El comportamiento sexual de los machos cabríos alpinos es modificado por los dias cortos durante el periodo de reposo sexual estacional.

The sexual behavior of alpine bucks is modified by short days during the seasonal sexual quiescence period.

Leonardo Iván Vélez-Monroy[1*], Cesar Augusto Rosales-Nieto[2], Adán Ulises Chavez-Solís[3].

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRNOC, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila.
2 Department of Agricultural Sciences Texas State University; 601 University Drive San Marcos, Texas, USA.
3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRCE, Campo Experimental Bajío.

*Autor para correspondencia: velez.leonardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Este estudio se realizó en, granja caprina "Velsant", Torreón, Coahuila México 25°.531040 Norte, -103°.340537 Oeste y granja caprina "Bone", Matamoros, Coahuila México 25°.468825 Norte, -103°.146405 oeste. Nueve machos cabríos Alpinos de entre 1 y 2 años de edad fueron alimentados diariamente con sobrante de establo de vacas lecheras al 5% de su peso vivo, agua limpia y sales minerales. Se formó un grupo de días naturales (DN; n=4) que recibió las condiciones naturales del fotoperiodo durante todo el estudio. Se formó otro grupo de días cortos (DC; n=5) que recibió un tratamiento fotoperiodico de días cortos (16 horas de oscuridad por día) durante 60 días (1 de marzo al 30 de abril). Durante el estudio se midió el diámetro testicular y la intensidad de olor una vez por semana durante ocho semanas. El día 1 de mayo se realizó efecto macho y se midió el comportamiento sexual de los machos (Olfateos, aproximaciones, automarcajes, intentos de monta, flehmen, y Montas) durante ocho días. El análisis del diámetro testicular fue un análisis de varianza a dos vías (grupo y tiempo del experimento) con medidas repetidas. La intensidad del olor con la prueba de U de Mann-Whitney. Las variables del comportamiento sexual mediante una prueba de t student en comparaciones dos a dos. El diámetro testicular promedio difirió entre grupos ($P > 0.05$). Así mismo, en DC hubo efecto del tiempo de estudio ($P < 0.001$). La intensidad del olor fluctuó a través del estudio ($P < 0.01$). Los días cortos tuvieron efecto positivo sobre la intensidad del olor ($P < 0.01$). En todas las variables de comportamiento sexual hubo diferencia significativa ($P< 0.001$). concluimos que el tratamiento de días cortos mejora considerablemente el diámetro testicular, la intensidad del olor y el comportamiento sexual de los machos cabríos Alpinos.

Palabras clave: Reproducción, caprinos, reposo sexual, fotoperiodo.

ABSTRACT

This study was conducted at the "Velsant" goat farm in Torreón, Coahuila, Mexico (25.531040° N, -103.340537° W) and the "Bone" goat farm in Matamoros, Coahuila, Mexico (25.468825° N, -103.146405° W). Nine Alpine bucks aged 1 to 2 years were fed daily with dairy cattle barn refusals (at 5% of their live weight), clean water, and mineral salts. A natural day-length group (ND; n=4) was formed, exposed to natural photoperiod conditions throughout the study. A short-day group (SD; n=5) was also formed, receiving a short-day photoperiod treatment (16 hours of darkness per day) for 60 days (March 1 to April 30). Testicular diameter and odor intensity were measured once weekly for eight weeks. On May 1, the "male effect" was induced, and male sexual behavior (sniffing, approaches, self-marking, mounting attempts, flehmen, and mounts) was recorded over eight days. Testicular diameter data were analyzed using a two-way analysis of variance (group and time) with repeated measures. Odor intensity was analyzed using the Mann-Whitney U test. Sexual behavior variables were analyzed using Student's t-test for pairwise comparisons. Mean testicular diameter differed between groups ($P > 0.05$). Additionally, a time effect was observed in the SD group ($P < 0.001$). Odor intensity fluctuated throughout the study ($P < 0.01$). Short-day conditions had a positive effect on odor intensity ($P < 0.01$). Significant differences were found in all sexual behavior variables ($P < 0.001$). We conclude that short-day treatment considerably improves testicular diameter, odor intensity, and sexual behavior in Alpine bucks.

