los machos sexualmente activos para estimular la reproducción de las cabras y ovejas durante el anestro estacional, o para evitar la anovulaciuón estacional.

Inducción de la actividad sexual de los machos cabríos y carneros a través de tratamientos fotoperiódicos

En los machos mantenidos en estabulación y bien alimentados, la actividad sexual se estimula durante el periodo de reposo al someterlos a 2 o 3 meses de día largos artificiales (16 h de luz/día) en otoño e invierno. En estos tratamientos fotoperiódicos se combinan la luz natural y la artificial. Por ejemplo, a la latitude de 26º norte, la luz artificial se otorga de 6:00 a 8:00 y de 17:00 a 22.00. Al terminar los días largos, los machos se someten a las variaciones naturales del fotoperiodo. En los machos sometidos a este tratamiento fotoperiódico, las concentraciones plasmáticas de testosterona, el comportamiento sexual y la producción espermática son significativamente superiores en los meses de reposo sexual a los machos no tratados, que se encuentran en reposo sexual (Fig. 1; Bedos et al., 2012; Abecia et al., 2018; Zarazaga et al., 2019). Los machos sometidos al tratamiento fotoperiódico requieren aproximadamente 8 semanas después de los días largos para mostrar un intenso comportamiento sexual, el cual dura alrededor de 2 a 3 meses. Es interesante señalar que este tratamiento fotoperiódico estimula también la actividad sexual de los machos cabríos mantenidos en sistemas de producción semiextensivos. En estos sistemas, los machos y hembras que se alimentan principalmente de la vegetación natural de los agostaderos, salen al campo y caminan diaraiamente de 5 a 8 km durante aproximadamente 8 horas por día. En la noche son alojados en corrales adyacentes al domicilio del productor. Después del pastoreo, los machos son separados del hato por las tardes y alojados en un corral equipado para someterlos al tratamiento fotoperiódico antes descrito. En estas condiciones semiextensivas, una complementación alimenticia de 600 g diarios de concentrado comercial durante 2 meses a partir de la finalización de los

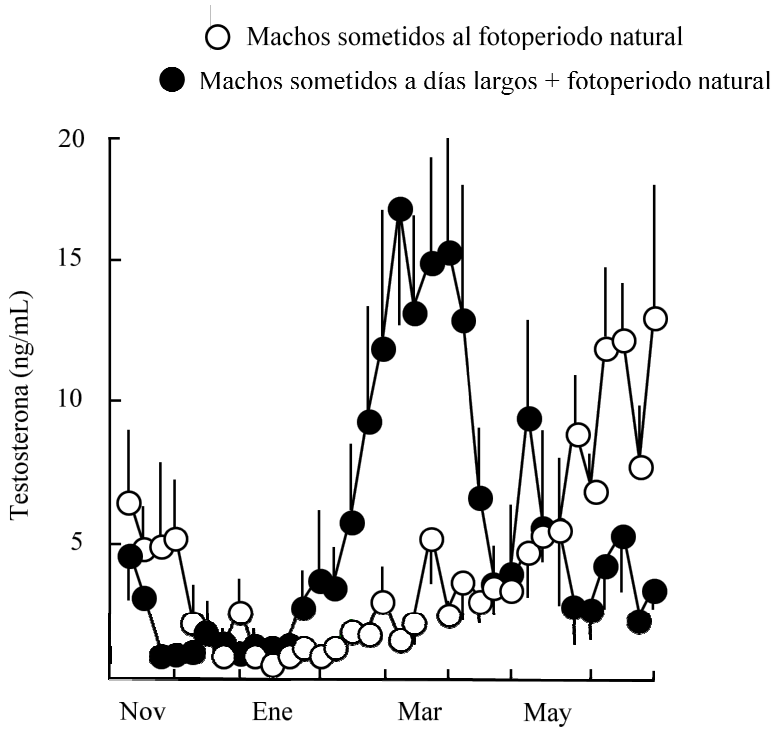

Figura 1. Concentraciones plasmáticas de testosterona (promedio ± error estándar del promedio) de los machos cabríos expuestos a las variaciones naturales del fotoperiodo a la latitud de 26º norte, o a días largos artificiales (16 horas de luz por día) del 1 de noviembre al 15 de enero. Las concentraciones plasmáticas de testosterona son significativamente más elevadas de febrero a abril en los machos sometidos a los días largos que en los machos control, que se encuentran en reposo sexual (adaptada de Delgadillo et al., 2002

días largos, mejora la respuesta sexual de los machos al tratmiento fotoperiódico (Delgadillo et al., 2021).

