Influencia del estímulo sexual utilizado en la libido y la calidad seminal del macho cabrío de raza Murciano Granadina

Sonia Galián[1,*], Begoña Peinado[1], Salvador Ruiz[2], Ángel Poto[1] y Laura Almela[1]

[1] Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental. Calle Mayor s/n. 30150 La Alberca, Murcia, España
[2] Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30071 Murcia, España

Resumen

La recogida de semen en caprino se realiza habitualmente utilizando como estímulo sexual una hembra, que ha de sobrellevar las acciones derivadas del comportamiento previo a la monta de los machos de esta especie, además de ser sometida a repetidas inyecciones hormonales para su continua salida en celo. En otras especies, ésta recogida puede realizarse utilizando un macho o un objeto inanimado como señuelo. El objetivo de este trabajo ha sido comprobar si la utilización de otro macho de la misma raza y un maniquí eran eficaces en la extracción de semen en la especie caprina, evaluándose si los machos eran capaces de eyacular, su tiempo de reacción y su calidad seminal cuando se les presentaba un maniquí con forma de hembra caprina u otro macho como estímulo sexual. Se compararon los promedios así obtenidos, con los obtenidos al utilizar una hembra como señuelo. No se observaron diferencias significativas con el uso de otro macho, ni en comportamiento ni en calidad seminal pero sí una menor excitación sexual al utilizar el maniquí, que se tradujo en un menor número de machos que saltaron y eyacularon sobre él (3 machos de 10), mayor tiempo de reacción (17,6 s *vs.* 51,6 s), promedios significativamente inferiores en el volumen de eyaculado (1,15 ml *vs.* 0,86 ml) y la concentración espermática ($2552x10^6$ *vs.* $1967x10^6$). Este trabajo puede servir como ensayo preliminar, debiendo probarse si esta técnica puede ser mejorada añadiendo al maniquí algún fluido biológico que aumente la excitación de los machos cabríos.

Palabras clave: Recolección de semen, bienestar animal, caprino, maniquí.

Influence of the sexual stimulus on libido and seminal quality of the Murciano Granadina caprine breed

Abstract

Semen collection in bucks is usually performed using a female as a sexual stimulus, which has to cope with the actions derived from the pre-breeding behavior of the males of this species, in addition to being subjected to repeated hormone injections for her continuous coming out in heat. In other species, this collection can be done using a male or an inanimate object as a lure. The objective of this work was to test if the use of another male of the same breed and a dummy were effective in semen extraction in caprine,

* Autor para correspondencia: sgalianarnaldos@gmail.com

Cita del artículo: Galián S., Peinado B., Ruiz S., Poto A., Almela L. (en prensa). Influencia del estímulo sexual utilizado en la libido y la calidad seminal del macho cabrío de raza Murciano Granadina. ITEA-Información Técnica Económica Agraria. Vol. xx: 1-12. https://doi.org/10.12706/itea.2023.024

Copyright: © 2024 de los autores. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0)

evaluating if the males were able to ejaculate, their reaction time and seminal quality when presented with a dummy in the shape of a female or another male as a sexual stimulus. The averages thus obtained were compared with those obtained when a female was used as a decoy. No significant differences were observed with the use of another male, neither in behavior nor in seminal quality, but there was a lower sexual arousal when using the dummy, which resulted in a lower number of males mounting and ejaculating on it (3 out 10), higher reaction time (17,6 s *vs.* 51,6 s) and significantly lower averages in the parameters of ejaculate volume (1,15 ml *vs.* 0,86 ml) and sperm concentration ($2552x10^6$ *vs.* $1967x10^6$). This work can serve as a preliminary trial, and it should be tested whether this technique can be improved by adding to the dummy some biological fluid that increases the arousal of the bucks.

Keywords: Semen collection, animal welfare, buck, dummy.

Introducción

Durante el siglo XX la recolección de semen caprino ha sido realizada mediante la presentación a un macho de una hembra caprina sujeta por un potro metálico o de madera. El método de extracción de semen que más se usa en caprino es la vagina artificial (VA) (Poto *et al*., 2021), la cual consiste en un cuerpo de caucho y una camisa interna de látex entre las cuales se infunde aire y agua caliente, a unos 45 °C, para intentar igualar las condiciones de una vagina real en cuanto a temperatura y presión (Poto *et al*., 1995; Cortés, 2003). Mediante esta técnica podemos obtener un eyaculado con las mismas características que la monta natural, a la vez que se respeta el cortejo del macho. Este cortejo previo a la penetración, tanto por parte del macho como de la hembra en celo, es más importante de lo que pueda parecer en un principio, pues su realización ayuda a la emisión de gametos y fluidos protectores y nutritivos, mejorando la cantidad y la calidad de los mismos (Poto *et al*., 2021). Una de las principales desventajas del método de la VA es que requiere un periodo de entrenamiento (Maxwell y Evans, 1990; Wulster-Radcliffe *et al*., 2001) para que el macho cabrío se habitúe a saltar y eyacular en presencia humana, existiendo machos que se cohíben ante la presencia del técnico hasta el punto de hacer imposible su recogida.