Key words: Reproduction, caprines, sexual response, photoperiod.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de pequeños rumiantes, incluidas las cabras y las ovejas, desempeñan un papel vital en la seguridad alimentaria mundial, particularmente en regiones áridas y semiáridas (Meza-Herrera et al., 2024; Navarrete-Molina et al., 2024). Uno de los principales problemas zootécnico que presentan estos sistemas de producción es la estacionalidad reproductiva. En el subtrópico mexicano, la actividad sexual y endocrina de los machos cabríos locales muestra variaciones estacionales a través del año (Flores et al., 2021). En las zonas semiáridas del norte de México (26° N), los machos cabríos presentan inactividad sexual de enero a mayo (Carrillo et al. 2010; Ángel-García et al. 2015), mientras que las hembras muestran anestro estacional de febrero a junio (Duarte et al. 2008). Esta estacionalidad endocrina y reproductiva está controlada principalmente por las variaciones del fotoperiodo, ya que los días cortos estimulan la actividad sexual, mientras que los días largos la inhiben (Ortavant et al., 1988; Delgadillo et al., 1991; Zarazaga et al., 2010). Una alternativa para lidiar con la estacionalidad de la hembra es la bioestimulación de la actividad estral/ovulatoria o "efecto macho". Sin embargo, el macho caprino también presenta estacionalidad reproductiva por lo que se limita su uso como bioestimulador. Debido a lo anterior, es deseable utilizar métodos para la activación de machos, fuera de la estación de reproducción natural, lo suficientemente prácticos para los sistemas de producción extensiva e intensiva y que no comprometan el futuro del macho como semental. La bioestimulación es un proceso multisensorial y la respuesta de las hembras depende en gran medida de las señales emitidas por los machos (Comportamiento sexual). Durante el periodo de inactividad sexual, la calidad de las señales del macho (comportamiento sexual, olor, vocalizaciones) disminuye, por lo que la respuesta de las hembras al efecto macho es baja o ausente (Espinoza et al., 2013). Algunos de los principales métodos de activación de machos cabríos es la utilización de tratamientos fotoperiodicos.

Desde ya varios años atrás se han utilizado los tratamientos fotoperiodicos para la inducción de la actividad sexual de los machos, por ejemplo, la alternancia de días largos y de días cortos (un mes y un mes o dos meses y dos meses) en periodos cortos, evitan la estacionalidad de la secreción de la testosterona y del peso testicular e incrementa la producción espermática, aunque el comportamiento sexual se disminuye poco pero significativamente (Delgadillo et al., 1993). En la comarca lagunera del norte de México, también se han utilizado algunos tratamientos fotoperiodicos en los machos cabríos criollos, Delgadillo et al., 2002, utilizaron 2.5 meses de días largos a partir del 1 de noviembre, posteriormente, se aplicaron dos implantes de melatonina en la oreja (18 mg c/u; Regulin-Mélovine CEVA Santé Animale, Libourne, France) con muy buenos resultados. De igual manera utilizaron el mismo tratamiento fotoperiodico sin la aplicación de melatonina. Ambos tratamientos, inducen la actividad sexual de los machos quienes se utilizaron a partir del 15 de marzo para estimular a un grupo de hembras en anestro estacional. En los machos de la raza Alpina adaptados a la comarca lagunera, estos mismos tratamientos funcionan de manera similar, pero tienen la variante de dar inicio con el tratamiento fotoperiodico el 1 de diciembre y de poner los machos en contacto con hembras el 15 de abril (Vélez et al., 2006). Aplicar días largos artificiales a partir del 1 de noviembre y de forma consecutiva hasta el 20 de abril incrementan la actividad sexual de los machos de la raza Alpina (Carrillo et al., 2007). Un tratamiento más se ha utilizado en esta raza de caprinos y consiste en aplicar 24 horas de luz al día combinado la luz natural con la luz artificial de tal manera que los machos no vean oscuridad (Vélez et al., 2007). Si bien es necesario lleva a cabo métodos de inducción y sincronización del estro en los sistemas de producción de caprinos, es de suma importancia no pasar por alto el nivel de libido y de comportamiento sexual de los machos. Para lograr una reproducción exitosa en poco tiempo durante la sincronización del estro de las hembras, es preciso que los machos presenten niveles adecuados de libido y un rendimiento reproductivo óptimo (Zarazaga et al., 2022). Para aumentar la libido de los machos durante la temporada de reposo sexual, se pueden emplear diversos tratmientos fotoperiodicos, estrategias de alimentación y la administración de hormonas exógenas (Zarazaga et al., 2009). Si bien se sabe que los niveles hormonales afectan significativamente el comportamiento reproductivo de los animales, el comportamiento de cortejo

