

Tiempo de latencia y cambios del eyaculado de carneros en clima cálido húmedo

Latency time and changes in the ejaculate of rams in warm humid climates

Jorge Alejandro Muñiz-Castillo¹ , Daniel Cruz-Zavala¹ , Gustavo Sosa-Pérez² , Ever del Jesús Flores-Santiago³ , José Antonio Hernández-Marín⁴ , Said Cadena-Villegas¹ 

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, CP. 86500. Periférico Carlos A. Molina, Heroica Cárdenas, Tabasco, México.

²Universidad Autónoma Chapingo Departamento de Preparatoria Agrícola. Km 36.5. CP. 5623. Carretera México- Texcoco, Chapingo, México.

³Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Sur sureste, km 7.5, Carretera, Teapa-Vicente Guerrero, CP. 86800. Teapa, Tabasco,

⁴Departamento de Veterinaria y Zootecnia. Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Ex Hacienda el Copal km 9, CP. 36824. carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: scadena@colpos.mx

Artículo científico

Recibido: 11 de marzo 2024

Aceptado: 03 de abril 2025

RESUMEN. El objetivo del estudio fue cuantificar los cambios en las características del eyaculado de carneros en tres montas sucesivas, así como el tiempo de latencia entre montas. Se utilizaron ocho carneros cruza de Pelibuey con Black Belly, los cuales, se dividieron en dos grupos. El grupo de carneros jóvenes menores de 12 meses con peso vivo inicial de 41.6 ± 3.25 kg, y el grupo de carneros maduros, entre 24 y 36 meses de edad, y peso vivo inicial de 54.3 ± 8.73 kg, las variables que se evaluaron fueron volumen de eyaculado, movilidad masal, circunferencia escrotal, porcentaje de espermatozoides vivos, tiempo de reacción a la primera monta y tiempo de latencia. Los carneros maduros presentan diferencia en las características seminales entre grupo y por evento consecutivo ($P < 0.05$). En los días de extracción, no hubo diferencias ($P > 0.05$) en el volumen y porcentaje de espermatozoides vivos entre grupos. Los carneros maduros mostraron un menor tiempo de latencia con diferencias entre grupo y por evento consecutivo ($P < 0.05$). En los diferentes días de extracción de eyaculado los carneros maduros mantuvieron tiempos de latencia de manera consistente. Los carneros sexualmente maduros presentaron una mayor eficiencia reproductiva en comparación con los carneros jóvenes. La edad del carnero es un factor influye en las características seminales y en la conducta sexual.

Palabras clave: Carnero, características seminales, tiempo de latencia, maduros, jóvenes.

ABSTRACT. The study's objective was to quantify the changes in the ejaculate characteristics of rams over three successive mounts, as well as the latency time between mounts. Eight crossbred rams of Pelibuey and Black Belly were used, which were divided into two groups. The group of young rams under 12 months old with an initial live weight of 41.6 ± 3.25 kg, and the group of mature rams, between 24 and 36 months old, and initial live weight of 54.3 ± 8.73 kilograms. The evaluated variables included ejaculate volume, mass motility, scrotal circumference, percentage of live spermatozoa, reaction time to the first mount, and latency time. Mature rams showed differences in seminal characteristics between groups and consecutive events ($P < 0.05$). On extraction days, there were no differences ($P > 0.05$) in volume and percentage of live spermatozoa between groups. Mature rams showed shorter latency times with differences between groups and consecutive events ($P < 0.05$). On different ejaculate extraction days, mature rams maintained consistent latency times. Sexually mature rams exhibited higher reproductive efficiency compared to young rams. Ram age is a factor that influences seminal characteristics and sexual behavior.

Keywords: Ram, seminal characteristics, latency time, mature, young.