Otra de las desventajas es que la hembra destinada a señuelo es usualmente estimulada para la aceptación de la monta del macho mediante un estrógeno inyectable, normalmente benzoato o valerato de estradiol (Acosta *et al*., 2007; Gómez, 2020), lo que provoca los mismos efectos que el 17β-estradiol, compuesto natural producido en la fase folicular del ciclo reproductivo. Los inyectables que presentan componentes derivados del estradiol han sido prohibidos en la Unión Europea por la posibilidad de causar efectos adversos en el consumidor en caso de que las carnes derivadas de la cabra estrogenizada alcancen la cadena alimentaria (González de Bulnes, 2013; MAPA, 2021).

La hembra caprina utilizada como estímulo sexual, y, por tanto, sometida a estrogenización, ha de recibir varias inyecciones a lo largo de todo el periodo de recogida, con lo que suele ser el mismo animal el utilizado en todas las recogidas del centro o granja donde se prepara semen caprino, comprometiéndose su bienestar. La aparición de anomalías en la fisiología puede ser frecuente por la sobredosificación, tanto de los inyectables continuados, como por la acumulación de derivados metabólicos en el proceso de detoxificación (Silva-Molano y Loaiza-Echeverri, 2007; García, 2018). Además, debido a que este método permite el natural cortejo del macho sobre la hembra que ejerce de señuelo, ésta debe sobrellevar las acciones previas y propias del cortejo tí-

pico de esta especie antes de producirse la monta de cuantos machos vayan a ser utilizados ese día (Poto *et al*., 2021), comprometiéndose también de esta manera su bienestar.

En otras especies, el problema se ha resuelto con la utilización de maniquíes, como es el caso del ganado porcino (Poto *et al*., 2000), o con la utilización de machos de esa misma especie, como es el caso del ganado bovino, que utiliza otros toros para que salten sobre ellos los machos donantes (Arieta-Román *et al*., 2014), o incluso en la misma raza caprina Murciano Granadina (MG) el uso de otro macho ha sido probado con éxito en un trabajo preliminar (Poto *et al*., 2021). Los machos, debido a su mayor corpulencia y fortaleza física resistirían mejor los actos típicos del cortejo, de ahí la mejora en el bienestar del animal utilizado como estímulo sexual. Si se quiere evitar totalmente el sufrimiento del animal utilizado como estímulo sexual, existe la posibilidad de utilizar un maniquí. El uso de maniquí ya ha sido empleado en la extracción de semen en otras especies como porcino (Poto *et al*., 2000) y ovino (Aguirre Flores *et al*., 2005) quienes publicaron que es posible que alrededor del 90 % de los machos jóvenes pueden ser entrenados para la recogida de semen mediante VA utilizando como señuelo un objeto inanimado.

En el caso de la especie caprina, este maniquí será menos rechazado si tiene la forma y el tamaño de una cabra adulta, y se recomienda que esté realizado de un material impermeable, de fácil limpieza y resistente a los desinfectantes. Si este método de recogida resultara efectivo, y proporcionara calidades seminales similares a las obtenidas al utilizar una hembra, se eliminaría el sufrimiento animal del ejemplar usado repetidamente como estímulo. Cuenta además con otra ventaja, y es la posibilidad de acoplar la VA al maniquí, lo que facilitaría que los machos donantes de interés genético, pero temerosos ante la presencia humana, saltaran y eyacularan en la VA acoplada, sin la presencia cercana del técnico.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar si la libido de los machos cabríos de raza MG, determinada por el tiempo de reacción (TR) y la capacidad de servicio, se ven afectados si el estímulo sexual utilizado, en lugar de ser una hembra estrogenizada es sustituido por otro macho cabrío o incluso un maniquí, y analizar la calidad seminal de los eyaculados obtenidos al utilizar los diferentes señuelos para comprobar si se veía afectada por el estímulo sexual.

Material y métodos

Ética

Todos los procedimientos de este estudio fueron aprobados por el Comité Ético de la Universidad de Murcia el 1 de junio de 2020 (PID2019-106380RB-I00), ya que la granja donde se alojan los animales es compartida entre el IMIDA y esta Universidad. A lo largo de los experimentos, los animales fueron manipulados cuidadosamente evitando cualquier estrés innecesario. Todos los experimentos se realizaron siguiendo las directrices y normativas pertinentes.

Este trabajo cumple con la normativa española y europea sobre bienestar animal, ya que están excluidas del ámbito de aplicación del Real Decreto 53/2013, debido a que la actividad y uso de los animales utilizados entra dentro del ámbito de aplicación del artículo 2, apartado 5 letra d (f) del mismo apartado, que establece que "quedan excluidas las prácticas realizadas con fines zootécnicos"; y (f) del mismo apartado, que establece que: "quedan excluidas las prácticas que probablemente no causen dolor, sufrimiento, angustia o daño duradero igual o superior al causado por la inserción de una aguja de acuerdo con las buenas prácticas veterinarias". Esta legislación transpone la Directiva 2010/63/UE, relativa a la protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos.