puede ser un indicador importante de la libido en los machos caprinos (Tölü y Savaş, 2010; Darwish y Mahboud, 2011; Karaca et al., 2016). Por lo tanto, es necesario que se utilicen técnicas sostenibles, no invasivas, económicas y eficientes de control del reposo sexual (Gaunand et al., 2014) Todos los tratamientos mencionados anteriormente, tienen en común la utilización de luz artificial y algunos en combinación con luz natural u hormonas (melatonina). Sin embargo, no existe información de la utilización de oscuridad (días cortos; 16 horas de oscuridad y 8 horas de luz natural por día) sin luz artificial ni hormonas. Es por ello que, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el olor y el comportamiento sexual de los machos cabríos Alpinos tratados o no con fotoperiodo de días cortos, cercano al equinoxio de primavera, época natural de reposo sexual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo en dos lugares, la granja caprina "Velsant", ubicada en el ejido el Águila del municipio de Torreón, Coahuila México 25°.531040 de latitud Norte, -103°.340537 de longitud Oeste y la granja caprina "Bone", ubicada en el ejido Redención Agraria perteneciente al municipio de Matamoros, Coahuila México 25°.468825 de latitud Norte, -103°.146405 de longitud oeste, a una altura media de alrededor de 1130 metros sobre el nivel del mar. El clima árido cálido, también conocido como desértico cálido, se clasifica como BWh y se caracteriza por altas temperaturas y escasas precipitaciones. La temperatura media anual es de 22.3 °C. La precipitación en esta ubicación es aproximadamente de 225 mm anuales.

Se utilizaron nueve machos cabríos de raza Alpina de entre 1 y 2 años de edad. Los nueve machos fueron alimentados diariamente con alimento integral sobrante de establo de vacas lecheras (Machado et al., 2023) a razón del 5 % de su peso vivo dividida en dos raciones, una por la mañana y otra por la tarde. También se les proporcionó diariamente agua limpia y sales minerales a libre acceso durante todo el estudio. Estos machos fueron divididos en dos grupos de acuerdo a la edad (15.5 meses vs 15.8 meses respectivamente) y a la condición corporal (2.75 vs 2.70 respectivamente). Un grupo fue denominado grupo días naturales (DN; n=4) el cual, permaneció en las instalaciones de la granja caprina "VelSant" en un corral abierto de 5 por 4 metros y recibió las condiciones naturales del fotoperiodo durante todo el estudio. El otro grupo fue denominado grupo días cortos (DC; n=5). Este grupo de machos permaneció en la granja caprina "Bone" en un corral de 6 por 6 metros. Este corral abierto, fue adaptado en todo su contorno con plástico negro calibre 600 para impedir el paso de la luz. En la parte frontal del corral, el plástico se acondicionó en forma de cortina para controlar manualmente las horas de oscuridad dentro del corral. Los machos recibieron un tratamiento fotoperiodico de días cortos (16 horas de oscuridad por día) durante 60 días (1 de marzo al 30 de abril). Manualmente, la cortina se levantó para oscurecer por completo el corral a las 18:00 horas y se bajó para permitir el paso de luz al corral a las 10:00 horas diariamente, dando un tiempo de 16 horas de oscuridad al día para los machos. El día 1 de mayo dos machos de cada grupo fueron puestos en contacto con cuarenta hembras en anestro estacional y se midió el comportamiento sexual de los machos por observación directa durante los primeros ocho días.