Estimulación de las actividades endocrina, sexual y reproductiva de las hembras caprinas y ovinas a través del "efecto macho"

La respuesta de las hembras caprinas y ovinas al efecto macho varía de una raza a otra. En las razas moderadamente estacionales, las hembras pueden responder al efecto macho en cualquier momento del año (Chemineau, 1983; Ungerfeld et al., 2002). Por el contrario, en las razas fuertemente estacionales, las hembras responden al efecto macho cuando se realiza algunas semanas antes del inicio de la estación sexual, pero esta respuesta es baja o nula cuando se realiza a la mitad del anestro estacional (Restall, 1992; Delgadillo et al., 2002). Esta baja respuesta sexual de las hembras puede mejorarse al utilizar machos fotoestimulados, sexualmente activos. En efecto, los machos sexualmente activos son más eficaces que los machos en reposo sexual para estimular el estro y la ovulación tanto en cabras como en ovejas (Fig. 2; Chasles et al., 2016; Abecia et al., 2018). Asimismo, los machos cabríos sometidos a días largos en condiciones semiextensivas y que reciben una complementación alimenticia, inducen un porcentaje mayor de gestaciones (70 %) que los machos que no fueron complementados (37 %; Delgadillo et al., 2021). En este caso, los machos permanecieron en contacto con las hembras antes y después del tratamiento fotoperiódico, lo que confirma que la separación de los sexos no es necesaria para responder al efecto macho (Delgadillo et al., 2015; Zarazaga et al., 2017). Finalmente, es interesante mencionar que los machos sexualmente activos estimulan el inicio de la pubertad y reducen la duración del anestro postparto tanto en cabras como en ovejas (Abecia et al., 2017; Chasles et al., 2019; Delgadillo et al., 2020). Estos hallazgos indican que en cabras y ovejas, el comportamiento sexual desplegado por los machos es un factor importante para estimular la actividad sexual durante los periodos de anestro.

En las cabras intactas expuestas a los machos sexualmente activos, la secreción de LH aumenta dentro de los 15 minutos posteriores a la introducción de los machos, y permanece elevada durante 24 horas, y todas las hembras ovulan. Por el contrario, en las cabras expuestas a machos tratados con días largos que se sedaron para evitar la manifestación del comportamiento sexual, la secreción de LH aumenta en las primeras 8 h de exposición, pero luego disminuye a niveles basales, y ninguna hembra