Todos los ensayos se realizaron en la nave de ganado caprino de la Granja Docente Veterinaria de la Universidad de Murcia, ubicada en Guadalupe (Murcia), con machos y hembras caprinas de raza MG pertenecientes al Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA).

Los machos se alojaron en corrales individuales de 10 m^2, con un área cubierta y un patio de ejercicios al aire libre. Fueron alimentados teniendo en cuenta sus necesidades nutricionales. El programa de alimentación se ajustó al peso corporal: se inició con 50 g de concentrado comercial y finalizó con 850 g. El concentrado comercial contenía 15,2 % de proteína cruda; 3,7 % de grasa cruda; 16,5 % de fibra cruda y elementos minerales Ca, P, Na y Mg. Se les administró piedras minerales *ad libitum* con Zn (2850 mg/piedra), Mn (1800 mg/piedra), I (400 mg/piedra), Fe (200 mg/piedra), Co (50 mg/piedra) y Se (55 mg/piedra) como oligoelementos y Na (36 %), Ca (2,5 %) y Mg (0,50 %) como macroelementos. Cada macho siempre tuvo agua *ad libitum*.

Se emplearon 10 machos cabríos de raza MG que habían alcanzado la pubertad, menores de un año (entre 9 y 10 meses de edad). Todos fueron entrenados previamente para la recolección de semen mediante el salto sobre una hembra caprina sujeta a un potro metálico. Esta hembra no fue la misma durante las distintas semanas de entrenamiento ni durante los días del estudio, debido a que se procuró elegir una hembra del rebaño que presentara celo el día de la recogida. Si ningún animal presentaba evidencias de celo, se utilizaba una hembra estrogenizada. Se mantuvo la misma hembra durante una misma jornada de recogida. El periodo de entrenamiento duró 3 meses con recogidas cada semana, iniciándose cuando los machos contaban con 5-6 meses de edad. Durante este periodo se obtuvieron un total de 69 eyaculados. Una vez los machos conocieron el sistema de monta, se estudió su comportamiento sexual y capacidad de servicio en una mañana utilizando una hembra inmovilizada (al igual que se había hecho durante su entrenamiento) y un macho cabrío adulto, sujeto al potro metálico (Figura 1). Esta parte del estudio se realizó durante 6 semanas, con recogidas una vez por semana, alternando semanalmente la utilización de la hembra o el macho como estímulo. El número de eyaculados analizado fue de 35 al utilizar una hembra y de 43 cuando se utilizó otro macho.

Figura 1. Macho cabrío saltando sobre otro macho.
Figure 1. Buck mounting another buck.

El estudio con el maniquí se realizó aproximadamente 1 año después de los anteriores utilizándose los mismos machos (contaban entonces con 21 y 22 meses de edad) y lugar de extracción. Se realizó semanalmente durante 13 semanas, analizándose 58 eyaculados obtenidos con este estímulo sexual. El maniquí empleado se fabricó en el propio centro de investigación, y consistía en un armazón de hierro recubierto de varias capas de Etileno Vinil Acetato (conocido como *goma EVA*) microporoso, que le proporcionaban una consistencia firme. Este maniquí imitaba la forma de una hembra caprina y se fabricó según las medidas reales de hembras de la raza (Figuras 2 y 3).

Figura 2. Maniquí con forma y tamaño de hembra caprina.
Figure 2. Dummy with shape and size of a goat.

Figura 3. Macho cabrío saltando sobre el maniquí.
Figure 3. Buck mounting a dummy.

Para valorar el comportamiento sexual y la calidad seminal con cada estímulo se evaluó la libido de los machos ante la presencia de cada señuelo, midiéndose el tiempo de reacción (TR) y la capacidad de servicio. El TR fue medido con un cronómetro de precisión desde la entrada del macho en el recinto donde se encontraba el estímulo sexual hasta el depósito del semen en un tubo de ensayo de volumen graduado y atemperado a 37 °C. Si tras 5 min en contacto con el señuelo no se había producido la monta, se sacaba al macho en estudio y se anotaba el fallo. Para conocer la capacidad de servicio que presentaba un macho en una mañana, este proceso se repetía cada 20 min con cada macho en estudio, tantas veces como saltos diera el animal. Tras 2 intentos sin salto, no se volvía a probar con ese macho. Todas las extracciones seminales se realizaron en horario de mañana, comenzándose sobre las 9 h y alargándose según el número de montas que realizasen los machos.

También se comparó la calidad seminal de los eyaculados obtenidos con cada estímulo sexual, para determinar si el estímulo utilizado podía influir en la calidad del eyaculado de forma significativa. Se midió el volumen de eyaculado, utilizándose un tubo de vidrio graduado, tras lo cual se diluyó la muestra de semen 1:10, utilizándose el diluyente Krebs-Ringer-Fosfato (KRP) (Corteel, 1974) atemperado a 37 °C. A esta dilución se le evaluó la concentración espermática mediante un espectrofotómetro (SpermaCue®, *Minitüb, Tiefenbach,* Alemania), la motilidad individual (MI), valorándose subjetivamente el movimiento espermático, en una escala de 0 a 5, donde 0 indica no movimiento y 5 movimiento progresivo muy rápido (Cabodevila y Catena, 2012) y el porcentaje de espermatozoides móviles (% MOT), determinado como el porcentaje subjetivo de espermatozoides con movimiento visualizados en varios campos al microscopio óptico (DM 2000, *Leica Mycrosystems®,* Barcelona, España) a 100X, considerándose el total del campo como el 100 %. Estas valoraciones se compararon con los resultados obtenidos el mismo día al utilizar una hembra.

