

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Instituto de Ciencias Agrícolas



TÍTULO

**Efecto a largo plazo en machos caprinos del nivel de
jerarquía sobre su desempeño sexual y calidad
espermática**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN
ANIMAL EN CLIMAS CÁLIDOS**

PRESENTA

JOSÉ ROBERTO HARO TORRES

DIRECTOR

DR. JUAN GONZÁLEZ MALDONADO

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

OCTUBRE DE 2025

OFICIO DE APROBACIÓN DE TESIS POR LA COORDINACIÓN DEL PROGRAMA



"2025, año del Turismo Sostenible como impulsor del Bienestar Social y Progreso"

INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Coordinación de Investigación y Posgrado

Oficio núm. 031/2025-2

C. JOSE ROBERTO HARO TORRES
PRESENTE.

Por este conducto le envío un cordial saludo y al mismo tiempo me permito informarle que el documento de tesis titulado "Efecto a largo plazo en machos caprinos del nivel de jerarquía sobre su desempeño sexual y calidad espermática" realizado durante sus estudios (periodo 2022-2 a 2024-1) en la Maestría en Ciencias en Producción Animal en Climas Cálidos, fue recibido y revisado por esta Coordinación para el cumplimiento con los lineamientos establecidos en el programa.

Con base a la evaluación realizada a la tesis mencionada, ésta ha sido **Aprobada** por la Coordinación, por lo cual se turnará por oficio a los integrantes del Comité Particular, quienes una vez revisado el documento, dentro de los tiempos establecidos, emitirán su voto aprobatorio.

Sin otro particular quedo a sus órdenes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN ANIMAL
EN CLIMAS CALIDOS I.C.A.

ATENTAMENTE

Ejido Nuevo León, Valle de Mexicali a 06 de agosto de 2025.
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

DR. NÉSTOR ARCE VÁZQUEZ
COORDINADOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA




COORDINACIÓN DE
INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO ICA

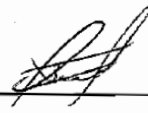
C.c.p. Dr. Juan González Maldonado-Director de tesis
C.c.p. Dra. Marisol Galicia Juárez- Coordinadora de Investigación y Posgrado del ICA-UABC.
C.c.p. Archivo
NAV/amrd

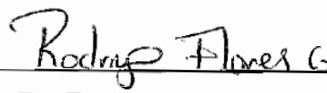
La presente tesis titulada "Efecto a largo plazo en machos caprinos del nivel de jerarquía sobre su desempeño sexual y calidad espermática", realizada por el C. José Roberto Haro Torres, fue dirigida por el Dr. Juan González Maldonado, siendo aceptada, revisada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:


MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL EN CLIMAS CÁLIDOS

CONSEJO PARTICULAR

Presidente/Director 
Dr. Juan González Maldonado

Sinodal/Asesor 
Dr. Saúl Hernández Aquino

Sinodal/Asesor 
Dr. Rodrigo Flores Garivay

Sinodal/Asesor 
Dr. Jesús Santillano Cazares

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

Ejido Nuevo León, Mexicali Baja California, México, septiembre de 2025

RESUMEN CURRICULAR DEL SUSTENTANTE



Lugar de nacimiento: Mexicali, Baja California, México

Edad: 27 años

Licenciatura: Ing. Agrónomo Zootecnista, Instituto de Ciencias Agrícolas, 2022

Áreas de interés: Reproducción y nutrición

Habilidades Profesionales: Manejo general de ganado, inseminación artificial, extracción seminal ganado, formulación de raciones, manejo de equipo de laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California por permitir seguirme nutriendo de conocimiento, así como al Instituto de Ciencias Agrícolas que me apoyó con sus instalaciones para analizar las muestras tomadas de mi experimento.

Al Dr. Juan González Maldonado por estar presente durante todo este proceso del trabajo, por su estoicismo y perseverancia con la que me ayudó a enfrentar los errores que se iban dando durante el trabajo experimental, por su disponibilidad para transmitir todo su inmenso conocimiento, gracias por ser un gran mentor.

A los jóvenes del servicio social, Daniela Hernández, Carolina Ramírez, Idahir Anaya, Gumercindo Manríquez, Víctor Torres, Jesús Arévalo, Ismael Yáñez, Alonso Bedolla, Eliodt Gutiérrez, Quirino Angulo, por todo el apoyo en la fase experimental del trabajo de esta investigación.

DEDICATORIA

Primeramente, a mis padres, Ana María Victoria Torres Delgadillo y Héctor Virginio Haro Veyna, por siempre apoyarme en mis decisiones y no dejarme solo, a mi prometida Kenia Lugo Gutiérrez por apoyarme en mis estudios, a mis compañeros de clases, Abraham Herrera Ruvalcaba, Héctor Humberto Corrales Arévalo y Alejandra Jaquelin Gómez Romero que por más desfavorable que haya estado la situación, nunca dejaron de apoyarme con mi proyecto, a mi ayudante de laboratorio Omar Alejandro Orozco Ramírez, porque a pesar de las adversidades me siguió ayudando a continuar con mi investigación.

¡Muchas gracias!

ÍNDICE TEMÁTICO

OFICIO DE APROBACIÓN DE TESIS POR LA COORDINACIÓN DEL PROGRAMA	ii
CONSEJO PARTICULAR	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN CURRICULAR DEL SUSTENTANTE	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.2 Hipótesis.....	15
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1 El ganado caprino	16
2.2 Importancia y manejo del macho en las unidades de producción.....	17
2.3 Aspectos reproductivos del macho caprino	19
2.4 Comportamiento sexual del macho caprino	20
2.5 Factores que afectan la calidad de muestras seminales	22
2.6 Jerarquía social	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Ubicación y bienestar animal	26

3.2 Alimentación y alojamiento de los animales	27
3.3 Periodo de evaluación	27
3.4 Colección de semen y variables reproductivas	28
3.5 Conducta social antes y después del ofrecimiento de alimento.....	29
3.6 Actividad sexual en machos cabríos.....	29
3.7 Análisis estadístico	29
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIÓN	42
VII. LITERATURA CITADA.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características morfológicas de los machos cabríos dominantes y subordinados.....	27
Cuadro 2. Calidad espermática de machos caprinos dominantes y subordinados durante los primeros seis días de agrupamiento.....	32
Cuadro 3. Frecuencia de comportamientos sexuales de machos caprinos dominantes y subordinados durante los primeros seis días de agrupamiento.....	33
Cuadro 4. Interacciones sociales (12 minutos antes (A) y después (D) del consumo de alimento) de machos caprinos dominantes y subordinados durante los primeros seis días de agrupamiento	33
Cuadro 5. Calidad espermática de machos caprinos dominantes y subordinados durante siete meses de agrupamiento	35
Cuadro 6. Frecuencia de comportamientos sexuales de machos caprinos dominantes y subordinados durante siete meses.....	35
Cuadro 7. Interacciones sociales de machos caprinos dominantes y subordinados durante siete meses	36

LISTA DE ABREVIATURAS

LH: hormona luteinizante

mL: mililitros

μ L: microlitros

%: porcentaje

vs: versus

h: horas

Kg: kilogramos

g: gramos

cm: centímetros

m²: metros cuadrados

d: día

°C: grados Celsius

RESUMEN

La jerarquía puede hacer que disminuyan algunas variables de la calidad seminal y el comportamiento sexual del macho caprino, pero se desconoce si su efecto es de corto o largo plazo. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto que tiene la jerarquía social sobre el desempeño sexual y la calidad espermática en machos caprinos agrupados por un periodo de tiempo prolongado. Las unidades experimentales, 10 machos caprinos, fueron asignadas uno de dos grupos: Dominantes y Subordinados, y posteriormente fueron agrupados. Se llevaron a cabo mediciones de la calidad espermática, las interacciones sociales antes y durante el ofrecimiento del alimento, así como el comportamiento sexual en ambos grupos experimentales. Las mediciones se llevaron a cabo cada dos días durante los primeros seis días de agrupamiento, y posteriormente cada semana, por 26 semanas, durante un periodo de siete meses. Los machos dominantes produjeron muestras seminales con mayor ($p < 0.05$) motilidad progresiva, pero las variables relacionadas con las interacciones sociales y el comportamiento sexual no fueron afectadas ($p \geq 0.05$) por el nivel de jerarquía durante los primeros seis días del agrupamiento. El agrupamiento por siete meses de machos dominantes y subordinados provocó reducción ($p < 0.05$) en la cantidad de espermatozoides con buena integridad de membrana en los machos dominantes. El número de interacciones sociales no fue afectado ($p \geq 0.05$) por el nivel de jerarquía. Sin embargo, se observó que los machos dominantes realizaban mayor ($p < 0.05$) número de vocalizaciones, en comparación con los subordinados, durante la estimulación sexual de hembras. En conclusión, los machos dominantes producen muestras seminales con mayor porcentaje de motilidad progresiva, en comparación con los subordinados, durante los primeros seis días de agrupamiento. Sin embargo, los machos dominantes realizan un mayor número de vocalizaciones y presentan muestras seminales con menor integridad de membrana, en comparación con machos subordinados, después de siete meses de agrupamiento. Las interacciones sociales no fueron afectadas por el nivel de jerarquía.

Palabras clave: caprinos, comportamiento, dominantes, reproducción, subordinados.