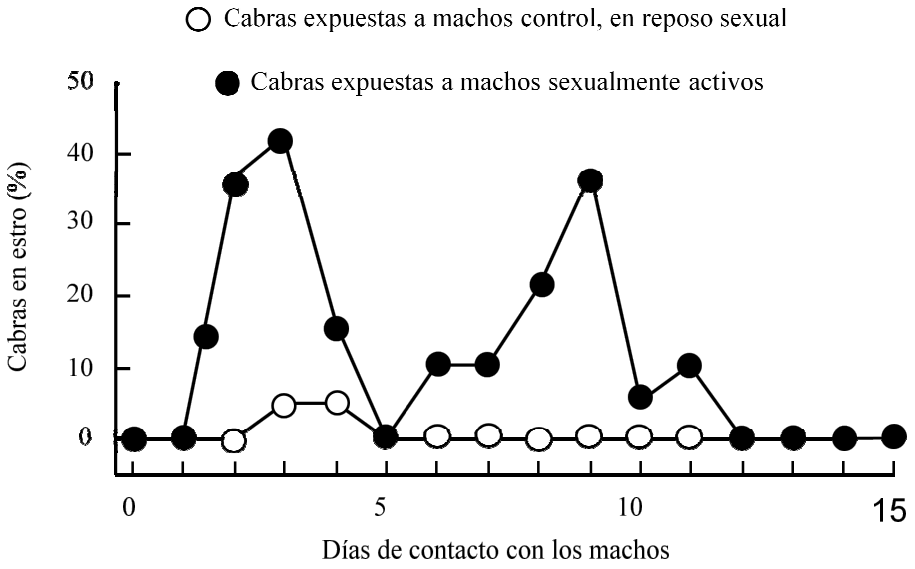

Figura 2. Porcentajes de cabras que presentaron estro al ser expuestas a los machos control, en reposo sexual, o a los estimulados con días largos artificiales. Los porcentajes diarios de cabras en estro son significativamente superiores en las hembras expuestas a los machos sexualmente activos que en las expuestas a los machos control (adaptada de Delgadillo et al., 2002).

ovula (Vielma et al.,. 2009; Martínez-Alfaro et al., 2014). De manera similar, en las cabras ovariectomizadas tratadas con un implante subcutáneo que libera estradiol (OVX + E) expuestas a los machos sexualmente activos, las concentraciones plasmáticas de LH se incrementan dentro de los primeros 15 minutos posteriores a la introducción de los machos, y permanecen elevadas durante 12 horas. Por el contrario, cuando son expuestas a los machos en reposo sexual, no se incrementan las concentraciones plasmáticas de LH (Muñoz et al., 2017). Estos hallazgos indican que los machos sexualmente activos estimulan la secreción de LH, probablemente porque reducen la retroalimentación negativa del estradiol sobre la secreción de LH durante el anestro estacional. Esta reducción de la retroacción negativa del estradiol se debe, muy probablemnete, porque las neuronas de kisspeptina que controlan la secreción de GnRH, son activadas por un macho sexualmente activo, pero no por un macho en reposo sexual (Caraty et al., 2013; Beltramo et al., 2014; Bedos et al., 2016).

Los machos sexualmente activos evitan el anestro estacional en las hembras caprinas y ovinas

La presencia continua de machos en un grupo de hembras, no evita el anestro estacional, pero aumenta la duración de la estación sexual (Restall, 1992). Esto puede deberse a que las hembras se vuelven insensibles a la presencia de los machos, o a que los machos en reposo sexual no emiten los estímulos suficientes para mantener la actividad sexual de las hembras durante el anestro estacional. Resultados recientes apoyan la segunda hipótesis. Así, la presencia continua de los machos sexualmente activos permite que la mayoría (86%) de las cabras ovule de abril a julio, durante el anestro estacional, mientras que la presencia de los machos sexualmente inactivos permite que menos del 15% de las hembras ovule de abril a junio (Fig. 3; Delgadillo et al., 2015). De manera similar, la presencia continua de carneros sexualmente activos permite que la mayoría de las ovejas (87 %) ovule de marzo a julio, mientras que los machos en reposo sexual permiten que solo el 50 % ovule en el mismo periodo (Abecia et al., 2015). Estos hallazgos indican que la mayoría de las hembras no se vuelven refractarias a los machos, y que la presencia permanente de los machos sexualmente activos manteniene la actividad sexual de las hembras durante el anestro estacional.