El análisis estadístico se realizó con el programa informático *Statgraphics Centurion®*, mediante la distribución *F* de *Snedecor* en la

tabla ANOVA que determina si hay diferencias significativas entre las medias, y con la prueba de Rangos Múltiples, evaluando qué medias son significativamente diferentes de otras. El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de *Fisher*, con un nivel del 95 % de confianza ($p < 0,05$).

Resultados

Se comprobó que los machos menores de un año de edad, previamente entrenados en la monta sobre una hembra inmovilizada, respondían de igual manera si en lugar de una hembra caprina se les suministraba un macho inmovilizado. Las variaciones observadas correspondieron a una variabilidad entre ejemplares y no a un cambio de comportamiento por la presencia de otro macho. Machos jóvenes que presentaban mayor tiempo de cortejo con las hembras siguieron siendo los que más TR mostraron al presentarles otro macho, mientras que aquellos más rápidos en la monta a la hembra también lo fueron al montar otro macho.

Sí que se aprecian diferencias, sobre todo en los TR, cuando los machos no estaban entrenados con respecto a los obtenidos una vez transcurrido un periodo de entrenamiento (Tabla 1), siendo significativamente inferiores cuando los machos ya habían sido entrenados durante varias semanas. En cambio, no se encontraron diferencias significativas al utilizar un macho o una hembra como señuelo.

Tabla 1. Valores promedio ± error estándar del tiempo de reacción (TR), volumen de eyaculado (VE), concentración total de espermatozoides ([Esp]), motilidad individual (MI) y porcentaje de espermatozoides móviles (% MOT) durante el periodo de entrenamiento y al usar una hembra y un macho.
Table 1. Mean values of reaction time (TR), ejaculate volume (VE), total sperm concentration ([Esp]), individual motility (MI)and percentage of motile sperm (% MOT) during the training time and by using a female and a male.

	TR (s)	VE (ml)	[Esp](x10^6)	MI	MOT(%)
Entreno (N = 69)	$81,4^{a} \pm 6,7$	$0,55^{a} \pm 0,04$	$2404^{a} \pm 165$	$4,08^{a} \pm 0,04$	$69,1^{a} \pm 1,4$
Hembra (N = 35)	$19,2^{b} \pm 10,2$	$0,77^{b} \pm 0,07$	$3604^{b} \pm 273$	$4,18^{a} \pm 0,07$	$76,2^{b} \pm 2,3$
Macho (N = 43)	$22,1^{b} \pm 7,6$	$0,66^{a,b} \pm 0,06$	$2966^{b} \pm 193$	$4,20^{a} \pm 0,06$	$73,4^{a,b} \pm 1,9$

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas. N = número de eyaculados analizados.

En general, la presencia de otro macho no fue un impedimento para la monta y la extracción de semen. Solo un macho joven no saltó en ningún momento, siendo el mismo que no mostraba interés sexual cuando se intentaba con una hembra. Tampoco afectó a la capacidad de servicio por día de los machos cabríos, pues realizaron el mismo número de servicios que en presencia de una hembra. Esta capacidad de servicio dependió del macho en estudio, existiendo machos capaces de montar y eyacular 6-7 veces en una mañana, mientras otros lo hacían solo 2 veces.

El volumen de eyaculado obtenido fue mayor al usar una hembra, una vez estuvieron entrenados los machos, pero no fue significativamente diferente que el obtenido al utilizar otro macho. La concentración esper-

mática total no varió significativamente con el uso de macho o hembra, pero sí se incrementó con el paso de los meses. La calidad seminal (medida como motilidad individual espermática y porcentaje de espermatozoides móviles) no se afectó por ser estimulados con un macho en lugar de por una hembra.

Se cree que esta mejora fue debida al aumento de la edad de los machos en estudio (eran varios meses menores cuando se les entrenó con la hembra que cuando se les estudió con ambos estímulos). Los promedios de calidad de movimiento individual fueron superiores a 4, % MOT superiores al 60 % en todos los casos y la concentración del eyaculado mayor de $2000x10^6$ esp/ml.

El ensayo con el maniquí se realizó un año después de los otros tres, de manera que los machos contaban con un año más de edad. Los resultados se muestran en una nueva tabla (Tabla 2) junto con los promedios que se obtuvieron durante este mismo período de tiempo al utilizar una hembra como estímulo sexual. En esta tabla se incluyen los promedios de todos los machos cuando se utilizó una hembra y también los promedios de los machos que saltaban con ambos estímulos, para intentar que el efecto macho no desviara los resultados.

Se observa que se incrementó el promedio del TR también al utilizar una hembra, con respecto al obtenido el año anterior (35,1 s frente a 19,2 s), por lo que podemos atribuir este aumento medio del tiempo que los machos tardan en saltar sobre el señuelo a un aumento de la edad, y no a la utilización del maniquí.