Como citar: Muñiz-Castillo J, Cruz-Zavala D, Sosa-Pérez G, Flores-Santiago E del J, Hernández-Marín JA, Cadena-Villegas S (2025) Tiempo de latencia y cambios del eyaculado de carneros en clima cálido húmedo. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(1): e4051 DOI: 10.19136/era.a12n1.4051

INTRODUCCIÓN

La capacidad reproductiva de un semental es fundamental en la producción animal, y se refiere a la capacidad que tiene para producir descendencia. Esta capacidad está influenciada por una serie de factores, incluyendo la salud general, estado nutricional, calidad de semen y comportamiento durante el proceso de monta (Labanda-Sigcho *et al.* 2025). La salud general es un factor crítico, ya que las enfermedades y las deficiencias nutricionales afectan negativamente la calidad del semen y libido (Wildeus y O'Brien 2023). El efecto de la temperatura en el desempeño reproductivo de los carneros está ligado al incremento en la temperatura de la piel del escroto y, en consecuencia, en alteraciones en la producción de espermatozoides, sin embargo, el efecto indirecto en la reproducción se debe a que la exposición prolongada a altas temperaturas afecta el consumo voluntario de alimento y agua, ocasionando alteraciones metabólicas y reducción de libido (Martínez-Rojero y Ulloa-Arvizu 2023). La edad es un factor determinante en el desempeño reproductivo del carnero, mejorando la calidad de semen mejora hasta los tres años y luego disminuye, pero sementales mayores de ocho años pueden tener mejor calidad espermática que aquellos menores de un año (Owoicho *et al.* 2023). La libido de un carnero también se ve afectada de manera significativa con la edad, al respecto Falchi *et al.* (2023) al evaluar el desempeño reproductivo de carneros de diferentes edades y experiencia sexual reportaron que el desempeño sexual de los carneros jóvenes sin experiencia sexual fue peor durante la exposición inicial a las hembras, mientras que el comportamiento sexual de los machos sexualmente experimentados no cambió durante la secuencia de eventos de cópula. También se reporta que los corderos y carneros sin experiencia sexual mejoraron en el desempeño reproductivo al pasar de la primera a la segunda prueba, pero posteriormente, el desempeño reproductivo (eyaculaciones por prueba) de los carneros sin experiencia sexual y experimentados es similar (Ungerfeld *et al.* 2023).

El desempeño sexual del carnero es clave en un sistema de producción intensivo o en programas de sincronización de estros, su presencia desencadena eventos hormonales que permiten sincronizar el estro en el rebaño, también facilita la detección de estros, asegurando la fertilización (Al-Jaryan *et al.* 2023). Sin embargo, la conducta de cópula de los sementales puede estar influenciada por las condiciones ambientales, al respecto, se han evaluado los resultados en términos de número de montas, periodo de latencia, montas sin eyaculación en función de la temperatura (Van-Wettere *et al.* 2021). Estas características del eyaculado de los carneros no han sido reportadas en periodos de montas menores a una hora, lo cual resulta crítico cuando los sementales tienen que aparear a un grupo de hembras en un tiempo determinado. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue cuantificar los cambios en las características del eyaculado de carneros en tres montas sucesivas, así como el tiempo de latencia entre montas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo en la unidad de ovinos del Campo Experimental Km 21, del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, localizada en la Carretera Federal Cárdenas a Coatzacoalcos en el Poblado Eduardo Chávez Ramírez C-27, del municipio de Cárdenas, Tabasco, ubicado en las

coordenadas geográficas 18° 01' LN y 93° 03' LO. El clima es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano; temperatura media anual de 26 °C, siendo la máxima media mensual en mayo con 30.3 °C y la mínima media en diciembre y enero de 20 °C. El régimen de precipitaciones se caracteriza por una precipitación total de 2 643 mm, con promedio máximo mensual de 335 mm en el mes de septiembre y un mínimo mensual de 10 mm en el mes de abril, que en la clasificación de Köppen se considera como Am(g)w'' (García 2004).

Animales experimentales y su manejo

Se utilizaron ocho carneros cruza de Pelibuey con Black Belly, los cuales se dividieron en dos grupos, cada uno integrado por cuatro carneros. En el primer grupo se utilizaron carneros jóvenes menores a 12 meses y peso promedio de 41.6 ± 3.25 kg, el segundo grupo carneros maduros, con edad entre 24 y 36 meses, y peso promedio de 54.3 ± 8.73 kg. Ambos grupos fueron alimentados en pastoreo de praderas nativas con predominancia del pasto Camalote (*Paspalum fasciculatum*). Al inicio del experimento, cada semental se desparasitó con 200 mcg kg⁻¹ de PV de Doramectina (Dectomax®, Zoetis) y una dosis única de 3 mL vía parenteral de vitaminas ADE (Vigantol®, Bayer) equivalente a 900.000 UI de vitamina A, 300.000 UI de vitamina D3 y 200 mg de vitamina E.