Los resultados descritos anteriormente muestran que la presencia continua de los machos sexualmente activos evitan la anovulación estacional en cabras y ovejas. No obstante, no se sabe si estos machos actúan a nivel del eje hipotálamo-pituitario o a nivel gonadal para evitar la anovulación estacional. Para aclarar este punto, las cabras y ovejas OVX + E se expusieron continuamente a machos sexualmente activos o inactivos durante el anestro estacional. Tanto en cabras como ovejas, las

concentraciones plasmáticas de LH disminuyen durante el anestro estacional em las hembras expuestas a

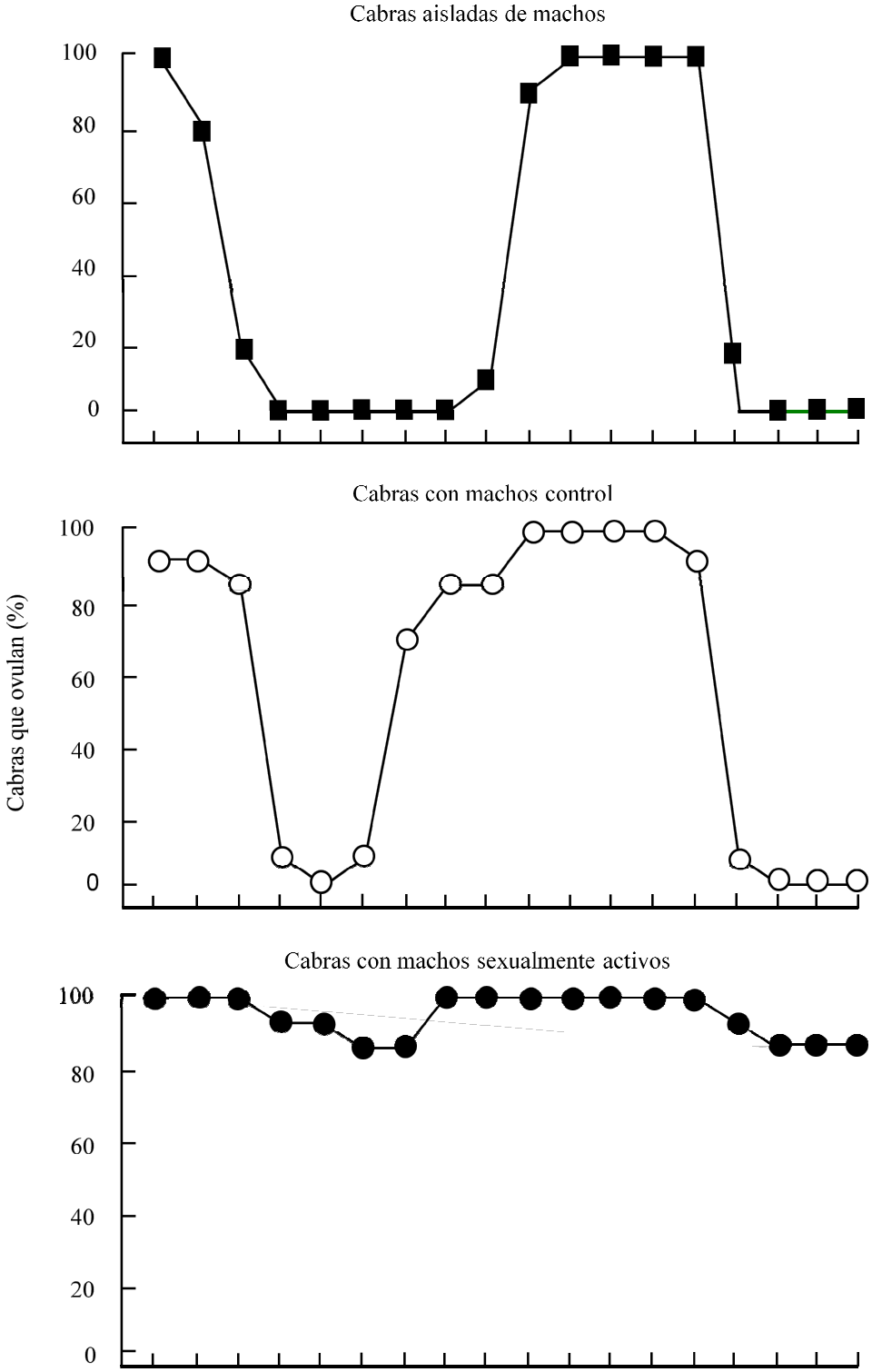

Figura 3. Porcentajes de cabras que ovulan al ser isladas de los machos, o expuestas permanentemente a los a los machos control, en reposo sexual de enero a mayo, o a machos sexualmente activos durante todo el año. La mayoría de las hembras en contacto con los machos sexualmente activos ovularon durante el anestro estacional (adaptada de Delgadillo et al., 2015).