Al utilizar el maniquí como estímulo sexual la respuesta de los machos varió. De los 10 machos que fueron estudiados solo 3 de ellos saltaron regularmente sobre el maniquí. Otros 6 machos saltaron y eyacularon esporádicamente al utilizar el maniquí, pero no con regularidad y 1 macho no saltó nunca sobre el maniquí. Debido a que la mayoría de eyaculados obtenidos con este estímulo sexual pertenecían a solo 3 machos, se obtuvieron los promedios que proporcionaron esos mismos machos al utilizar una hembra, para poder comparar la calidad seminal y que ésta no estuviera influenciada por el factor macho y sí por el estímulo utilizado (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio ± error estándar de los parámetros de calidad seminal evaluados al comparar la utilización de una hembra y un maniquí como estímulo sexual.
Table 2. Average values of the semen quality parameters evaluated when comparing the use of a female and a dummy as sexual stimulus.

	TR (s)	VE (ml)	[Esp](x10^6)	MI	MOT(%)
Hembra (todos los machos); (N = 128)*	$35,1^a \pm 3,18$	$1,05^a \pm 0,04$	$2318^a \pm 124,7$	$4,08^a \pm 0,04$	$65,1^a \pm 1,76$
Hembra (3 machos) (N = 58)	$17,6^a \pm 2,23$	$1,15^a \pm 0,06$	$2552^a \pm 168,4$	$4,11^a \pm 0,05$	$69,5^a \pm 2,11$
Maniquí (3 machos) (N = 58)	$51,6^b \pm 9,12$	$0,86^b \pm 0,06$	$1967^b \pm 128,4$	$4,11^a \pm 0,06$	$67,1^a \pm 2,23$

* = los 10 machos del estudio. TR = tiempo de reacción. VE = Volumen eyaculado. [Esp] = concentración total de espermatozoides. MI = motilidad individual. % MOT = porcentaje de espermatozoides móviles. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas. N = número de eyaculados analizado.

En cuanto al TR, existen diferencias significativas muy notables al utilizar una hembra (17,6 s) y un maniquí (51,6 s), siendo mayor cuando el estímulo sexual es este último. El tiempo promedio de todos los machos del estudio (35,1 s) se debe a una variabilidad entre machos y no al estímulo.

El volumen de eyaculado fue significativamente menor al utilizar el maniquí que al utilizar la hembra, al igual que la concentración de espermatozoides del eyaculado. Sin embargo, los parámetros de MI y % MOT no fueron significativamente diferentes con distintos estímulos sexuales.

Discusión

Este estudio ha puesto de manifiesto que la recogida seminal de calidad óptima es posible sin la utilización de una hembra estrogenizada, ya que puede lograrse utilizando como estímulo sexual un macho. La capacidad de servicio no se afectó cuando el señuelo fue un macho y sorprendió la falta de confusión ante el cambio de sexo del estímulo presentado. Tampoco este cambio ocasionó la agresión de machos jóvenes hacia el macho señuelo. No presentaron signos de comportamiento sexual previo a la monta, con excepción de los que lo hacían cuando el estímulo era la hembra.

Es posible que la mejora en la calidad seminal con respecto al periodo de entrenamiento fuera debida al aumento de la edad de los machos en estudio (eran varios meses menores cuando se les entrenó con la hembra que cuando se les estudió con ambos estímulos) ya que, como también encontraron otros autores, la calidad y la concentración mejoran con el aumento de edad de machos jóvenes (Zubieta, 1990; Roca *et al*., 1991a; Galián, 2022). Ocurre lo mismo en otras razas como son Jamunapari (Shina *et al*., 1981), Mancha (Muhuyi *et al*., 1982) y Nubiana (Skalet *et al.,* 1988), y no parece estar influida por el sexo del animal utilizado como señuelo.

Los resultados fueron diferentes al utilizar un maniquí como estímulo sexual. En un estudio preliminar realizado por nuestro equipo (Poto *et al*., 2021) la utilización de maniquí proporcionó un comportamiento similar al obtenido con una hembra, en cuanto al número de machos que lo montaron y eyacularon, pero al profundizar en el estudio con un mayor número de días de ensayo, se apreció que la mayoría de los machos no saltaban ni eyaculaban sobre el maniquí. Solo 3 machos saltaron regularmente sobre él, mientras que 6 solo lo hicieron en una o dos ocasiones. Un macho no saltó nunca sobre el maniquí, el mismo que tampoco lo hacía al utilizar otro macho. Este ya es el primer inconveniente de este estímulo sexual, ya que lógicamente, el señuelo utilizado debería conseguir excitar a todos los machos donantes. El éxito del estudio preliminar no fue corroborado al aumentar el número de intentos. El uso de un maniquí inanimado no está extendido en la especie caprina, por lo que no existen estudios con los que comparar nuestros resultados. Aguirre Flores *et al*. (2005) publicaron que en ovino, el 90% de los machos jóvenes pudieron ser entrenados con éxito utilizando un maniquí, lo que mejora el porcentaje obtenido en este estudio. Estas diferencias pueden deberse al cambio de especie o también a que en su estudio incorporaron el maniquí en el momento del entrenamiento, lo que podría tener influencia en el éxito de la respuesta una vez alcanzan la madurez sexual. Sería interesante la incorporación del maniquí durante el periodo de entrenamiento de los machos jóvenes para determinar si se obtiene una mejora en los resultados obtenidos.