Colecta de semen

La colecta se realizó de mayo a julio de 2023, abarcando una semana de cada mes. En el día asignado para la colecta, se llevaron a cabo tres montas sucesivas con eyaculado al mismo animal de cada grupo experimental, con descanso de 24 h entre colecta. La recolección de semen se llevó a cabo por el método de vagina artificial, según lo descrito por Canizalez y Márquez (2014), donde se utilizó como estímulo una oveja detectada en estro, con el fin de lograr una conducta de monta. El semental se presentaba en el corral donde la oveja se encontraba inmovilizada en un potro metálico, contabilizándose el tiempo entre la entrada del semental al corral y el momento de la monta con eyaculación efectiva, el eyaculado se cuantificó en el tubo graduado y se registraron los datos de las variables macroscópicas. Posteriormente, se guardó el tubo en un frasco con aislante de algodón y se depositó en una hielera para ser llevado al laboratorio y realizar las pruebas microscópicas. Una vez consumada la primera monta, se cuantificó el tiempo entre la primera y segunda monta (tiempo de latencia), con el mismo manejo del eyaculado y se repitió el proceso para determinar el tiempo de latencia entre la segunda y tercera monta.

VARIABLES EVALUADAS

Volumen del eyaculado

El volumen del eyaculado se midió de forma directa utilizando un tubo colector graduado (mL) (Cueto *et al.* 2016). Se estimó la movilidad masal por medio de la intensidad del movimiento de las ondas, las cuales se cuantificaron en una escala de 1 a 5 según Hafez y Hafez (2000), en donde 1 corresponde a movimiento individual, 2 a movimiento lento, 3 a movimiento lento con amplitud en las ondas, 4 a movimientos rápido en las ondas y 5 a ondas con movimiento rápido. La circunferencia escrotal se midió con una cinta métrica la circunferencia escrotal de ambos testículos en la región central de estos.

El porcentaje de espermatozoides vivos y normales se determinó por tinción de eosina-nigrosina descrita por Bamba (1988), para lo cual se contabilizaron los espermatozoides con anomalías

en su conformación, y para los espermatozoides vivos como aquellos que no presentaron tinción. Mientras que el tiempo de reacción a la primera monta se consideró como el tiempo transcurrido entre la entrada del carnero al corral con la oveja en estro hasta su eyaculación en la vagina artificial (González-Maldonado *et al.* 2021). En tanto que el tiempo de latencia se determinó como el Periodo que transcurre entre dos montas consecutivas con eyaculado del carnero (Flores-Nájera *et al.* 2021).

Modelo y análisis estadístico

El experimento se llevó a cabo mediante un diseño completamente al azar y el análisis se realizó utilizando el programa estadístico R (R Studio 3.3.1). Los datos fueron sometidos a un análisis para comprobar homogeneidad de varianza a través de las pruebas de Levene, al no cumplir los datos con el supuesto de normalidad evaluada por la prueba de Shapiro Wilk, el análisis se llevó a cabo a través de estadística no paramétrica por medio del test Friedman para medidas repetidas cuando las diferencias fueron significativas, se realizó una comparación múltiple con una prueba de Tukey al 0.95% de confiabilidad con una corrección de Bonferroni, para comparar la diferencia de cada par de medianas.

RESULTADOS

Circunferencia escrotal, peso vivo y características seminales de carneros maduros y jóvenes

Para la variable peso vivo se observaron diferencias ($p < 0.05$), los sementales adultos tuvieron un peso vivo en promedio mayor un 23.2% que los jóvenes. Mientras que la circunferencia escrotal no indicó diferencias ($P > 0.05$) (Tabla 1).

Tabla 1. Evaluación del peso vivo y circunferencia escrotal de carneros jóvenes y maduros en condiciones de trópico húmedo.

Prueba	Tipo de carnero	Mediana \pm Error estándar
Peso vivo (kg)	Maduros	54.3 \pm 1.12 ^a
	Jóvenes	41.7 \pm 1.12 ^b
Circunferencia escrotal (cm)	Maduros	30.7 \pm 0.47 ^a
	Jóvenes	31.7 \pm 0.47 ^a

Diferentes literales dentro de misma columna son muestran diferencias estadísticas (Tukey, $P \leq 0.05$).