Se evaluó el diámetro testicular una vez por semana durante ocho semanas mediante una cinta métrica de plástico flexible alrededor de los testículos en su parte medial (Vélez et al., 2007). Así mismo, la condición de olor se determinó cada semana por ocho semanas en una escala de 0 a 3 donde cero es olor característico de cabra y tres un olor intenso a macho cabrío (Walkden-Brown et al., 1997). Todas las variables del comportamiento sexual se obtuvieron mediante observación directa, una hora al día (8:00 A 9:00 AM) durante ocho días, en la que se registró el número total década una Olfateos, aproximaciones, automarcajes, intentos de monta, flehmen, y Montas (Vélez et al., 2013). Los Olfateos, acción realizada por el macho en la que se aproxima a una hembra y huele su zona anogental, se toma como otra acción, cuando pasados 10 segundos de no hacerlo, lo repite, aunque con la misma hembra. Las aproximaciones, acción compuesta por tres partes, la primera es la visualización fija del macho a la hembra, la segunda es la vocalización o sonido que se emite el macho dirigido a la hembra y finalmente es el pataleo del macho. Los automarcajes, acción de orinarse la cara, brazos y pecho, desenvainando el pene, así como de lamérselo o introducirlo en su boca que generalmente ocurre después de una monta. Los intentos de monta, actividad del macho para montar una hembra sin que ésta se lo permita o cuando el macho por movimiento de la hembra no alcance a subir a su lomo. El flehmen, Es el olfateo de la orina de una hembra o de otro macho, en la que el animal extiende su cuello hacia arriba y arruga la nariz, permitiendo el paso de la orina al

interior de la nariz y que sea perceptible por el órgano vomeronasal. La Monta, Es la acción generada por un macho sobre una hembra en celo, la cual consiste en penetrar a la hembra y concluir la cópula.

El diámetro testicular fue analizado mediante un análisis de varianza a dos vías (grupo y tiempo del experimento) con medidas repetidas. Los datos de la intensidad del olor fueron analizados con la prueba de U de Mann-Whitney. Las variables del comportamiento sexual fueron analizadas mediante una prueba de t student en comparaciones dos a dos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el tratamiento de días cortos, el diámetro testicular promedio difirió entre grupos ($P > 0.05$). Así mismo, en el grupo de días cortos hubo un efecto del tiempo de estudio altamente significativo ($P < 0.001$) con un marcado crecimiento de los testículos en el que el diámetro testicular al inicio del estudio fue de 23.7 + 1.5 y un al final del estudio fue de 26.8 + 2.0 (Figura 1).

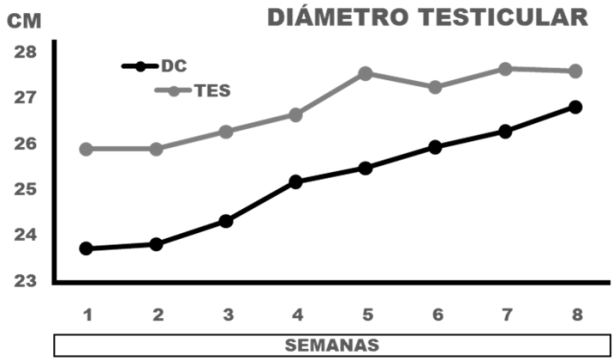


Figura 1. Diámetro testicular promedio de machos cabríos tratados con días cortos (16 horas de oscuridad y 8 horas de luz natural por día; línea y círculos en color negro) y machos testigos (línea y círculos en color gris) durante ocho semanas a partir del primero de marzo y hasta el 30 de abril. No hay diferencias estadísticas entre grupos, sin embargo, el grupo de días cortos fue diferente a través del tiempo (P< 0.01).

En ambos grupos, la intensidad del olor fluctuó a través del estudio ($P < 0.01$). El tratamiento de días cortos tuvo un efecto positivo sobre la intensidad del olor con una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) durante las tres últimas semanas del estudio (Figura 2).