En cuanto al TR, éste se incrementó significativamente con respecto al obtenido al utilizar una hembra. Si consideramos el promedio de los machos que saltan, tanto con

hembra como con maniquí, la diferencia se elevó de los 17,6 s de promedio que tardaron en montar a la hembra hasta los 51,6 s que transcurrieron hasta montar al maniquí. Este incremento de tiempo indica una menor excitación por parte de los machos que puede deberse a la ausencia de estímulos olfativos provenientes del maniquí. El macho cabrío realiza la búsqueda y contacto con la hembra en estro usando señales olfatorias y pasa gran parte del tiempo olfateando el tracto genital y la orina de la misma. Las señales olfativas pueden ser transportadas al cerebro para llegar a los centros que controlan la actividad de GnRH por medio de dos vías: 1) a partir de la mucosa olfativa y el bulbo olfatorio principal, 2) o mediante el órgano vomeronasal y el bulbo olfatorio accesorio. En ovino, ambos sistemas podrían estar involucrados en el comportamiento sexual, aunque en caprino no se conocen las vías de activación de este comportamiento (Nowak *et al*., 2008; Delgadillo *et al*., 2009). Se sabe que en mamíferos las feromonas son detectadas a través del órgano vomeronasal, que se encuentra en el interior de la cavidad nasal y conecta mediante terminaciones nerviosas con el hipotálamo, donde se despiertan las sensaciones de placer (Córdova Izquierdo *et al*., 2002). El macho responde con una conducta conocida como *flehmen*, que se basa en olores percibidos en el órgano vomeronasal para su detección por el sistema olfatorio accesorio (Espinosa Cervantes *et al*., 2014). En ausencia de este estímulo olfatorio, al utilizar el maniquí se altera el comportamiento sexual normal que tendría ese macho, dando como resultado la ausencia de monta en muchos casos o en aquellos en los que finalmente ocurre, es necesario un mayor tiempo.

Existen estudios en caprino que correlacionan la excitación sexual con la probabilidad de que el macho cabrío eyacule o se afecte el TR, o incluso se vean afectados parámetros de calidad seminal. Prado *et al.* (2003) publicaron que la concentración de espermatozoides es significativamente inferior en el 7º eyaculado del día con respecto al primero, pero esta concentración se recupera en un 67 % cuando se cambia la hembra en celo por otra, mientras que Silvestre *et al*. (2004), en la raza MG encontraron que el cambio de hembra a partir del tercer eyaculado del día no varió los parámetros seminales, pero sí disminuyo el TR en el tercer servicio. Además, la probabilidad de que un macho eyaculara por tercera vez se multiplicaba por cuatro al cambiar la hembra en el tercer servicio. De esta manera, la excitación sexual que provocaba el cambio de hembra sí influiría, tanto en el TR como en la posibilidad de obtener eyaculado, e incluso en algún caso afectaría a la concentración espermática. Aplicado al uso del maniquí, podríamos inferir que la menor excitación ocasionada por éste con respecto a la que proporciona una hembra fue la responsable del aumento en el TR y la disminución en la concentración espermática detectados en este estudio.

Al considerar el promedio del TR de todos los machos cuando se utiliza la hembra, este fue de 35,1 s, pero esta diferencia se debe al macho en estudio y la variabilidad en los tiempos de reacción que presentan entre ellos, no al estímulo sexual utilizado.

El volumen de eyaculado y la concentración total de espermatozoides fueron también significativamente inferiores al utilizar el maniquí con respecto al uso de la hembra. Esto también podría estar relacionado con el nivel de excitación del macho. Existen estudios, sobre todo en el hombre, que correlacionan una mayor excitación sexual con algunos parámetros de calidad seminal. Por ejemplo, en humanos, Pound *et al.* (2002) correlacionaron positivamente el tiempo de excitación sexual con la concentración espermática y Elzanaty y Malm (2008) encontraron mayor concentración espermática, motilidad total y progresiva en muestras seminales recogidas

en casa, frente a aquellas obtenidas en la clínica, lo que podría relacionarse con el nivel de excitación obtenido en cada uno de estos lugares. Recientemente, Stimpfel *et al.* (2021) también encontraron concentraciones de espermatozoides significativamente inferiores y menor motilidad en muestras obtenidas en clínica, pero no diferencias en el número de espermatozoides totales, volumen seminal o morfología.

Estudios en reproducción humana y bovina coinciden en que una mayor excitación sexual contribuiría a aumentar la calidad del eyaculado. La explicación fisiológica sería que ocurre una mayor vascularización de las glándulas que producen el líquido seminal, las vesículas seminales y la próstata, favoreciéndose una eyaculación completa que se traduciría en el aumento del número de espermatozoides del eyaculado y del volumen de este (Rivera y Trujillo, 1990; Instituto Marqués, 2019).