ABSTRACT

The hierarchy level affects sperm quality and sexual behavior in male goats, but it is unknown whether these effects are short-term or long-term. The objective of the present study was to establish the effects of hierarchy level on goat buck sexual behavior and sperm quality after a long period of time. The experimental units, 10 goat bucks, were assigned to one of two experimental groups: Dominant and Subordinate, both groups were allocated in the same pen. The sperm quality, social interactions before and during feeding time, as well as sexual behavior, were assessed every other day for six days after grouping, and every week for 26 weeks for seven months. The sperm progressive motility was higher ($p < 0.05$) in the dominant than in the group of subordinate bucks within six days of grouping. The variables related to social interactions and sexual behavior were not affected ($p \geq 0.05$) by the hierarchy level during this period. During the seven months of grouping, the dominant goat bucks produced semen samples with a lower ($p < 0.05$) membrane integrity than the subordinate males. The number of social interactions was not affected ($p \geq 0.05$) by the hierarchy level. However, the dominant bucks performed a higher number ($p < 0.05$) of vocalizations than the subordinate group during goat sexual stimulation. In conclusion, the dominant goat bucks produce seminal samples with higher progressive motility in comparison to the subordinate male goats, within six days after grouping. However, the dominant bucks performed a higher number of vocalizations and they produce seminal samples with a lower membrane integrity, in comparison to subordinate males, after seven months of grouping. The social interactions between dominant and subordinate males were not different.

Key words: caprine, behavior, dominants, reproduction, subordinates.

I. INTRODUCCIÓN

La jerarquía social es un orden de rangos entre los individuos de una unidad social, y la dominancia es el efecto que tiene un individuo con otro dentro del mismo grupo (Drews, 1993). Un animal dominante puede ser colocado en un corral con hembras o machos de menor tamaño, con una aceptación casi inmediata del estatus dominante (Barroso *et al.*, 2000; Ungerfeld & Lacuesta, 2010; Ungerfeld & Núñez, 2011). Existen varios factores que determinan el estatus jerárquico de un animal; por ejemplo, la edad, peso, presencia de cuernos, estatura, por mencionar algunos. Al respecto, los machos de mayor edad tienden a ser más grandes, y tienen más experiencia, que los jóvenes, por tanto, esa experiencia puede darles una ventaja competitiva en contra de los machos jóvenes (Pelletier & Festa-Bianchet, 2006).

Estudios realizados en machos cabríos mencionan que las interacciones entre ellos van cambiando con el tiempo, cuando permanecen agrupados, lo cual ocasiona efectos negativos en su comportamiento sexual y su actividad reproductiva, debido a la jerarquización que ocurre entre ellos (Muñoz *et al.*, 2019). En confinamiento, un macho dominante puede suprimir el comportamiento sexual de un macho subordinado (Ungerfeld & Núñez, 2011), ya que los animales de alto rango en la jerarquía tienen mayor éxito reproductivo que los de bajo rango (Preston *et al.*, 2003). Esto debido a que cuando los subordinados son observados por los dominantes, realizan menos montas y eyaculaciones; a diferencia de cuando están solos, su comportamiento reproductivo no es afectado (Lacuesta *et al.*, 2018).

Además, los machos dominantes tienden a tener mayor diámetro testicular, esto indica que es probable que tengan altas tasas de producción espermática y grandes reservas, así como también alta concentración en las eyaculaciones (Preston *et al.*, 2003). De igual manera, los machos dominantes son más eficientes que los subordinados, ya que muestran un mayor número de comportamientos sexuales consumatorios (Muñoz *et al.*, 2019). Sin embargo, los estudios llevados a cabo sobre los efectos reproductivos de la jerarquía en los machos caprinos, se realiza en periodos

cortos de tiempo (29 a 63 días) (Giriboni *et al.*, 2015; Sánchez-Dávila *et al.*, 2018), y se desconoce si los efectos negativos que pueden ejercer los machos dominantes sobre los subordinados son de larga duración (7 meses). La respuesta a esta interrogante es de gran relevancia para el manejo reproductivo de los sementales caprinos, ya que de existir un efecto solo a corto plazo, los sementales podrían mantenerse juntos durante los trabajos de investigación y de manejo reproductivo, y no en corrales individuales, lo cual reduce el costo y trabajo de mantenimiento.

1.2 HIPÓTESIS

El desempeño sexual, las interacciones sociales y la calidad de muestras seminales de los machos cabríos subordinados no es diferente a la de los machos dominantes, después de un periodo largo de tiempo (7 meses).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto a largo plazo (7 meses) que tiene el nivel de jerarquía social sobre variables de comportamiento y calidad de muestras seminales de machos cabríos.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto a largo plazo (7 meses) que tiene el nivel de jerarquía social sobre variables de comportamiento sexual en machos cabríos.

Determinar el efecto a largo plazo (7 meses) que tiene el nivel de jerarquía social sobre variables de comportamiento antes y después del ofrecimiento del alimento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El ganado caprino

El ganado caprino (*Capra hircus*) se cree que fue domesticado hace 10-11 mil años a partir de poblaciones salvajes de caprinos bezoares (*Capra aegagrus*) en el Creciente Fértil (Zheng *et al.*, 2020). Actualmente se conocen nueve especies que pertenecen a los caprinos (*Capra hircus*, *Capra aegagrus*, *Capra falconeri*, *Capra caucásica*, *Capra cylindricornis*, *Capra Ibex*, *Capra pirenaica*, *Capra nubiana*, *Capra sibirica* y *Capra walie*) (Pereira & Amorim, 2010). La domesticación de los caprinos fue un proceso lento, pero se especula que se inició con su caza como animal de presa, y posteriormente fue poco a poco domesticado por los humanos para asegurar disponibilidad de carne (Amills *et al.*, 2017).

Se tiene una población mundial de 1145.49 millones de cabezas de ganado caprino (Navarrete-Molina *et al.*, 2024). A este tipo de ganado se le suele conocer como “vaca de los pobres”, este término podría considerarse despectivo para el ganado caprino; sin embargo, es de los más versátiles y resilientes dentro de las especies de interés zootécnico. La capacidad que tienen los caprinos para acceder a terrenos escabrosos, la resistencia a parásitos y su eficiencia en la utilización de forrajes de baja calidad le han permitido tener una distribución mundial (Dubeuf *et al.*, 2023). Actualmente se utiliza como fuente de productos lácteos, carne y textiles. Además, emite una menor cantidad de metano en comparación con otras especies zootécnicas (Meijer *et al.*, 2021).

Los caprinos fueron introducidos a México hace 500 años, con la llegada de los españoles. La población de caprinos en el país es de 8.8 millones de cabezas. Los sistemas de producción de caprinos que predominan en México son: el intensivo, semi-intensivo y el extensivo (Chávez-Espinoza *et al.*, 2021). La gran mayoría de los caprinos (70%) son producidos en sistemas de producción extensivos, en regiones áridas y semiáridas del país, las razas predominantes son Alpina, Saanen,

Toggenburg, LaMancha, Nubia y Boer. La principal función productiva de los caprinos en México es la producción de carne y leche (Tajonar *et al.*, 2022). La caprinocultura es diversa, según la región o el estado del país; por ejemplo, en el Altiplano de Tamaulipas, la caprinocultura extensiva es una de las principales actividades pecuarias, y se caracteriza por desarrollarse en poblaciones con bajo desarrollo económico y poca disponibilidad de recursos naturales. Los principales productos que se obtienen de los caprinos son el queso y el cabrito (Vázquez-Rocha *et al.*, 2024). En Guanajuato, está fuertemente enfocada a la producción de dulces de leche y quesos finos, los sistemas de producción en su mayoría se desarrollan en confinamiento, con diferente grado de tecnificación (Santos-Lavalle *et al.*, 2018).

2.2 Importancia y manejo del macho en las unidades de producción

El macho caprino es de gran importancia en las unidades de producción. Su relevancia radica en que proporciona el 50% del material genético para la creación de crías. Además, el uso de machos caprinos con características sobresalientes, es una de las maneras más rápidas de llevar a cabo la mejora genética del rebaño. Sin embargo, en la mayoría de las unidades de producción, el macho permanece poco tiempo, ya que este se utiliza como fuente de carne para consumo humano. En algunos países, el 45% de los cabritos son sacrificados entre los 7 y 28 días de edad, algunas de las canales son destinadas para el consumo humano, mientras que el resto se usa para la elaboración de alimentos para mascotas (Meijer *et al.*, 2021).

Existen varias razones por las cuales puede llegar a ser indeseable mantener cabritos y machos caprinos en las unidades de producción por periodos de tiempo prolongado (después del destete), a pesar de que el manejo y tiempo que requiere de inversión es poco en comparación con el que se les dedica a las hembras (Ridler *et al.*, 2012). Una de ellas es el costo de alimentación, ya que la máxima utilidad del macho caprino es durante la época de empadre, posterior a este periodo el macho no realiza ninguna actividad redituable para la unida de producción. Otro factor es su intenso olor, a menudo considerado desagradable para algunas personas (Van Lancker *et al.*, 2005).

El olor característico del macho caprino se intensifica durante la época reproductiva, las fuentes de su aroma característico son las secreciones glandulares y la orina que los machos dispersan sobre su cuello y abdomen. La función del olor del macho es meramente reproductiva, ya que tiene la capacidad de atraer hembras y estimular la ovulación (Claus *et al.*, 1990). La feromona del macho caprino, responsable de estas respuestas en la hembra es el 4-etiloctanal (Murata *et al.*, 2014). Además el olor del macho cabrío también puede impregnar la leche de las cabras, por lo que se recomienda mantenerlo alejado de las hembras ubicadas en unidades de producción lechera (Smith *et al.*, 1984). Existen varias glándulas responsables del olor característico del macho, algunas de ellas son las cornuales, las subcaudales y las del prepucio (Van Lancker *et al.*, 2005). De las anteriores, las primeras son las que contribuyen en mayor medida al olor característico del macho.