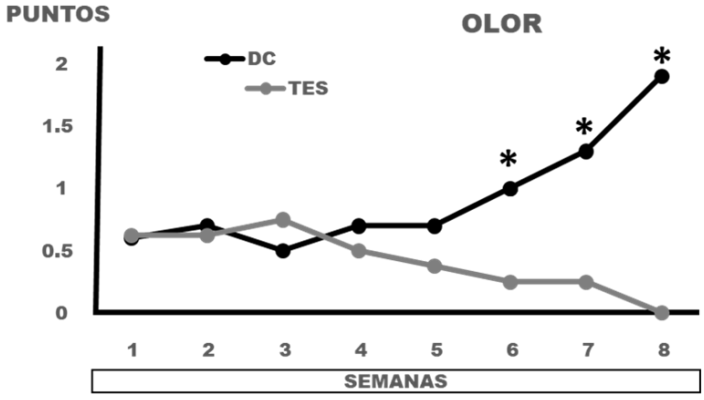


Figura 2. Olor promedio de machos cabríos tratados con días cortos (16 horas de oscuridad y 8 horas de luz natural por día; línea y círculos en color negro) y machos testigos (línea y círculos en color gris) durante ocho semanas a partir del primero de marzo y hasta el 30 de abril (época de reposo sexual natural). Diferencias significativas entre tratamientos son indicadas por un asterisco (* P< 0.01).

En todas las variables de comportamiento sexual hubo diferencia significativa (Cuadro 1; $P< 0.001$). De un total de cuatrocientos setenta y uno olfateos anogenitales, 417 de ellos fueron realizados por los machos del grupo DC. De un total de 978 aproximaciones realizadas por los machos, 971 de ellas fueron realizadas por los machos del grupo DC. Respecto a las variables intentos de monta,

automarcajes, flehmen y montas, el 100% de ellas las realizaron los machos del grupo DC (P<0.001).

Cuadro 1: Número total de conductas sexuales desplegadas por los machos cabríos Criollos de la comarca Lagunera durante el efecto macho. Porcentaje de cada una de las conductas desplegadas por los machos que recibieron días cortos DC y por los machos que recibieron días naturales DN. Literales diferentes indican diferencia estadística (p< =:001)

	Total	DC (%)	DN (%)
Olfateos	471	88.5[a]	11.5[b]
Aproximaciones	978	99.3[a]	0.7[b]
Intentos de monta	92	100[a]	0[b]
Automarcajes	26	100[a]	0[b]
Flehmen	44	100[a]	0[b]
Montas	23	100[a]	0[b]

En las ovejas, se conoce claramente que la percepción de días largos sincroniza el inicio de la temporada reproductiva (Malpaux et al., 1989; Woodfill et al.,1994). Por su parte, en los machos cabríos, se demostró recientemente que la exposición a días largos también determinaba el momento de inicio de la temporada reproductiva, y que la exposición temprana a días largos la adelantaba (Ponce et al., 2014). Sin embargo, la exposición a los días cortos aún no se sabe si inicia la actividad sexual de los machos. Los resultados de nuestro estudio indican que la respuesta sexual de los machos cabríos de raza Alpina expuestos a un tratamiento fotoperiodico de días cortos es similar a la observada en aquellos que recibieron un tratamiento fotoperiodico de días largos artificiales (Delgadillo y Vélez, 2010; Delgadillo et al., 2016). Por una parte, el diámetro testicular de los machos del grupo control aumentó progresivamente durante este estudio marzo a abril. Este aumento en el diámetro testicular observado en nuestro estudio coincide con el reportado en machos de razas locales mexicanas y Alpina criados a la misma latitud subtropical (Delgadillo et al., 2002; Delgadillo y Vélez, 2010) El diámetro testicular y la intensidad del olor de los machos tratados aumentaron considerablemente a partir de la quinta semana de iniciado el tratamiento durante el mes de abril del mismo modo que los machos que reciben tratamiento fotoperiodico de días largos (Delgadillo y Vélez, 2010). Finalmente, el comportamiento sexual de los machos tratados con días cortos es igual al tratamiento fotoperiódico de días largos, ya que aumentan el olor y el comportamiento sexual, mejorando la calidad de las señales emitidas por los machos durante el efecto macho (Delgadillo et al.,2006). La diferencia entre los tratamientos fotoperiodicos de días largos y días cortos es el inicio del tratamiento, ya que los tratamientos de días largos deben iniciar en los meses de noviembre o diciembre y el tratamiento de días cortos inician en el mes de marzo. Esto reduce considerablemente el tiempo en que los machos están inhabilitados recibiendo el tratamiento.