Los parámetros de MI y % MOT no fueron diferentes al utilizar ambos estímulos sexuales, por lo que parece que estos factores son intrínsecos al ejemplar y dependientes de factores como la edad (Roca *et al*., 1991b; Galián *et al*., 2021), la temperatura ambiental (Pérez, 1992) o el estado general del macho (Delgadillo, 2004) y no del grado de excitación del macho, y por tanto, tampoco del estímulo sexual.

Sería interesante estudiar si los resultados obtenidos al utilizar el maniquí podrían ser mejorados si se utilizara junto algún fluido biológico (fluido folicular cargado de estrógenos, orina de hembra o incluso semen de otro macho) que influyera en la excitación de los machos donantes.

Conclusiones

La recogida de semen de machos cabríos puede realizarse utilizando como estímulo sexual una hembra u otro macho, sin afectar a la calidad seminal ni a la libido. La utilización de un maniquí que simula una hembra caprina no consiguió igualar la libido de la mayoría de los machos donantes. El TR, volumen de eyaculado y concentración de espermatozoides en el eyaculado al usar un maniquí fue inferior a los obtenidos cuando el estímulo sexual era una hembra o un macho. Esto puede deberse a la falta de estímulo olfativo que no estimularía el órgano vomeronasal, inhibiéndose buena parte de la excitación sexual. En un futuro sería interesante estudiar si la utilización de fluidos biológicos sobre el maniquí o la incorporación del mismo durante el periodo de entrenamiento en la recogida seminal de los machos jóvenes mejorarían los resultados de recolección de semen caprino con este método.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por Fondos Europeos de Desarrollo Regional, FEDER 1420 – 26. Con el proyecto titulado: Los recursos genéticos animales resilientes al cambio climático. Mejora y diversificación de productos alimenticios derivados y obtenidos de forma biosostenible.

Referencias bibliográficas

Acosta J., López Z., Valdés M. (2007). Efecto del benzoato de estradiol en la población folicular de cabras no cíclicas. Ciencia y Tecnología Ganadera 1: 49-54.

Aguirre Flores V., Vázquez Rosales R., Orihuela Trujillo A. (2005). Entrenamiento de carneros para recolección de semen mediante vagina artificial, utilizando como estímulo objetos inanimados. Veterinaria México 36(1): 105-111.

Arieta-Román R.D.J., Fernández-Figueroa J.A., Menchaca-Peña J. (2014). Métodos de extracción de semen bovino. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria 15(5): 1-8.

Cabodevila J., Catena M. (2012). Evaluación de semen bovino congelado. Disponible en: https://www.engormix.com/ganaderia/inseminacion-artificial-ganado-carne/evaluacion-semen-bovino-congeleado_a29765/ (Consultado: 19 octubre 2020).

Córdova Izquierdo A., Nava Noriega J.R., Pérez Gutiérrez J.F. (2002). Importancia de las feromonas en la reproducción animal. Medicina Veterinaria 19(7): 99-107.

Corteel J.M. (1974). Viabilité des spermatozoïdes de bouc conservés et congelés avec ou sans leur plasma séminal: effet du glucose. Annales de biologie animale, biochimie, biophysique 14: 741-745.

Cortés S. (2003). Efecto de la conservación sobre la fisiología espermática de semen caprino. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Delgadillo J.A. (2004). Características anatómicas y funcionales del sistema reproductor del macho. En: Reproducción Ovina y Caprina (Ed. Aisen E.G.), pp. 1-9. Intermédica. Buenos Aires, Argentina.

Delgadillo J.A., Gelez H., Ungerfeld R., Hawken P.A., Martin G.B. (2009). The 'male effect' in sheep and goats- revisiting the dogmas. Behavioural Brain Research 200(2): 304-314. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.02.004.

Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2010, relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos (Texto pertinente a efectos del EEE). Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 276, de 20 de octubre de 2010, pp. 33-79.

Elzanaty S., Malm J. (2008). Comparison of semen parameters in samples collected by masturbation at a clinic and at home. Fertility and Sterility 89(6): 1718-1722. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.05.044.

Espinosa Cervantes R., Córdova Izquierdo A., Soto González R. (2014). Comportamiento sexual en ovinos y caprinos. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente 13(26): 99-116.

Galián S., Peinado B., Poto A., Almela L. (2021). Comportamiento sexual del macho cabrío murciano granadino en distintas edades. Archivos de Zootecnia 70(269): 152-158. https://doi.org/10.21071/az.v70i270.5467.

Galián S. (2022). Optimización y mejora de la inseminación artificial en la raza caprina Murciano-Granadina. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Murcia, España.

García Y. (2018). Efectos adversos de los estrógenos endógenos en hembras caninas. Degree Thesis. Faculty of Veterinary Sciences UNCPBA. Tandil, Argentina.

Gómez M. (2020). Evaluación de protocolos de sincronización de celos con progesterona y benzoato de estradiol para inseminación artificial a tiempo fijo en ovinos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

González de Bulnes A. (2013). Actualización en sistemas de manejo reproductivo. XXXVIII Congreso Nacional SEOC, 18-20 de septiembre, Málaga, España. pp. 90-99.