Las características seminales, se presenta en la Tabla 2, la variable de volumen del eyaculado entre carneros maduros y jóvenes, mostro diferencias ($p < 0.05$). Los carneros maduros presentaron 39.1% mayor volumen de eyaculado con respecto a los carneros jóvenes. La movilidad masal presento diferencias entre grupos ($p < 0.05$), los carneros maduros tuvieron una escala de 4.5 clasificándose el eyaculado con mayor movimiento de ondas o remolinos, mientras que los carneros jóvenes mantuvieron una escala de 3.8 con movimientos lentos y mayor amplitud de ondas. En el porcentaje de espermatozoides vivos no se observaron diferencias entre grupos ($p > 0.05$).

Tabla 2. Volumen (mL), aspecto, movilidad, % de espermatozoides vivos en el eyaculado de carneros jóvenes y maduros en condiciones de trópico húmedo.

Prueba	Tipo de carnero	Mediana \pm Error estándar
Volumen (mL)	Maduros	0.69 \pm 0.04 ^a
	Jóvenes	0.42 \pm 0.04 ^b
Movilidad	Maduros	4.52 \pm 0.11 ^a
	Jóvenes	3.85 \pm 0.11 ^b
Espermatozoides vivos (%)	Maduros	83 \pm 1.46 ^a
	Jóvenes	84 \pm 1.46 ^a

Diferentes literales dentro de misma columna son muestran diferencias estadísticas (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cambios en las características seminales por evento consecutivo de eyaculado de carneros jóvenes y maduros

La variable volumen de eyaculado, movilidad masa y porcentaje de espermatozoides vivos obtenido por evento consecutivo se presenta en la Tabla 3, el cual presentó diferencias ($p < 0.05$) entre las montas consecutivas, sin embargo, se observaron diferencias ($p > 0.05$) entre grupos, ya que, a medida que aumentó el número de montas, disminuyó el volumen del eyaculado, exhibiendo en la tercera monta un 50% del volumen del eyaculado inicial, esta reducción tiene la misma tendencia en ambos grupos de carneros. Los carneros maduros, por evento consecutivo de extracción presentaron diferencias ($p < 0.05$) en el primer eyaculado, con un volumen de 1.0 mL respecto al segundo (0.6 mL) y tercero (0.4 mL); mientras que los carneros jóvenes desde un inicio tuvieron un menor volumen del eyaculado, mostrando una reducción del volumen del eyaculado similar a la de los carneros adultos. En términos generales el segundo eyaculado de los carneros adultos es similar al primer eyaculado de los carneros jóvenes y la tasa de reducción del volumen de eyaculado se mantiene en eventos sucesivos de apareamiento.

Tabla 3. Cambios en volumen (mL), movilidad, % de vivos, en el semen por evento consecutivo de eyaculado de carneros jóvenes y maduros en condiciones de trópico húmedo.

Prueba	Tipo de carnero	Eyaculado 1	Eyaculado 2	Eyaculado 3
		Mediana \pm Error estándar	Mediana \pm Error estándar	Mediana \pm Error estándar
Volumen (mL)	Maduros	1.0 \pm 0.02 ^a	0.6 \pm 0.02 ^b	0.4 \pm 0.02 ^c
	Jóvenes	0.6 \pm 0.05 ^a	0.4 \pm 0.05 ^b	0.2 \pm 0.05 ^c
Movilidad	Maduros	5.0 \pm 0.13 ^a	4.5 \pm 0.13 ^b	4.11 \pm 0.13 ^b
	Jóvenes	4.3 \pm 0.18 ^a	3.9 \pm 0.18 ^a	3.33 \pm 0.18 ^b
Espermatozoides vivos	Maduros	87.6 \pm 2.29 ^a	82.8 \pm 2.29 ^a	80.9 \pm 2.29 ^a
	Jóvenes	89.0 \pm 2.16 ^a	87.6 \pm 2.16 ^a	77.9 \pm 2.16 ^b

Letras iguales dentro de misma fila son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Para la movilidad del semen, los carneros maduros tuvieron diferencias ($p < 0.05$) entre los diferentes números de monta, el primer eyaculado tuvo una movilidad masal con remolinos vigorosos y con movimientos rápidos con calificación de 5, mientras que para el segundo y tercer

eyaculado se observó una movilidad masal con movimientos rápidos en sus remolinos con una escala de 4; para el caso de los carneros jóvenes se presentó diferencia ($p < 0.05$) con una disminución en la movilidad conforme aumentaba la frecuencia del ritmo de extracción de eyaculado, similar a la tendencia de los carneros maduros.