De acuerdo con Gonzales-Bulnes y colaboradores, el macho, cuando entra en la época de reposo sexual, tiende a disminuir la cantidad de LH y testosterona en el sistema; debido a esto, el olor que secreta disminuye. Por tanto, el efecto que infunde sobre la hembra se ve disminuido, este estado se puede contrarrestar exponiendo al macho a luz artificial por un periodo prolongado de tiempo, simulando días largos. El efecto que tiene el macho sobre la hembra, se le conoce como "efecto macho". Este involucra el tacto, oído, olfato, y la vista; cuando el macho está en contacto directo con la hembra es cuando se obtiene una mayor respuesta a este efecto. Aunque se tiene resultados contradictorios en la literatura, ya que algunos autores aseguran que el efecto macho tiene un efecto luteinizante en la hembra, y otros en contra parte mencionan que el efecto luteinizante es prácticamente nulo (Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2004)

2.3 Aspectos reproductivos del macho caprino

El macho caprino alcanza la pubertad cuando tiene la capacidad de demostrar deseo sexual por la hembra, exterioriza el pene, monta, penetra, y eyacula dentro del tracto reproductivo de la hembra. Además, produce espermatozoides motiles en el eyaculado (de Souza *et al.*, 2011). La edad a la que los machos caprinos alcanzan la pubertad es variable. En el caso de machos caprinos de la raza Anglo-Nubia, se reporta que esta etapa reproductiva se alcanza a las 20 semanas de edad (de Souza *et al.*, 2011). En los machos de la raza Beetal, la edad a la pubertad suele presentarse entre las 34-36 semanas de edad (Amjad *et al.*, 2021).

El inicio de la actividad reproductiva del macho caprino está controlado por el perfil hormonal, específicamente el de testosterona. Esta hormona es producida por las células de Leydig del testículo, en respuesta a la hormona LH, y es la reguladora del deseo sexual del macho, sus características físicas y la espermatogénesis. Esta se define como el periodo de tiempo que le lleva al testículo producir células espermáticas, tiene una duración de 48 días aproximadamente (França *et al.*, 1999 ;Smith & Walker, 2014). En el macho de la raza Boer, la espermatogénesis da inicio a los 84 días de edad, y los primeros espermatozoides pueden ser localizados en los túbulos seminíferos de los testículos a los 140 días de edad (Skinner, 1970). La producción diaria de espermatozoides en el macho caprino es de 2.77×10^9 (Leal *et al.*, 2004).

Los testículos del macho son los encargados de la producción de espermatozoides. El tamaño de los testículos suele tener una relación positiva con la capacidad del macho para producir espermatozoides. El diámetro de los testículos no suele ser medido en los machos, pero sí el diámetro escrotal. En machos de las razas Afar y Somali, la circunferencia escrotal puede variar de 20 a 21 cm (Gemeda & Workalemahu, 2017). En machos criollos de la Comarca Lagunera, México, la circunferencia escrotal se ha reportado de 27 cm (Delgadillo *et al.*, 2020). En sementales alpinos jóvenes y adultos,

la circunferencia escrotal es de 27 y 33 cm. En la raza Sannen, las machos jóvenes y adultos presentan una circunferencia escrotal de 28 y 34 cm (Santos *et al.*, 2006).

La cantidad de espermatozoides presentes en el eyaculado del semental es variable, dependiendo de la edad. En sementales jóvenes, la concentración espermática total suele ser menor en comparación con los machos adultos (1.7 vs 2.4×10^9 espermatozoides) (Santos *et al.*, 2006).

2.4 Comportamiento sexual del macho caprino

El macho caprino se caracteriza por presentar una serie de comportamientos bien definidos, algunos de los más relevantes incluyen el acercamiento lateral del macho hacia la hembra, el olfateo del área perianal, el reflejo de Flhemen, vocalizaciones, intentos de monta, montas con penetración (García-García *et al.*, 2020), otros comportamientos que pueden o no observarse en el macho caprino durante su exposición a hembras es la exteriorización del pene, la auto estimulación sexual y la aspersión de orina en la parte ventral del semental (Corneliu-Gaspar *et al.*, 2023). Estos pueden ser clasificados como apetitivos y de consumación. Los primeros son los que el macho despliega para mostrar interés por la cabra, mientras que los segundos son los que conllevan al apareamiento como tal, por ejemplo, la monta (Espinosa-Cervantes *et al.*, 2013). El macho caprino puede montar hasta nueve veces al día, la mayoría de la actividad sexual la realiza a partir del atardecer hasta el mediodía (Mellado *et al.*, 2000).

Existen varios factores que pueden modificar el patrón de comportamiento sexual normal del macho caprino. Por ejemplo, se ha reportado que el tipo de protocolo de sincronización, utilizado para inducir el celo de las cabras, modifica algunas de las variables de comportamiento sexual del macho caprino. En cabras sincronizadas con un protocolo de 5 días, se observó en machos un mayor número de conductas apetitivas en comparación con las cabras sincronizadas con un protocolo de 11 días (García-García *et al.*, 2020). Esto podría atribuirse a una mayor eficiencia en la inducción del celo en las cabras sincronizadas con los protocolos de mayor duración,

ya que se especula que las hembras en celo no requieren un esfuerzo mayor de convencimiento, por parte del macho, para llevar a cabo la interacción sexual (García-García *et al.*, 2020).

Las interacciones sociales del macho también influyen en su capacidad para mostrar determinados elementos del comportamiento sexual. En un estudio se demostró que los machos caprinos, criados en compañía de hembras, mostraban un mayor número de montas, montas con eyaculación, acercamientos laterales y olfateos del área perianal cuando eran expuestos a hembras en celo, en comparación con machos que habían sido criados sin la compañía de hembras. Además de lo anterior, el comportamiento homosexual (copulación entre machos) se presentó con mayor frecuencia en los machos que no habían tenido interacción previa con hembras (Lacuesta *et al.*, 2018).

La edad, la experiencia sexual del macho y la presencia de cuernos son otros factores que se sabe afectan la intensidad del comportamiento del macho. Esto está estrechamente relacionado con el estatus jerárquico del animal, ya que la experiencia y presencia de cuernos generalmente son atributos que favorecen al macho. Al respecto, los machos con experiencia realizan un menor número de reflejos de Flhemen (0.9) en comparación con los machos sin experiencia (2.9). Con respecto a la presencia de cuernos, se ha reportado que los machos con cuernos realizan un mayor número de montas (15.7) que aquellos que son acornes (5.0) (Karaca *et al.*, 2016). La raza es otro factor que influye en la intensidad del comportamiento sexual del macho caprino. Los machos caprinos de la raza Damasco muestra un menor número de vocalizaciones (8 vs 33), olfateos (8 vs 44) y eyaculaciones (1 vs 3) en comparación con machos caprinos de la raza Nubia (Darwish & Mahboub, 2011).

La época del año es otro de los factores que regula el comportamiento sexual del macho. En un estudio llevado a cabo en el estado de Guerrero, México, se observó que los machos caprinos muestran un mayor comportamiento sexual (reflejos de

Flhemmen, olfateo de la hembra e intentos de monta) durante los meses de noviembre a mayo, en comparación con el resto del año (Ponce-Covarrubias *et al.*, 2023).

2.5 Factores que afectan la calidad de muestras seminales

La obtención de muestras seminales de calidad es de gran relevancia para los técnicos especialistas en reproducción animal, así como para los productores, ya que esta determina la utilidad que se le pudiera dar al semental y a la dosis. Es decir, no se puede recomendar el uso de sementales y dosis de baja calidad, ya que se comprometería la fertilidad de la hembra y la rentabilidad de la unidad de producción. Existen varios factores que pueden afectar negativamente la calidad de la muestra seminal, y es importante que se tengan en cuenta, para minimizar sus efectos negativos, o bien para disminuir la variabilidad en la calidad de las muestras colectadas. A continuación, se revisan algunos de los principales factores que afectan la calidad de las muestras seminales.

La dieta y peso del animal tiene un efecto directo sobre varios aspectos reproductivos del macho. Las dietas deficientes en vitaminas y minerales causan una disminución en el peso vivo del animal (86 vs 90 kg), la circunferencia escrotal (32 vs 34 cm), la concentración espermática (3.4 vs 3.8×10^9), y el porcentaje de espermatozoides motiles (85 vs 88%) en comparación con los machos alimentados con dietas que contenían vitaminas y minerales (Pascal *et al.*, 2023). De manera similar, la suplementación de selenio y zinc incrementó en un 24 y 37% la concentración espermática en comparación con los sementales no suplementados (Ghorbani *et al.*, 2018).

El efecto de la nutrición puede ser explicado desde diferentes ángulos; por ejemplo, el peso del animal. Al respecto, los machos caprinos pesados (33 vs 44 kg) tienen una circunferencia (26 vs 29 cm) y volumen testicular (400 vs 481 cm³) superior a los machos caprinos de bajo peso corporal (Sultan *et al.*, 2023). Además, también se ha observado que los machos caprinos alimentados con dietas de buena calidad

presentan un mayor volumen testicular a los machos alimentados con dietas de baja calidad (Walkden-Brown *et al.*, 1994).