Instituto Marqués (2019). La excitación sexual aumenta la calidad del eyaculado. Disponible en: https://institutomarques.com/noticias/noticias-2019/la-excitacion-sexual-aumenta-la-calidad-del-eyaculado/ (Consultado: 15 febrero 2022).

MAPA (2021). https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/Programa%20de%20Mejora%20de%20la%20Raza%20Murciano_Granadina.%20Definitivo._tcm30-114417.pdf (Consultado: 17 enero 2022).

Maxwell W.M.C., Evans G. (1990). Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras. Ed. Acribia. Madrid, España. 204 pp.

Muhuyi W., Drobnis, E.Z., Nelson E.A., Lin T.Y. (1982). Season, breed and age influences on production and freezability of dairy goat semen. Proceeding 3rd. International Conference on Goat Production and Disease, 10-15 junio, Tucson, Arizona, USA.

Nowak R., Porter R.H., Blache D., Dwyer C.M. (2008). Behaviour and the welfare of the sheep. En: The Welfare of Sheep. (Ed. Dwyer C.M.), pp. 81-134. Springer-Verlag. New York, USA. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8553-6_3.

Pérez B. (1992). Estudio de los parámetros de valoración del rendimiento reproductivo en macho cabrío de las razas Verata y Malagueña. Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid, España.

Poto A, Peinado B., Lorenzo M., Domínguez M.C., Gergatz E., Göker E., Bali Pap A. (1995). Inseminación artificial en caprino. Aportaciones en ganado de raza Murciano-Granadina. Mundo Ganadero 12: 46-50.

Poto A., Peinado B., Rosique M., Martínez M., Barba C. (2000). Comportamiento del cerdo chato murciano frente maniquí en la sala de extracción de semen. Estudio preliminar de la libido. Archivos de Zootecnia 49(186): 87-93.

Poto A., Almela L., Galián S., Peinado B. (2021). Diversas metodologías en la extracción de semen caprino y su influencia en el bienestar animal. Tierras Caprino 33: 50-53.

Pound N., Javed M.H., Ruberto C., Shaikh M.A., Del Valle A.P. (2002). Duration of sexual arousal predicts semen parameters for masturbatory ejaculates. Physiology & Behavior 76(4-5): 685-689. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00803-X.

Prado V., Orihuela A., Lozano S., Pérez-León I. (2003). Effect on ejaculatory performance and semen parameters of sexually-satiated male goats (*Capra hircus*) after changing the stimulus female. Theriogenology 60(2): 261-267. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01373-0.

Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia. Boletín Oficial del Estado, núm. 34, de 8 de febrero de 2013, pp. 11370-11421.

Rivera M., Trujillo L.E. (1990). Evaluación de algunas características del eyaculado en toros Holstein. Revista Facultad Nacional de A.gronomía Medellín 43(1-2): 3-27.

Roca J., Martínez E., Vázquez J.M., Ruiz S., Coy P. (1991a). Influence of season on testicle size and libido in male goats from the Mediterranean area. Animal Production 52: 317-321. https://doi.org/10.1017/S0003356100012836.

Roca J., Martínez E., Vázquez J.M., Ruiz S., Coy P. (1991b). Influencia de la edad sobre los parámetros reproductivos de machos cabríos de raza Murciano-Granadina. Archivos de Zootecnia 40: 173-179

Shina N.K., Wani G.M., Sahni K.L. (1981). Effect of seasons and age on seminal atributes of Jamunapari buck. Indian Veterinary Journal 58(12): 963-965.

Silva-Molano R., Loaiza-Echeverri AM (2007). Piómetra en pequeños animales. Revista Veterinaria Y Zootecnia 1(2): 71-86.

Silvestre M.A., Salvador I., Sánchez J.P., Gómez E.A. (2004). Effect of changing female stimulus on intensive semen collection in young Murciano-Granadina male goats. Journal of Animal Science 82(6): 1641-1645. https://doi.org/10.2527/2004.8261641x.

Skalet L.H., Rodrigues H.D., Goyal H.O., Maloney M.A, Vig M.M, Noble R.C. (1988). Effects of age and season on the type and occurrence of sperm abnormalities in Nubian bucks. American Journal of Veterinary Research 49(8): 1284-1289.

Stimpfel M., Jancar N., Vrtacnik-Bokal E. (2021). Collecting semen samples at home for IVF/ICSI does not negatively affect the outcome of the fresh cycle. Reproductive Biomedicine Online 42(2): 391-399. https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2020.09.021.

Wulster-Radcliffe M.C., Williams M., Stellflug J.N., Lewis G.S. (2001). Artificial vagina *vs*. a vaginal collection vial for collecting semen from rams. Journal of Animal Science 79: 2964-2967. https://doi.org/10.2527/2001.79122964x.

Zubieta M. (1990). Evolución y valoración de la actividad funcional en machos reproductores caprinos durante su desarrollo. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.

(Aceptado para publicación el 4 de diciembre de 2023)