CONCLUSIONES

Concluimos que proporcionar un tratamiento fotoperiodico de días cortos durante sesenta días son efectivos para aumentar el diámetro testicular y la intensidad del olor de los machos cabríos Alpinos criados en latitudes subtropicales durante el periodo natural de reposo sexual. Además, también podemos concluir que el tratamiento fotoperiodico de días cortos mejora el comportamiento sexual de los machos cabríos Alpinos comparado con los de días naturales cuando son puestos en contacto con hembras en anestro estacional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al MVZ. Ricardo Sierra por su participación en este proyecto como asesor externo. Así mismo se agradece al MVZ. Mario Alberto Bone por facilitar las instalaciones y los animales de su granja “Bone”. También se agradece al IZSP y MVZ Diana Ivette Santillanes García por haber colaborado arduamente en este proyecto. Finalmente se agradece al COECYT y al

FONCYT COAHUILA por haber financiado este proyecto tan importante para nosotros.

LITERATURA CITADA

Ángel-García O, Meza-Herrera CA, Contreras-Villarreal V, Guillen-Muñoz JM, Leyva C, Robles-Trillo PA, Véliz FG. 2015. Effect of different male-to-female ratios and testosterone administration upon the male sexual behavior and the out-of-season reproductive response of anestrus goats. Small Ruminant Res. 133:21–29. doi: 10.1016/j.smallrumres.2015. 10.013.

Carrillo E., Véliz FG., Flores JA Y Delgadillo JA. 2007. El decremento en la proporción macho-hembra no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. Téc. Pecu. Méx. 45: 319-328.

Carrillo E, Meza-Herrera CA, Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 1(2):169–178. Darwish, R. A. and Mahboub, H. D. H. 2011. Breed and experience effect on the sexual behaviors of Damascus and Egyptian-Nubian goat bucks. Theriogenology. 76: 13861392.

Delgadillo JA, Leboeuf B and Chemineau P 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. Theriogenology 36, 755–770.

Delgadillo JA., Leboeuf B and Chemineau P. 1993. Maintenance of sperm production in bucks during a third year of short photoperiodic cycles. Reprod. Nutr. Dev. 33: 609-617

Delgadillo JA., Flores JA., Véliz FG., Hernández HF., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Chemineau P and Malpaux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. J. Anim. Sci. 80: 2780-2786.Brown, P., & Johnson, K. (2019). Animal nutrition. Journal of Veterinary Studies, 45(3), 234–245. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.03.001

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernandez, H., Fernandez I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. Reproduction, Nutrition and Development.44:391-400.

Delgadillo JA and Vélez LI. 2010. Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. Animal 4, 2012–2016.

Delgadillo J. A., Vélez L. I. and Flores J. A. 2016. Continuous light after a long-day treatment is equivalent to

melatonin implants to stimulate testosterone secretion in Alpine male goats. Animal (2016), 10:4, pp 649–654 doi:10.1017/S1751731115002177.

Duarte G, Flores JA, Malpaux B, Delgadillo JA. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. Domest Anim Endocrinol. 35(4):362–370.

doi: 10.1016/j.domaniend.2008.07.005.

Espinoza CR., Córdova IA y Soto GR. 2013. Comportamiento sexual en ovinos y caprinos. Nota de investigación. Sociedades rurales, producción y medio ambiente año 2013 vol.13 núm 25.

Flores Nájera MJ., Rosales Nieto CA., Vélez Monroy LI., Chávez Solís AU. 2021. Influencia del nivel nutricional sobre la calidad seminal / XXIII (1): 36-44 (2021)

Gaunand A, Chemineau P, Dufourny L, Fatet A, Pellicer Rubio M, Vignon X. 2014. Control of Animal Reproduction in Small Ruminants. Seasonality – Photoperiod. ASIRPA Socio-economic analysis of the diversity of Impacts of Public Research for Agriculture, 2014.