La raza del semental es otro factor conocido por afectar la calidad de las muestras seminales. En un estudio se obtuvo una media de volumen, concentración total y espermatozoides motiles de 1.17 mL, 4.18×10^9 y 63%, respectivamente. Sin embargo, cuando se analizó el efecto de raza, se pudo observar que en comparación con machos caprinos de las razas Saanen y Damascos, los machos de la raza Alpina produjeron las muestras seminales con un mayor volumen (1.27 vs 1.15 y 1.09 mL para las razas Alpina, Saanen y Damasco, respectivamente), el mismo patrón se observó en la variable de concentración espermática total (4.55 vs 4.06 vs 3.93×10^9 para las razas Alpina, Saanen y Damasco, respectivamente). Contrario a las variables anteriores, los valores de la variable espermatozoides motiles fue menor en los sementales Alpinos (59 vs 64 vs 64% para las razas Alpina, Saanen y Damasco, respectivamente) (Karagiannidis *et al.*, 2000). En otro estudio, la consistencia espermática fue mayor en los machos caprinos de la raza Toggenburg que en los de la raza Saanen (2.94 vs 1.76) (Gore *et al.*, 2020a).

La época del año es otro factor que afecta el desempeño reproductivo de los sementales. Se sabe que los caprinos presentan un mejor desempeño durante la época de días cortos, en comparación con los días largos del año. Al respecto, la media de montas efectivas (1.5 vs 2.5) y la concentración espermática (2.3 vs 4.5×10^6) fue mayor durante la época de otoño-invierno que en la de primavera verano (Silvestre *et al.*, 2012). En otro estudio, se demostró que la motilidad masal fue mayor en el otoño en comparación con el verano (3.1 vs 1.6) (Ungerfeld *et al.*, 2021). Las variaciones estacionales en la calidad seminal de los machos caprinos está regulada por el fotoperiodo, el cual a su vez regula la secreción de melatonina, y esta a su vez se encarga de regular la activación del eje reproductivo del machos, estimulando la producción de testosterona, y con esto el libido y la producción de espermatozoides (Carrillo *et al.*, 2010; Smith & Walker, 2014).

2.6 Jerarquía social

La jerarquía social se organiza por rangos entre individuos de un mismo grupo, un solo individuo puede tener diferentes rangos según sean las interacciones con los demás individuos del grupo. Por tanto, la jerarquía no es absoluta para ningún individuo de un grupo. Esta se ve afectada por las interacciones entre los individuos, las cuales pueden ser agresivas o de desplazamiento (Ungerfeld *et al.*, 2021).

Los rangos sociales se dividen entre dominantes y subordinados. Los machos dominantes tienen mayor acceso a parejas sexuales, alimentos y una mejor salud (Qu & Dreher, 2018). Además, el tamaño y el peso de los machos dominantes, así como también el olor que emanan de la cabeza, cuernos y hombros suele ser mayor que el de los subordinados, posiblemente debido a una mayor concentración de testosterona en su organismo (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018).

En un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Nuevo León, con machos cabríos de un año, se observó que la posición de dominancia afecta la intensidad del comportamiento sexual y el número total de espermatozoides en el eyaculado, disminuyendo de 84.60 a 28.50×10^6 espermatozoides en machos subordinados (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018). Además, se observó que después de agrupar los machos dominantes y subordinados, la concentración espermática disminuye, de 192.20 a $82.50 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. Sin embargo, el agrupamiento de machos con distinto nivel jerárquico no afectó la circunferencia escrotal, el número total de espermatozoides con motilidad progresiva y volumen del eyaculado (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018). Por otra parte, en un estudio realizado al norte de México, utilizando carneros Dorper de 3 años, se encontraron diferencias en la circunferencia escrotal entre los machos dominantes y los subordinados (40.00 vs 30.40 cm, para los machos dominantes y subordinados) (Véliz-Deras *et al.*, 2022).

En otro trabajo de investigación, se demostró que el agrupamiento de sementales genera estrés en los animales, lo cual se evidencia mediante un aumento en las concentraciones sanguíneas de cortisol. Las cuales, durante los primeros 60 minutos, son mayores en el grupo de sementales con menor tiempo en el corral. Además, se observó una disminución en la concentración de espermatozoides y el número total de espermatozoides en el eyaculado (Giriboni *et al.*, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y bienestar animal

El estudio se llevó a cabo en una unidad de producción caprina localizada en el Ejido Nuevo León, Mexicali, México. El Comité de Evaluación de Ética de la Investigación y Postgrado del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, México; los procedimientos experimentales y el manejo de los animales fueron aprobados por el comité.

Las unidades experimentales (10 machos caprinos, 2.13 ± 0.17 años de edad, un Boer y nueve Boer x Rojo Kalahari, 26.92 ± 2.90 cm de circunferencia escrotal y 66.80 ± 3.22 kg de peso corporal) fueron alojados en corraletas individuales por al menos ocho meses previos al inicio del estudio. El día cero del estudio, los machos fueron ayunados por al menos 16 h, y luego fueron colocados en un solo corral. Se les proporcionó heno de alfalfa en 5 comederos (cada comedero permite el acceso a un macho a la vez). Los machos cabríos que comieron en el mismo comedero por más de 1 minuto se asignaron al grupo de machos Dominantes, y el resto se asignó al grupo de machos Subordinado (Sánchez-Dávila et al., 2018a). Los machos permanecieron en el mismo corral por un periodo de 31 semanas. Las características morfológicas de los animales en cada grupo experimental se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características morfológicas de los machos cabríos dominantes y subordinados

Características*	Grupo	
	Dominante (n=5)	Subordinado (n=5)
Peso corporal (kg)	66.60±3.04	67.0±3.74
Circunferencia escrotal (cm)	27.60±2.91	26.90±3.22
Largo del cuerpo (cm)	137.40±7.30	132.80±6.94
Altura (cm)	82.20±1.30	81.70±1.09
Perímetro torácico (cm)	98.70±4.05	93.0±22.99
Espacio entre los ojos (cm)	16.10±1.34	15.60±1.08
Tamaño de cuernos	36.43±6.08	38.40±5.82

*Las medidas se tomaron usando una cinta de plástico flexible como se describe previamente en la literatura citada (Sifuentes-Lamónt *et al.*, 2022). Largo del cuerpo: largo de la base de la cola hasta la punta del hocico. Altura: altura desde la base del miembro anterior hasta la cruz). Tamaño del cuerno: distancia promedio entre la base y la punta de ambos cuernos.

3.2 Alimentación y alojamiento de los animales

Los machos cabríos fueron alojados en un solo corral (5.3 × 10.3 m, con dos áreas de sombra, una de 2.6 × 5.3 m y otra de 3.4 × 2.9 m). Los animales fueron alimentados con heno de alfalfa (1600 g⁻¹ macho⁻¹ d⁻¹) a las 08:00 (800 g) y a las 17:00 (800 g) y tuvieron acceso *ad libitum* al agua.

3.3 Periodo de evaluación

El peso corporal de los machos cabríos se registró cada semana. Para detectar un efecto a corto plazo del estatus social (dominante vs subordinado), se les midió la circunferencia escrotal, análisis de semen, de comportamiento sexual y social cada

dos días, desde el día cero (primer día de agrupamiento) hasta el sexto día después del agrupamiento, y luego cada semana durante 26 semanas para establecer un efecto a largo plazo del estatus social.

3.4 Colección de semen y variables reproductivas

Los testículos de cada macho fueron presionados, desde su parte anterior, en dirección caudal, y se midió su circunferencia escrotal en la parte más ancha, utilizando una cinta métrica flexible. Las muestras de semen se recolectaron mediante vagina artificial y una cabra que no estaba en celo. El tiempo de reacción se determinó mediante la medición del tiempo transcurrido entre la liberación del macho desde un punto fijo (40 cm desde la base de la trampa de contención de la hembra y las extremidades del semental), hasta la eyaculación. El volumen del eyaculado se determinó mediante pesaje (Mocé *et al.*, 2020). Una muestra de 5.0 μL de semen se diluyó en agua (1:400) para determinar la concentración de espermatozoides utilizando una cámara de Neubauer (Gore *et al.*, 2020b).

Otra muestra de semen de 5.0 μL se diluyó (1:200, Triladyl®: 60% agua, 20% yema de huevo y 20% triladyl). La muestra de semen diluida se colocó en un baño María (28.0 °C) para su posterior análisis. Se tomaron 10 μL de la muestra de semen diluida y se colocaron en un porta objetos con un cubre objetos (22 x 22 mm), y se visualizó con el objetivo de 40X, para contar el número de espermatozoides motiles y el número de células espermáticas con motilidad progresiva, cada conteo se llevó a cabo en muestras separadas, y en cada muestra se contaron 100 células espermáticas.

El número de espermatozoides normales y vivos se determinó mediante el barrido, sobre un portaobjetos, de una muestra de semen diluida a partes iguales con eosina nigrosina. El barrido se examinó utilizando el objetivo 100X de un microscopio y aceite de inmersión. La determinación de la integridad de membrana se llevó a cabo mediante el conteo del número de espermatozoides que presentaban torsión de la cola, después de que una muestra de 17 μL de semen diluido se mezclara con 69 μL de NaCl al 0.4%

y 14 μ L de eosina-negrosina.(Padrik et al., 2012) Una muestra de 10 μ L de la mezcla se colocó en un porta objetos cubierto con un cubre objetos (22 x 22 mm), y se visualizó a 40X, se contaron 100 células espermáticas, y se determinó el número que presentaba torsión de la cola.

3.5 Conducta social antes y después del ofrecimiento de alimento

Se registraron las interacciones sociales (número de golpes proporcionados y recibidos, amenazas, peleas, persecuciones, escapes, montas realizadas y montas recibidas) entre machos cabríos dominantes y subordinados durante 12 minutos antes y durante el ofrecimiento de alimento. Un grupo de cinco técnicos capacitados realizó la evaluación de las interacciones sociales, asignándose dos machos a cada uno de ellos. Las mediciones se llevaron a cabo justo antes de iniciar la colecta y evaluación de las muestras seminales.