los machos en reposo sexual, pero no en las cabras expuestas a los machos sexualmente activos (Fig. 4; Muñoz et al., 2017; Abecia et al., 2019). En conjunto, estos hallazgos indican que la presencia permanente de los machos sexualmente activos evita la disminución estacional de LH, probablemente porque reduce la retroalimentación negativa del estradiol sobre la secreción de LH. Además, indican que la estimulación que otorgan los machos sexualmente activos actúa a nivel del sistema nervioso cental para anular el efecto inhibitorio del fotoperíodo.

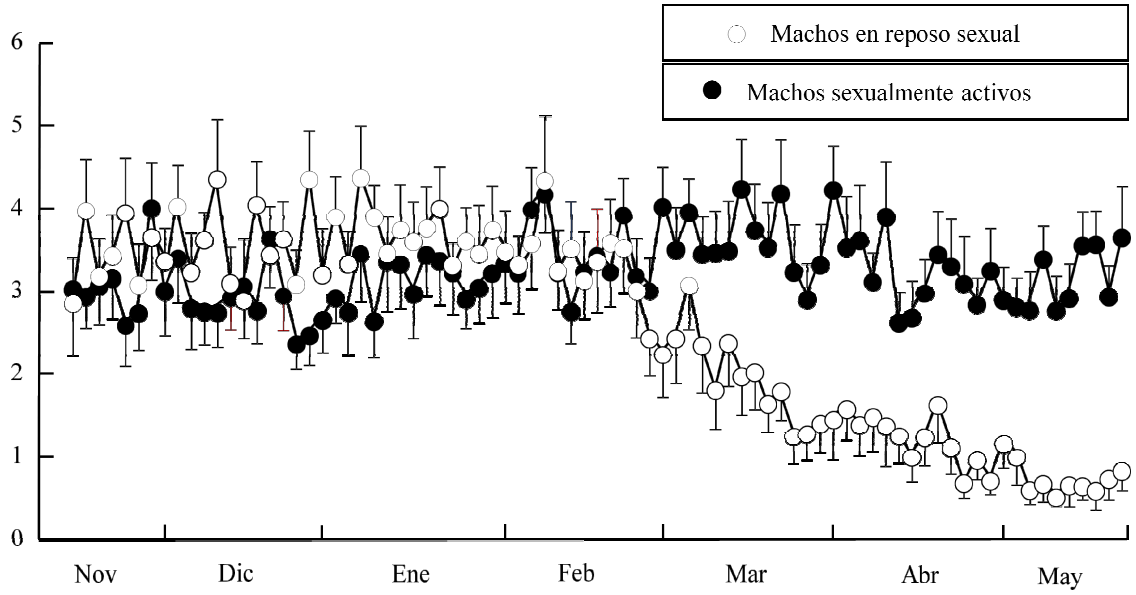

Figura 4. Concentraciones plasmáticas de LH (promedio ± error estándar del promedio) en las hembras caprinas ovariectomizadas y tratadas con implantes subcutáneos que libera estradiol expuestas a los machos control, en reposo sexua de marzo a mayo, o a los machos estimulados con días largos artificiales (16 horas de luz por día), y por tanto sexualmente activos. Las concentraciones plasmáticas de LH disminuyen en las hembras expuestas a los machos control, pero no en las expuestasa los machos sexualmente activos (adaptada de Muñoz et al., 2017).