Karaca, S., Yılmaz, A., Ser, G., Sarıbey, M., 2016. Relationships between physiological and behavioral responses of goat bucks in mating season. R. Bras. Zootec., 45(10):608-614.

Machado-Ramos, M.G.; Meza-Herrera, C.A.; De Santiago-Miramontes, A.; Mellado, M.; Véliz-Deras, F.G.; Arellano-Rodríguez, F.; Contreras-Villarreal, V.; Arévalo, J.R.; Carrillo-Moreno, D.I.; Flores-Salas, J.M. 2023. A Circular Economy Approach to Integrate Divergent Ruminant Production Systems: Using Dairy Cow Feed Leftovers to Enhance the Out-of-Season Reproductive Performance in Goats. Animals 2023, 13, 2431. https://doi.org/10.3390/ ani13152431

Malpaux B, Robinson JE, Wayne NL and Karsch FJ. 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of endogenous reproductive rhythm. Journal of Endocrinology 122, 269–278.

Meza-Herrera, C. A., Navarrete-Molina C., Macias-Cruz U., Arellano-Rodriguez G., Santiago-Miramontes A. D., Sariñana- Navarrete M. A., Marin-Tinoco R. I., and Perez-Marin C. C. 2024. Dairy goat production systems: a comprehensive analysis to reframe their global diversity. Animals. 14:3717. doi:10.3390/ani14243717.

Navarrete-Molina, C., Meza-Herrera C. A., Santiago- Miramontes A. D., Valenzuela-Núñez L. M., Marin-Tinoco R. I., Soto-Cardenas M. A., and Sariñana-Navarrete M. A. 2024. Dairy goat production: socioeconomic, environmental, and cultural importance across time (1970–2022) and possible scenarios (2050). Resources. 13:177. doi:10.3390/resources13120177.

Ortavant R, Bocquier F, Pelletier J, Ravault JP, Thimonier J and Volland-Nail P. 1988. Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. Australian Journal of Biological Science 41, 69–85.

Ponce JL, Velázquez H, Duarte G, Bedos M, Hernández H, Keller M, Chemineau P and Delgadillo JA. 2014. Reducing 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. Domestic Animal Endocrinology 48, 119–125.

Tölü, C., Savaş, T., 2010. Gökçeada, Malta ve Türk Saanen keçi genotiplerinin döl verim özellikleri bakımından karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 7: 113-121.

Vélez LI, Carrillo E, Valera VMA, Véliz FG, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Long days stimulate the sexual behavior of the Alpine male goats allocated in subtropical norteen Mexico. Reunión Nacional de investigación e innovación pecuaria, Agrícola, forestal y acuícola pesquera, Veracruz 2006, Veracruz, México.

Vélez MLI, Carrillo E, Malpaux B, and Delgadillo JA. 2007. Testicular growth and testosterone secretions in Alpine bucks are stimulated by artificial long days and melatonin or constant light. 11th Annual Conference of ESDAR, Celle, Germany.

Vélez MLI, Maldonado JJA, Chávez SAU, Véliz FG, Valle MED, Salinas GH. 2013. Comportamiento sexual de machos cabríos criollos tratados con luz artificial expuestos a hembras estrogenizadas, adulta y joven. XLIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Veracruz 2013.

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 Ruminant Research 1997. 26, 239–252.

Woodfill CJI, Wayne NL, Moenter SM and Karsch FJ 1994. Photoperiodic synchronization of a circannual reproductive rhythm in sheep: identification of season-specific time cues. Biology of Reproduction 50, 965–976.

Zarazaga, L.A, Guzmán, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R. 2009. Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya bucks goats. Theriogenology. 71:1316-1325.

Zarazaga LA, Gatica MC, Celi I, Guzmán JL and Malpaux B 2010. Effect of artificial long days and/or melatonin treatment on the sexual activity of Mediterranean bucks. Small Ruminant Research 93, 110–118. Zarazaga LA., Gatica MC., Delgado-Pertíñez M., Hernández H., Guzmán JL., Delgadillo JA. 2022. Efficacy of long day photoperiod treatment with respect to age of bucks for stimulation of the “male effect” on does at Mediterranean latitudes. Small Ruminant Research 212 (2022) 106.