3.6 Actividad sexual en machos cabríos

Para evaluar la actividad sexual de los machos, se permitió el contacto físico, durante tres minutos, entre un macho a la vez y 15 cabras ubicadas en un corral de 5.3 x 10.3 m. Se contabilizó el número de intentos de monta, olfateo de una cabra (área ano-genital), vocalización y exteriorización del pene. Además, se registró con un cronómetro el tiempo que cada macho pasó en otras actividades (comer o explorar) no relacionadas con la actividad sexual. Las mediciones se llevaron a cabo inmediatamente después de la colecta de semen.

3.7 Análisis estadístico

Con el objetivo de comparar con justeza los dos tratamientos y para aprovechar al máximo el tamaño de muestra, las variables de respuesta fueron analizadas con modelos lineales generalizados mixtos, y modelos lineales generales y mixtos con medidas repetidas en el tiempo. Para las variables continuas se utilizaron modelos

lineales generales y mixtos. Las variables categóricas (dicotómicas) se analizaron con modelos lineales generalizados mixtos con regresión Binomial, y en el caso de las variables categóricas (conteo) se utilizó la regresión Poisson. El paquete estadístico utilizado fue Infostat, incorporando los paquetes estadísticos de R, versión 3.6.3.

Modelo para las variables categóricas analizadas:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_o + G_i + T_j + GT_{ij} + M_k$$

Es un modelo lineal generalizado mixto, donde:

p Es la probabilidad de que ocurra la variable respuesta

β_o Es el intercepto

G_i Es el efecto del grupo i

T_j Es el efecto del tiempo j

GT_{ij} Es el efecto de la interacción del grupo i con el tiempo j

M_k Es el efecto del macho k

Modelo para las variables continuas:

$$y_{ijk} = \mu + G_i + T_j + GT_{ij} + ID_k + \varepsilon_{ijk}$$

Es un modelo lineal generalizado y mixto, donde:

y_{ijk} Es el valor de la variable respuesta en la semana i con el tratamiento j en el experimento K

μ Es la media general

G_i Es el efecto del grupo i

T_j Es el efecto del tiempo j

GT_{ij} Es el efecto de la interacción del grupo i con el tiempo j

ID_k Es el efecto del macho k

ε_{ijk} Es el error aleatorio cometido en el grupo i con el tratamiento j en el macho K

IV. RESULTADOS

Los efectos a corto plazo de la jerarquía social sobre las variables de calidad espermática, el comportamiento sexual y social de machos caprinos se presentan en los Cuadros 2-4. Durante los primeros seis días de agrupamiento, los machos dominantes produjeron muestras seminales con una mayor motilidad progresiva que los del grupo subordinado ($p < 0.05$) (Cuadro 2). El resto de las variables relacionadas con la calidad espermática no fueron afectadas ($p \geq 0.05$) por el efecto a corto plazo de la jerarquía social. Durante la exposición de los sementales caprinos a hembras, no se observaron diferencias ($p \geq 0.05$) en ninguna de las variables de comportamiento sexual evaluadas (Cuadro 3). Los comportamientos de intento de monta, monta y exteriorizaciones del pene tuvieron una baja o nula incidencia en ambos grupos, por lo que no fueron analizados. El número de interacciones sociales, antes y después del ofrecimiento de alimento, no fueron afectadas por el nivel de jerarquía ($p \geq 0.05$). Los comportamientos de persecución, escapes, intentos de monta, reflejos de Flhemen y micciones antes y durante el ofrecimiento de alimento, así como el número de encuentros y amenazas durante la alimentación, tuvieron poca incidencia en ambos grupos, por lo que no fueron analizados.

Cuadro 2. Calidad espermática de machos caprinos dominantes y subordinados durante los primeros seis días de agrupamiento

Variable	Grupo		Valor de P
	Dominante	Subordinado	
Circunferencia escrotal (cm)	26.98±0.93	28.51±0.93	0.2784
Volumen (mL)	0.70±0.17	0.47±0.17	0.3701
Concentración espermática ($\times 10^6$ mL ⁻¹)	3760.0±436.51	2492.0±436.51	0.0740
Espermatozoides motiles (%)	90.0±1.0	87.0±2.0	0.2445
Espermatozoides con motilidad progresiva (%)	99.00±0.26	98.0±1.0	0.0158
Integridad de membrana (%)	22.00±3.0	19.0±3.0	0.4118
Espermatozoides normales (%)	97.0±1.0	97.0±1.0	0.9844
Espermatozoides vivos (%)	97.0±1.0	96.0±1.0	0.4760
Tiempo de reacción (s)	11.94±2.51	17.42±2.51	0.1609

Cuadro 3. Frecuencia de comportamientos sexuales de machos caprinos dominantes y subordinados durante los primeros seis días de agrupamiento

Variable	Grupo		Valor de P
	Dominante	Subordinado	
Reflejo de Flehmen	0.37±0.21	0.76±0.34	0.3212
Exteriorización del pene	2.3E-4±1.70	5.9E-9±0.06	0.9999
Vocalización	1.10±0.56	1.65±0.76	0.5557
Olfateo	11.28±1.96	10.24±1.84	0.7004
Tiempo explorando	88.37±13.24	83.83±13.24	0.8175

Cuadro 4. Interacciones sociales (12 minutos antes (A) y después (D) del consumo de alimento) de machos caprinos dominantes y subordinados durante los primeros seis días de agrupamiento

Variable	Grupo		Valor de P
	Dominante	Subordinado	
Golpes proporcionados-A	1.29±0.36	0.60±0.22	0.1007
Golpes proporcionados-D	1.2E-7±7.1E-5	0.50±0.21	0.9798
Golpes recibidos-A	1.43±0.50	0.88±0.33	0.3523
Amenaza-A	0.58±0.27	0.48±0.24	0.1777
Encuentros-A	2.19±0.83	1.02±0.42	0.1470
Vocalización-A	1.69±1.18	0.02±1.06	0.9429
Vocalización-D	0.01±6.81	0.01±12.98	0.9998

Los efectos a largo plazo de la jerarquía social sobre las variables de calidad espermática, el comportamiento sexual y social de machos caprinos se presentan en los Cuadros 5-7. El peso vivo de los sementales no fue afectado ($p \geq 0.05$) por nivel de jerarquía (71.43 ± 1.12 vs 68.81 ± 1.12 kg para los grupos dominante y subordinado). Después de siete meses del agrupamiento de machos dominantes y subordinados, las muestras seminales de los machos subordinados presentaron valores más altos ($p < 0.05$) en la variable integridad de membrana, en comparación con los machos del grupo dominante. El resto de las variables relacionadas con la calidad espermática no fueron afectadas por el efecto del nivel de jerarquía a largo plazo.

Los comportamientos de intento de monta y monta tuvieron una baja incidencia en ambos grupos, por lo que no fueron analizados. El número de vocalizaciones fue mayor ($p < 0.05$) en el grupo de machos dominantes en comparación con el de subordinados. El resto de las variables de comportamiento sexual no fueron afectadas por el nivel de jerarquía (Cuadro 6). Las interacciones sociales antes y después del ofrecimiento del alimento no fueron afectadas, después de 26 semanas de agrupamiento de los sementales dominantes y subordinados.

Cuadro 5. Calidad espermática de machos caprinos dominantes y subordinados durante siete meses de agrupamiento

Variable	Grupo		Valor de P
	Dominante	Subordinado	
Circunferencia escrotal (cm)	27.16±0.84	29.28±0.84	0.1136
Volumen (mL)	0.68±0.08	0.62±0.08	0.5844
Concentración espermática ($\times 10^6$ mL ⁻¹)	3582.14±229.63	3412.26±229.63	0.6172
Espermatozoides motiles (%)	85.0±20.0	85.0±10.0	0.7771
Espermatozoides con motilidad progresiva (%)	96.0±10.0	97.0±10.0	0.2809
Integridad de membrana (%)	17.0±1.0	19.0±1.0	0.0471
Espermatozoides normales (%)	96.0±0.032	96.0±0.04	0.1399
Espermatozoides vivos (%)	95.0±0.036	95.0±0.037	0.5105
Tiempo de reacción (s)	16.66±1.88	14.98±1.88	0.5460

Cuadro 6. Frecuencia de comportamientos sexuales de machos caprinos dominantes y subordinados durante siete meses

Variable	Grupo		Valor de P
	Dominante	Subordinado	
Reflejo de Flehmen	0.51±2.98	0.98±0.16	0.9111
Exteriorización del pene	0.02±21.09	0.01±10.10	0.9997
Vocalización	3.19±0.40	1.92±0.26	0.0069
Olfateo	11.35±0.72	12.26±0.78	0.3923
Tiempo explorando (s)	49.7±4.74	49.6±4.75	0.9828

Cuadro 7. Interacciones sociales de machos caprinos dominantes y subordinados durante siete meses antes (A) y después (D) del ofrecimiento del alimento