Conclusión

Los resultados muestran que los machos sexualmente activos son muy eficaces para estimular las actividades endocrina, sexual y reproductiva de las cabras y ovejas durante el anestro estacional. Los estímulos emitidos por los machos sexulmante activos actúan a nivel del sistema nervioso central reduciendo, muy probablemente, la retroacción negativa del estradiol sobre la LH. Estos hallazgos únicos en las especies caprina y ovina, indican que los machos sexualmente activos son una alternativa para manipular la reproducción de los pequeños rumiantes mantenidos en sistemas de producción intensivos o semiextensivos. Además, considerando las demandas sociales para reducir o eliminar los tratamientos hormonales en la producción animal, la asociación del fotoperiodo y las interacciones socio-sexuales entre machos y hembras es una alternativa sustentable para manipular la actividad sexual de machos y hembras en los periodos de reposo sexual o evitar el anovulación estacional.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los miembros del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México, de la Station de Physiologie de la Reproduction et des Comportements de Nouzilly, Francia, y del Departamento de Producción Animal de la Universidad de Zaragoza, España, por su participación en los estudios descritos en este artículo.

Referencias

Abecia JA, Chemineau P, Flores JA, Keller M, Duarte G, Forcada F, Delgadillo JA. Continuous exposure to sexually active rams extends estrous activity in ewes in spring. Theriogenology, v.84, p.1549-

1555, 2015.
Abecia JA, Chemineau P, Gomez A, Keller M, Forcada F, Delgadillo JA. Presence of photoperiod-melatonin-induced, sexually-activated rams in spring advances puberty in autumn-born ewe lambs. Anim Reprod Sci, v.170, p.114-120, 2016.
Abecia JA, Chemineau P, Gómez A, Palacios C, Keller M, Delgadillo JA. Exposure to photoperiod-melatonin-induced, sexually-activated rams after weaning advances the resumption of sexual activity in post-partum mediterranean ewes lambing in January. Vet Sci, v.4, p.4, 2017.
Abecia JA, Araya J, Chemineau P, Palacios C, Keller M, Delgadillo JA. Photoperiod-melatonin-induced, sexually-activated rams increase pregnancy rate and number of lambs per ewe in a ram effect. Large Anim Rev, v.24, p.31-35, 2018.
Abecia JA, Keller M, Palacios C, Chemineau P, Delgadillo JA. Light-induced sexually active rams prevent the seasonal inhibition of luteinizing-hormone in ovariectomized estradiol-implanted ewes. Theriogenology, v.136, p.43-46, 2019.
Bedos M, Velázquez H, Fitz-Rodríguez G, Flores JA, Hernández H, Duarte G, Vielma J, Fernández IG, Retana-Márquez MS, Muñoz-Gutiérrez M, Keller M, Delgadillo JA. Sexually active bucks are able to stimulate three successive groups of females per day with a 4-hour period of contact. Physiol Behav, v.106, p.259-263, 2012.
Bedos M, Portillo W, Dubois JP, Duarte G, Flores JA, Chemineau P, Keller M, Paredes RG, Delgadillo JA. A high level of male sexual activity is necessary for the activation of the medial preoptic area and the arcuate nucleus during the "male effect" in anestrous goats. Physiol Behav, v.165, p.173-178, 2016.
Beltramo M, Dardente H, Cayla X, Caraty A. Cellular mechanisms and integrative timing of neuroendocrine control of GnRH secretion by kisspeptina. Mol Cel Endocrinol, v.382, p.387-399, 2014.
Caraty A, Lomet D, Sébert ME, Guillaume D, Beltramo M, Evans NP. Gonadotrophin-releasing hormone release into the hypophyseal portal blood of the ewe mirrors both pulsatile and continuous intravenous infusion of kisspeptin: an insight into kisspeptin's mechanism of action. J Neuroendocrinol, v.25, p.537-546, 2013.
Chasles M, Chesneau D, Moussu C, Delgadillo JA, Chemineaua P, Keller M. Sexually active bucks are efficient to stimulate female ovulatory activity during the anestrous season also under temperate latitudes. Anim Reprod Sci, v.168, p.86-91, 2016.
Chasles M, Chesneau D, Moussu C, Abecia A, Delgadillo JA, Chemineau P, Keller M. Highly precocious activation of reproductive function in autumn-born goats (Capra hircus) by exposure to sexually active bucks. Domest Anim Endocrinol, v.68, p.100-105, 2019.
Chemineau P. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. J Reprod Fertil, v.67, p.65-72, 1983.
Chemineau P, Malpaux B, Brillard JP, Fostier A. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. Animal, v.1, p.419-432, 2007.
Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpaux B. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. J Anim Sci, v.80, p.2780-2786, 2002.
Delgadillo JA, Gelez H, Ungerfeld R, Hawken PAR, Martin GB. The 'male effect' in sheep and goats—Revisiting the dogmas. Behav Brain Res, v.200, p.304–314, 2009.
Delgadillo JA, Flores JA, Hernández H, Poindron P, Keller M, Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Vielma J, Fernández IG, Chemineau P. Sexually active males prevent the display of seasonal anestrus in female goats. Horm Behav, v.69, p.8-15, 2015.
Delgadillo JA, Hernández H, Abecia JA, Keller M, Chemineau P. Is it time to reconsider the relative weight of sociosexual relationships compared with photoperiod in the control of reproduction of small ruminant females? Domest Anim Endocrinol, v.73, p.106468, 2020.
Delgadillo JA, Sifuentes PI, Flores MJ, Espinoza-Flores LA, Andrade-Esparza JD, Hernández H, Keller M, Chemineau P. Nutritional supplementation improves the sexual response of bucks exposed to long days in semi-extensive management and their ability to stimulate reproduction in goats. Animal, v.15, p.100114, 2021.
Duarte G, Flores JA, Malpaux B, Delgadillo JA. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. Domest Anim Endocrinol, v.35, p.362-370, 2008.
Giriboni J, Lacuesta L, Ungerfeld R. Continuous contact with females in estrus throughout the year enhances testicular activity and improves seminal traits of male goats. Theriogenology, v.8, p.284-289,

2017.
Karsch FJ, Bittman EL, Foster DL, Goodman RL, Legan SJ, Robinson JE. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. Rec Progr Horm Res, v.40, p.185-232, 1984.
Legan SJ, Karsch FJ. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: modulation of the negative feedback action of estradiol. Biol Reprod, v.23, p.1061-1068, 1980.
Lincoln GA, Short RV. Seasonal breeding: nature's contraceptive. Recent Prog Horm Res, v.36, p.1-52, 1980.
Martínez-Alfaro JC, Hernández H, Flores JA, Duarte G, Fitz-Rodríguez 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, v.82, p.1028-1035, 2014.
Muñoz AL, Chesneau D, Hernández H, Bedos M, Duarte G, Vielma J, Zarazaga LA, Chemineau P, Keller M, Delgadillo JA. Sexually active bucks counterbalance the seasonal negative feedback of estradiol on LH in ovariectomized goats. Domest Anim Endocrinol, v.60, p.42-49, 2017.
Pelletier J, Ortavant R. Photoperiodic control of LH release in the ram: II. Light-androgens interaction. Acta Endocrinol Copenh, v.78, p.442-450, 1975.
Restall BJ. Seasonal variation in reproductive activity in australian goats. Anim Reprod Sci, v.27, p.305-318, 1992.
Ungerfeld R, Pinczak A, Forsberg M, Rubianes E. Ovarian responses of anoestrous ewes to the "ram effect". Can J Anim Sci, v.82, p.599-602, 2002.
Ungerfeld R, Forsberg M, Rubianes E. Overview of the response of anoestrus ewes to the ram effect. Reprod Fertil Dev, v.16, p.479-490, 2004.
Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrous female goats. Horm Behav, v.56, p.444-449, 2009.
Zarazaga LA, Gatica MC, Hernández H, Gallego-Calvo L, Delgadillo JA, Delgadillo LA, Guzmán JL. The isolation of females from males to promote a later male effect is unnecessary if the bucks used are sexually active. Theriogenology, v.95, p.42-47, 2017.
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, v.202, p.58-64, 2019.