Variable	Grupo		Valor de P
	Dominante	Subordinado	
Golpes proporcionados-D	4.0E-5±1.32	7.2E-4±13.24	0.9999
Golpes recibidos-A	1.2E-8±7.9E-5	2.2E-7±1.2E-3	0.9997
Golpes recibidos-D	7.5E-5±0.11	0.02±15.54	0.0563
Amenaza-A	6.7E-11±1.9E-6	3.6E-11±1.1E-6	0.9999
Amenaza-D	4.7E-9±4.2E-4	3.3E-10±2.0E-5	0.9999
Peleas-A	1.6E-5±0.02	3.0E-6±3.2E-3	0.9991
Peleas-D	8.8E-4±1.23	1.6E-3±1.80	0.9997
Montas recibidas-A	3.3E-11±8.2E-7	2.0E-9±5.0E-5	0.9999
Reflejo de flehmen-A	0±8.1E-7	0±9.0E-7	0.9999
Vocalización-A	0.70±64.24	2.26±178.24	0.9923
Vocalización-D	0.01±3.61	0.01±3.46	0.9999

V. DISCUSIÓN

El ganado caprino tiene una jerarquía social bien definida. Generalmente, esta jerarquía se define mediante el establecimiento de los estatus dominante y subordinado. Los medios que los animales utilizan para establecer su rango dentro de la jerarquía social, normalmente incluyen la manifestación de comportamiento agonistas; por ejemplo, en situaciones de competencia, por agua, alimento, espacio o hembras, los machos establecen su dominio sobre los subordinados mediante agresiones físicas. Este tipo de comportamiento suele ser reforzado por la presencia de cuernos, los cuales se utilizan como arma, y se ha reportado que el 85% de los sementales dominantes presentan cuernos (Calderón-leyva & Sifuentes-lamont, 2024). Sin embargo, en condiciones donde se presente la competencia entre sementales, la dominancia de los sementales se establece mediante acercamientos e intimidación (Ortíz *et al.*, 2001).

En el presente estudio, la presencia de cuernos fue uniforme entre las unidades experimentales, y el establecimiento de la jerarquía se llevó a cabo mediante comportamientos agonistas, generados por la competencia por el alimento, el cual incluía a todos los sementales en un mismo tiempo. Lo anterior es de relevancia, ya que otros estudios han definido la jerarquía social mediante el establecimiento de parejas de sementales; es decir, la posición de dominante y subordinado se establece a partir de la exposición de dos sementales a la vez a un ambiente de competencia (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018). Este acercamiento no es del todo correcto, ya que un mismo animal puede ocupar el puesto de dominante y subordinado al mismo tiempo, dependiente del tipo de animal con el que esté emparejado.

El nivel de jerarquía de cada animal se establece justo después del agrupamiento de los mismos. Este suele ser un evento estresante para los animales, ya que se incrementan los encuentros agresivos. El estrés, por efecto del agrupamiento, se ve reflejado por un aumento en las concentraciones de cortisol, aunque es pasajero; ya que las concentraciones de esta hormona regresan a niveles basales en machos cabríos dominantes y subordinados, aproximadamente 4 h después del agrupamiento

(Sánchez-Dávila *et al.*, 2018). Además, el agrupamiento puede ocasionar un aumento en la temperatura corporal, y una disminución en el peso del animal, la circunferencia escrotal y la calidad espermática (Giriboni *et al.*, 2015).

La calidad espermática a corto (6 días) y largo plazo (7 meses) se vio afectada de manera diferenciada por el nivel de jerarquía de los sementales caprinos utilizados en el presente estudio. Durante los primeros seis días del agrupamiento, los machos dominantes produjeron muestras seminales con una mayor motilidad progresiva. Además, los machos dominantes tendieron a presentar mayor concentración espermática, en comparación con los subordinados. Esta tendencia no fue detectada cuando se tomó en cuenta todo el periodo experimental (siete meses). Por otro lado, la única variable, relacionada con la calidad espermática, que fue afectada por el efecto a largo plazo de la jerarquía social fue la integridad de membrana, a favor de los machos subordinados.

La disminución en la concentración espermática del eyaculado ha sido reportada en otros estudios. En un estudio con sementales ovinos se reportó que los machos dominantes produjeron muestras seminales 30% más concentradas que los machos subordinados (Véliz-Deras *et al.*, 2022), otros investigadores han reportado que los sementales ovinos dominantes producen muestras seminales con 45% más de células espermáticas (Sifuentes-Lamont *et al.*, 2022). Además de una mayor concentración espermática (49%), se ha reportado que los carneros dominantes producen eyaculados con un mayor volumen (0.31 vs 0.81 mL), en comparación con los subordinados (Calderón-leyva & Sifuentes-lamont, 2024). Sin embargo, en otros estudios con machos caprinos, a pesar de que se observó una disminución en la concentración espermática por efecto del agrupamiento (de 192.2 a 85×10^6 espermatozoides mL^{-1}), la disminución de esta variable fue similar tanto en machos dominantes como subordinados (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018).

La disminución en la concentración espermática en machos subordinados, en comparación con sementales dominantes, después del agrupamiento puede ser

explicada por una disminución en la circunferencia escrotal. La literatura indica que la circunferencia escrotal disminuye del día 5 al 13 del agrupamiento (Giriboni *et al.*, 2015), y los machos dominantes tienen una mayor circunferencia escrotal, en comparación con los machos subordinados (30 vs 40 cm) (Véliz-Deras *et al.*, 2022). Se sabe que existe una relación positiva entre el tamaño de los testículos y la capacidad del animal para producir espermatozoides. Sin embargo, en el presente estudio no se registraron diferencias en la circunferencia escrotal durante todo el periodo experimental. La falta de diferencia significativa en la comparación de concentración espermática entre machos dominantes y subordinados, durante los primeros días del agrupamiento, pudo deberse a un reducido tamaño de muestra.

El comportamiento sexual de los machos caprinos, en el presente trabajo de investigación, no se vio afectado por la jerarquía social durante los primeros seis días del agrupamiento, aunque los machos dominantes realizaron un mayor número de vocalizaciones después de 26 semanas de agrupamiento. A diferencia de nuestros resultados, donde se observa poca o nula diferencia en el comportamiento sexual entre machos dominantes y subordinados, la literatura científica indica que los machos subordinados realizan 275% más reflejos de Flehmen, 43% menos aproximaciones laterales, 236% más intentos de monta, 214% menos montas y 211% menos montas con eyaculación que los machos dominantes, cuando son expuestos de manera individual a una hembra estrogenizada (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018). En sementales ovinos, se registró que los carneros dominantes realizan un mayor número de montas (19 vs 28.5) y un menor número de olfateos (43.7 vs 47.8) en comparación con los subordinados, sin diferencias entre ambos en el número de reflejos de flehmen (6.4 vs 4.6 para los grupos subordinados y dominantes) (González-Tavizón *et al.*, 2022). Otros investigadores reportan que el número de reflejos de Flehmen (0.82 vs 1.05) y olfateos (2.0 vs 5.0) no fueron diferentes entre machos subordinados y dominantes. Sin embargo, las montas con eyaculación fueron mayores en los machos dominantes que en los subordinados (2.55 vs 0.25) (Sifuentes-Lamónt *et al.*, 2022).

Los estudios, en los cuales se observó un mayor desempeño sexual de los machos dominantes en comparación con los subordinados, tienen en común que la evaluación de los sementales se llevó a cabo con hembras en celo (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018b; Ungerfeld *et al.*, 2023). Contrario a lo anterior, en el presente trabajo de investigación se utilizaron hembras no gestantes, y que en la mayoría de los periodos de muestreo no se encontraban en celo. Esto pudo haber sido un factor determinante, ya que se ha reportado que no existen diferencias en cuanto a la capacidad de dominantes y subordinados para inducir el celo en ovejas anovulatorias (81 vs 89.4% para subordinados y dominantes) (González-Tavizón *et al.*, 2022); mientras que otros indican que los machos subordinados muestran un mayor desempeño sexual cuando son expuestos a ovejas en celo, después de haber visto a un macho dominante tener contacto sexual con un grupo de ovejas (Ungerfeld *et al.*, 2019).

Se puede decir entonces que las diferencias en algunas de las variables de desempeño sexual entre machos dominantes y subordinados son circunstanciales (intento de monta y monta con penetración), y se hacen más evidentes cuando los machos son expuestos a hembras en celo. Por otra parte, se desconoce la razón por la cual los machos dominantes llevaron a cabo un mayor número de vocalizaciones, ya que esta variable no suele ser reportada en la literatura (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018b; Sifuentes-Lamónt *et al.*, 2022; Ungerfeld *et al.*, 2019). Se sabe que las vocalizaciones son parte del comportamiento sexual normal del macho, y suele utilizarlas para estimular el comportamiento del celo en las cabras (Delgadillo *et al.*, 2012). Por tanto, se puede suponer que el mayor número de vocalizaciones, por parte de los machos dominantes, pudiera deberse a un mayor intento de este grupo de animales por estimular la actividad sexual en las hembras.

El número de interacciones sociales, antes y después del consumo de alimento, no se vieron afectadas por el nivel de jerarquía social. El contacto físico es un requisito para poder ejercer el estatus social. Es decir, el macho dominante hace valer su posición

sobre el subordinado ejerciendo comportamientos agonistas sobre este. Sin embargo, si el contacto físico se limita entre dominante y subordinado, no se podrán visualizar las diferencias en comportamiento y desempeño por efecto del nivel jerárquico. Al respecto, se ha reportado que el desempeño sexual de los animales no está limitado por la jerarquía social, ya que el tiempo de respuesta, el volumen y la concentración espermática de machos subordinados no se vieron disminuidos ante la presencia de un macho dominante. La condicionante para que esto ocurra es que durante la colecta solo se establezca contacto visual entre sementales con diferente jerarquía social (Vázquez *et al.*, 2012). Otros autores mencionan que la cantidad de interacciones entre machos dominantes y subordinados depende del espacio disponible por animal, mientras más se reduce, mayor será el número de comportamientos agonistas observados; y del tiempo transcurrido, después del agrupamiento, ya que se ha observado que después de 10 días del agrupamiento, se observa una reducción en el número de comportamientos agresivos entre animales dominantes y subordinados (Tenessen *et al.*, 1985).

En el presente trabajo de investigación, los machos caprinos utilizados fueron alojados en un solo corral de 54.59 m², con 22 m² de sombra; lo que implica un espacio de 5.45 m² animal⁻¹, y de 2.2 m² animal⁻¹ de sombra. La disponibilidad de espacio por animal contrasta con lo reportado en otros trabajos de investigación, en los cuales sí se reportó un mayor número de comportamientos agonistas entre sementales. Por ejemplo, se reporta que los machos dominantes realizan mayor número de amenazas a machos subordinados, cuando ambos son expuestos a una hembra en celo, contenida en un corral de 5 m² (Sifuentes-Lamónt *et al.*, 2022), lo que implica una distribución de espacio de 1.6 m², por tanto, hay una mayor probabilidad de contacto físico en comparación con el espacio por animal brindado en el presente trabajo de investigación.

VI. CONCLUSIÓN

Los machos dominantes producen muestras seminales con un mayor porcentaje de motilidad progresiva, en comparación con los subordinados, durante los primeros seis días de agrupamiento. Igualmente realizan un mayor número de vocalizaciones y presentan muestras seminales con una menor integridad de membrana que los machos subordinados, después de siete meses de agrupamiento. Las interacciones sociales no fueron afectadas por el nivel de jerarquía a corto o largo plazo.

VII. LITERATURA CITADA

- Amills, M., Capote, J., & Tosser-Klopp, G. (2017). Goat domestication and breeding: a jigsaw of historical, biological and molecular data with missing pieces. *Animal Genetics*, 48(6), 631–644. <https://doi.org/10.1111/age.12598>
- Amjad, M., Hameed, N., Khan, M. I. ur R., Ullah, F., & Sattar, A. (2021). Effect of weaning method on body weight, testicular growth, sexual behavior, age of puberty, and testosterone concentration of Beetal bucks. *Animal Science Journal*, 92(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/asj.13520>
- Barroso, F. G., Alados, C. L., & Boza, J. (2000). Social hierarchy in the domestic goat: Effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science*, 69(1). [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00113-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00113-1)
- Calderón-leyva, G., & Sifuentes-lamont, P. I. (2024). Horn presence determines social rank in Dorper rams. La presencia de cuernos determina el rango social de carneros Dorper. 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.4004>.Calder
- Carrillo, E., Meza-Herrera, C. A., & Véliz-Deras, F. G. (2010). Reproductive seasonality of young French-Alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuarias*, 1(2), 169–178.
- Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., & Montañez-Valdez, O. D. (2021). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Cordoba*, 27(1), 1–14. <https://doi.org/10.21897/RMVZ.2246>
- Claus, R., Over, R., & Dehnhard, M. (1990). Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Animal Reproduction Science*, 22(1), 27–38. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(90\)90035-E](https://doi.org/10.1016/0378-4320(90)90035-E)
- Corneliu Gaspar, C., Ailincăi, L. I., & Dodan, A. X. (2023). Observations of Sexual Behaviors in Goats (*Capra Hircus*) Raised on Non-Professional Farms. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*, 55(3 (191)), 301–310. <https://doi.org/10.46909/alse-552065>

- Darwish, R. A., & Mahboub, H. D. H. (2011). Breed and experience effect on the sexual behaviors of Damascus and Egyptian-Nubian goat bucks. *Theriogenology*, 76(8), 1386–1392. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.003>
- De Souza, L. E. B., da Cruz, J. F., Neto, M. R. T., de Cássia Santos Nunes, R., & Cruz, M. H. C. (2011). Puberty and sexual maturity in Anglo-Nubian male goats raised in semiintensive system. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(7), 1533–1539. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700019>
- Delgadillo, J. A., Lemièrre, A., Flores, J. A., Bedos, M., Hernández, H., Vielma, J., Guerrero-Cervantes, M., Zarazaga, L. A., Keller, M., & Chemineau, P. (2020). Undernutrition reduces the body weight and testicular size of bucks exposed to long days but not their ability to stimulate reproduction of seasonally anestrous goats. *Animal*, 14(12), 2562–2569. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001329>
- Díaz, A., Orihuela, A., Aguirre, V., Clemente, N., Pedernera, M., Flores-Pérez, I., Vázquez, R., & Ungerfeld, R. (2021). Ewes prefer subordinate rather than dominant rams as sexual partners. *Applied Animal Behaviour Science*, 238(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105306>
- Drews, C. (1993). The concept and definition of dominance in animal behaviour. *Behaviour*, 125(3–4). <https://doi.org/10.1163/156853993X00290>
- Dubeuf, J. P., Genis, J. C., Morand-Fehr, P., & Ruiz Morales, F. de A. (2023). The contribution of goats in the future redesigning of livestock activities and value chains. *Small Ruminant Research*, 227(March), 107065. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107065>
- Espinosa Cervantes, R., Córdova Izquierdo, A., & Soto González, R. (2013). Comportamiento sexual en ovinos y caprinos. *Sociedades Rurales, Produccion y Medio Ambiente*, 13(25), 99–116.
- Flota-Bañuelos, C., Rivera-Lorca, J. A., & Candelaria-Martínez, B. (2019). Importance of sheep social hierarchy on feeding behavior and parasite load in silvopastoral and grass monoculture grazing systems. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(1), 52–67. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4655>

- França, L. R., Becker-Silva, S. C., & Chiarini-Garcia, H. (1999). The length of the cycle of seminiferous epithelium in goats (*Capra hircus*). *Tissue and Cell*, 31(3), 274–280. <https://doi.org/10.1054/tice.1999.0044>
- García-García, R., García-González, E., Valencia-Franco, E., Ruiz-Ortega, M., Hernández-Ruiz, P., & Ponce-Covarrubias, J. (2020). Conducta sexual de machos cabríos expuestos a cabras en estro. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 10(1), 54–75.
- Gemeda, A. E., & Workalemahu, K. (2017). Body Weight and Scrotal-Testicular Biometry in Three Indigenous Breeds of Bucks in Arid and Semiarid Agroecologies, Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine*, 2017, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2017/5276106>
- Ghorbani, A., Moeini, M. M., Souri, M., & Hajarian, H. (2018). Influences of dietary selenium, zinc and their combination on semen characteristics and testosterone concentration in mature rams during breeding season. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 813–819. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1406858>
- Giriboni, J., Lacuesta, L., Damián, J. P., & Ungerfeld, R. (2015). Grouping previously unknown bucks is a stressor with negative effects on reproduction. *Tropical Animal Health and Production*, 47(2), 317–322. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0722-2>
- Gonzalez-Bulnes, A., Souza, C. J. H., Campbell, B. K., & Baird, D. T. (2004). Effect of ageing on hormone secretion and follicular dynamics in sheep with and without the booroola gene. *Endocrinology*, 145(6), 2858–2864. <https://doi.org/10.1210/en.2003-1722>
- González-Tavizón, A., Meza-Herrera, C. A., Arellano-Rodríguez, G., Mellado, M., Contreras-Villarreal, V., Ángel-García, O., Arévalo, J. R., & Véliz-Deras, F. G. (2022). Effect of Dorper Rams' Social-Sexual Hierarchy on Their Sexual Behavior and Capacity to Induce Estrus in Ewes. *Agriculture (Switzerland)*, 12(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030391>
- Gore, D. L. M., Muasya, T. K., Okeno, T. O., & Mburu, J. N. (2020). Comparative reproductive performance of Saanen and Toggenburg bucks raised under tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, 52(5), 2653–2658. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02297-4>
- Karaca, S., Yilmaz, A., Ser, G., & Saribey, M. (2016). Relationships between physiological and behavioral responses of goat bucks in mating season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(10), 608–614. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016001000005>

- Karagiannidis, A., Varsakeli, S., & Karatzas, G. (2000). Characteristics and seasonal variations in the semen of Alpine, Saanen and Damascus goat bucks born and raised in Greece. *Theriogenology*, 53(6), 1285–1293. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00272-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00272-7)
- Lacuesta, L., Giriboni, J., Orihuela, A., & Ungerfeld, R. (2018). Rearing bucks isolated from females affects negatively their sexual behavior when adults. *Animal Reproduction*, 15(2), 114–117. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2017-0047>
- Leal, M. C., Becker-Silva, S. C., Chiarini-Garcia, H., & França, L. R. (2004). Sertoli cell efficiency and daily sperm production in goats (*Capra hircus*). *Anim. Reprod.* v.1, N, 1, 122–128.
- Meijer, E., Goerlich, V. C., Brom, R. van den, Giersberg, M. F., Arndt, S. S., & Rodenburg, T. B. (2021). Perspectives for Buck Kids in Dairy Goat Farming. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(October), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.662102>
- Mellado, M., Cárdenas, C., & Ruíz, F. (2000). Mating behavior of bucks and does in goat operations under range conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 67(1–2), 89–96. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00109-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00109-4)
- Mocé, E., Lozano-Palazón, S. A., Martínez-Granell, M. D. M., Mocé, M. L., & Gómez, E. A. (2020). Effect of the refrigeration system on in vitro quality and in vivo fertility of goat buck sperm. *Animals*, 10(12), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani10122399>
- Muñoz, G. P., Barragán, H. B., Torres, R. A. L., Morón, R. U., & Dávila, F. S. (2019). Dominancia social sobre comportamiento sexual y calidad seminal en machos cabríos jóvenes criados en parejas durante la estación reproductiva. *Revista Académica de Ciencia Animal*, 17(Suppl 1), 323-326.
- Murata, K., Tamogami, S., Itou, M., Ohkubo, Y., Wakabayashi, Y., Watanabe, H., Okamura, H., Takeuchi, Y., & Mori, Y. (2014). Identification of an olfactory signal molecule that activates the central regulator of reproduction in goats. *Current Biology*, 24(6), 681–686. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.01.073>
- Navarrete-Molina, C., Meza-Herrera, C. A., De Santiago-Miramontes, A., Valenzuela-Núñez, L. M., Marin-Tinoco, R. I., Soto-Cardenas, M. A., & Sariñana-Navarrete, M. A. (2024). Dairy Goat Production: Socioeconomic, Environmental, and Cultural Importance

- Across Time (1970–2022) and Possible Scenarios (2050). *Resources*, 13(12).
<https://doi.org/10.3390/resources13120177>
- Ortíz, A. M., Silva, C., Montes de Oc, C., Dzul, D., & Xiu, R. (2001). Jerarquía y dominancia social en el macho cabrío bajo condiciones de trópico subhúmedo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(4), 323–330.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018246002>
- Pascal, C., Nechifor, I., Florea, M. A., Pânzaru, C., Simeanu, D., & Mierliță, D. (2023). Diet Influence on Sperm Quality, Fertility, and Reproductive Behavior in Karakul of Botoșani Rams. *Agriculture (Switzerland)*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture13112168>
- Padrik, P., Hallap, T., Kaart, T., Bulitko, T., & Jaakma, Ü. (2012). Relationships between the results of hypo-osmotic swelling tests, sperm motility, and fertility in Estonian Holstein dairy bulls. *Czech Journal of Animal Science*, 57(10), 490–497.
<https://doi.org/10.17221/6349-cjas>
- Pereira, F., & Amorim, A. (2010). Origin and Spread of Goat Pastoralism. *Encyclopedia of Life Sciences*, 1–10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022864>
- Pelletier, F., & Festa-Bianchet, M. (2006). Sexual selection and social rank in bighorn rams. *Animal Behaviour*, 71(3).
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.07.008>
- Ponce-Covarrubias, J. L., García y González, E. C., Pineda-Burgos, B. C., Guevara-Arroyo, A. M., Hernández-Ruiz, P. E., Torres-Agatón, F., Ruiz-Ortega, M., Paredes-Alvarado, M., Robles-Robles, J. M., Rodríguez-Castillo, J. del C., Ángel-García, O., & Valencia-Franco, E. (2023). Annual Sexual Behavior in Boer Bucks Located in the Guerrero Tropics in Mexico. *Ruminants*, 3(2), 149–157.
<https://doi.org/10.3390/ruminants3020014>
- Preston, B. T., Stevenson, I. R., Pemberton, J. M., Coltman, D. W., & Wilson, K. (2003). Overt and covert competition in a promiscuous mammal: The importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1515). <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2268>
- Qu, C., & Dreher, J. C. (2018). Sociobiology: Changing the Dominance Hierarchy. In *Current Biology* (Vol. 28, Issue 4). <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.01.018>

- Ridler, A. L., Smith, S. L., & West, D. M. (2012). Ram and buck management. *Animal Reproduction Science*, 130(3–4), 180–183. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.012>
- Sánchez-Dávila, F., Barragán, H. B., del Bosque-González, A. S., & Ungerfeld, R. (2018). Social dominance affects the development of sexual behaviour but not semen output in yearling bucks. *Theriogenology*, 110, 168–174. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.01.004>
- Santos-Lavalle, R., Flores-Verduzco, J. J., Cervantes-Escoto, F., Salas-González, J. M., & Sagarnaga-Villegas, L. M. (2018). Opportunities for goat farmers in Guanajuato, Mexico, in the marketing of fine cheese. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 9(3), 601–613. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4500>
- Santos, A. D. F., Torres, C. A. A., Da Fonseca, J. F., Borges, Á. M., Da Costa, E. P., Guimarães, J. D., & Rovay, H. (2006). Parâmetros reprodutivos de bodes submetidos ao manejo de fotoperíodo artificial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(5), 1926–1933. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000700007>
- Sicilia, J., Capote, J., Argüello, A., & Fresno, M. R. (2007). Breed Characterisation of Sexual Behaviour in Young Canary Bucks. *Arch. Zootec*, 56(1), 571–575.
- Sifuentes-Lamónt, P. I., Meza-Herrera, C. A., Véliz-Deras, F. G., Alvarado-Espino, A. S., Alvarado-Espino, A. V., Calderón-Leyva, G., Angel-Garcia, O., Carrillo-Moreno, D. I., Contreras-Villarreal, V., Delgado González, R. A., & Bustamante-Andrade, J. A. (2022). Multifaceted Interplay among Social Dominance, Body Condition, Appetitive and Consummatory Sexual Behaviors, and Semen Quality in Dorper Rams during Out-Of-Season and Transition Periods. *Animals*, 12(23), 3339. <https://doi.org/10.3390/ani12233339>
- Silvestre, P., Naim, P., Cueto, M., & Gibbons, Y. (2012). Estacionalidad Reproductiva En Machos Caprinos Criollo-Neuquinos De La Patagonia Argentina* Reproductive Seasonality in Criollo-Neuquino Male Goats of Patagonia Argentina. *Arch. Zootec*, 61(233), 22–31.
- Skinner, J. D. (1970). Post-natal development of the reproductive tract of the male Boer goat. *Agroanimalia*, 2, 177–180.

- Smith, L. B., & Walker, W. H. (2014). The regulation of spermatogenesis by androgens. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 30, 2–13. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2014.02.012>
- Smith, P. W., Parks, O. W., & Schwartz, D. P. (1984). Characterization of Male Goat Odors: 6-Trans Nonenal. *Journal of Dairy Science*, 67(4), 794–801. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81369-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81369-7)
- Sultan, K. H., Ahmed, W. K., & Mohamed, A. R. (2023). Effect of buck's body weight on some reproductive parameters and it's relation with sexual behaviour. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 37(3), 733–737. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2023.138335.2789>
- Tajonar, K., Díaz, C. A. L., Ibarra, L. E. S., Chay-Canul, A. J., Gonzalez-Ronquillo, M., & Vargas-Bello-pérez, E. (2022). A Brief Update on the Challenges and Prospects for Goat Production in Mexico. *Animals*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/ani12070837>
- Tennessen, T., Price, M. A., & Berg, R. T. (1985). The social interactions of young bulls and steers after re-grouping. *Applied Animal Behaviour Science*, 14(1), 37–47. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(85\)90036-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(85)90036-X)
- Ungerfeld, R. (2021). Dominance, hierarchy, and reproduction in rams and goat bucks. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 45(4). <https://doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2021.020>
- Ungerfeld, R., Lacuesta, L., & Orihuela, A. (2023). Stress response and sexual performance of acutely grouped dominant and subordinate rams of different ages. *Journal of Veterinary Behavior*, 59, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2022.11.013>
- Ungerfeld, R., & Lacuesta, L. (2010). Social rank during pre-pubertal development and reproductive performance of adult rams. *Animal Reproduction Science*, 121(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.05.007>
- Ungerfeld, R., & Núñez, M. L. (2011). Jerarquía y dominancia en grupos de carneros: establecimiento y efectos sobre la reproducción. *Veterinaria (Montevideo)*, 48(184).
- Ungerfeld, R., Orihuela, A., & Pérez-Clariget, R. (2019). Sexual behavior of subordinate, but not dominant, rams increases following observed sexual activity. *Theriogenology*, 129, 99–102. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.033>
- Ungerfeld, R., Viera, M. N., Freitas-de-Melo, A., Giriboni, J., Casuriaga, D., & Silveira, P. (2021). Seasonality of the stress response in goat bucks when there is use of

- electroejaculation for semen collection. *Animal Reproduction Science*, 226(February), 106719. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106719>
- Van Lancker, S., Van Den Broeck, W., & Simoens, P. (2005). Morphology of caprine skin glands involved in buck odour production. *Veterinary Journal*, 170(3), 351–358. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.08.017>
- Vázquez-Rocha, L., Vázquez-Armijo, J. F., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J. C., López-Villalobos, N., & López-Aguirre, D. (2024). Caracterización del sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(2). <https://doi.org/10.19136/era.a11n2.4061>
- Vázquez, R., Orihuela, A., & Aguirre, V. (2012). Effect of dominance-subordinate relationship and familiarity of an audience male on young rams' libido and semen characteristics. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 7(2), 80–83. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.05.026>
- Véliz-Deras, F. G., González-Tavizón, A., Meza-Herrera, C. A., Arellano-Rodríguez, G., Mellado, M., Ángel-García, O., Arévalo, J. R., & Contreras-Villarreal, V. (2022). Effect of rams' social hierarchy upon scrotal circumference, semen quality, and copulation performance under arid land conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(12), 1054–1060. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i12.2962>
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Norton, B. W., Scaramuzzi, R. J., & Martin, G. B. (1994). Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *Journal of Reproduction and Fertility*, 102(2), 351–360. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1020351>
- Zheng, Z., Wang, X., Li, M., Li, Y., Yang, Z., Wang, X., Pan, X., Gong, M., Zhang, Y., Guo, Y., Wang, Y., Liu, J., Cai, Y., Chen, Q., Okpeku, M., Okpeku, M., Okpeku, M., Colli, L., Cai, D., ... Jiang, Y. (2020). The origin of domestication genes in goats. *Science Advances*, 6(21). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5216>