En cuanto al porcentaje de espermatozoides vivos, los carneros maduros no presentaron diferencias ($p > 0.05$) durante el primer, segundo y tercer eyaculado, manteniendo la misma cantidad de espermatozoides viables. Para los carneros jóvenes durante el primer y segundo eyaculado no se presentaron diferencias ($p > 0.05$) mientras que para el tercero mostro una disminución en 12.4 y 11.1% de espermatozoides vivos con respecto al primer y segundo eyaculado, lo que fue diferente ($p < 0.05$).

Cambios en las características seminales durante diferentes días de extracción

El grupo de carneros maduros y jóvenes no presento diferencias durante los diferentes días de extracción de eyaculado ($p > 0.05$). En la Tabla 4, se presenta el grupo de carneros maduros que tuvo con una producción de 0.69 mL el primer día, en el día dos aumentó a 0.72 mL, y el tercer día el volumen de eyaculado fue de 0.67 mL; para los carneros jóvenes, el volumen de eyaculado en el primer día fue de 0.45 mL, con un ligero aumento de 0.47 mL el segundo día y de 0.35 mL el tercero, con diferencias ($p < 0.05$) entre los grupos de carneros. En la prueba de movilidad masal, los carneros maduros presentaron diferencias ($p < 0.05$) los diferentes días, mientras que los carneros jóvenes en el día 1 y 2 no presentaron diferencias ($p > 0.05$), en ambos días tuvieron una movilidad masal de 4, en el día tres hubo diferencia ($p < 0.05$) con respecto al día 1 y 2 de extracción (Tabla 3), debido a que se tuvo disminución del movimiento masal con escala de 3, debido a que los carneros jóvenes presentan mayor desgaste energético por el aumento de la frecuencia de extracción seminal y repercute en la producción del volumen de eyaculado (Figura 1).

Tabla 4. Cambios en volumen (mL), movilidad, tiempo de latencia, % de vivos en el semen durante diferentes días de extracción de eyaculado en carneros jóvenes y maduros bajo condiciones de trópico húmedo.

Variables	Grupo	Día 1	Día 2	Día 3
		Mediana \pm Error estándar	Mediana \pm Error estándar	Mediana \pm Error estándar
Volumen (mL)	Maduros	0.69 \pm 0.03 ^a	0.72 \pm 0.03 ^a	0.67 \pm 0.02 ^a
	Jóvenes	0.45 \pm 0.06 ^a	0.47 \pm 0.06 ^a	0.35 \pm 0.06 ^b
Movilidad	Maduros	0.45 \pm 0.06 ^a	4.67 \pm 0.13 ^a	4.33 \pm 0.14 ^a
	Jóvenes	4.00 \pm 0.18 ^a	4.11 \pm 0.18 ^a	3.44 \pm 0.18 ^b
Espermatozoides vivos	Maduros	84.2 \pm 2.29 ^a	85.2 \pm 2.29 ^a	81.8 \pm 2.29 ^a
	Jóvenes	87.2 \pm 2.16 ^a	86.9 \pm 2.16 ^a	80.3 \pm 2.16 ^a

Letras iguales dentro de misma fila son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Para porcentaje de espermatozoides vivos no se presentaron diferencias ($p < 0.05$) en los carneros maduros durante los diferentes días de extracción, con promedio de 83.5% de espermatozoides vivos. Los carneros jóvenes presentaron un menor porcentaje de espermatozoides vivos conforme se realizaban las extracciones, pero no presentaron diferencias ($p > 0.05$), el primer día, el porcentaje de espermatozoides vivos fue de 84.2%, el día dos de 85.2% y 81.8% para el día tres. Presentando el grupo de carneros sexualmente maduros las mejores características seminales.

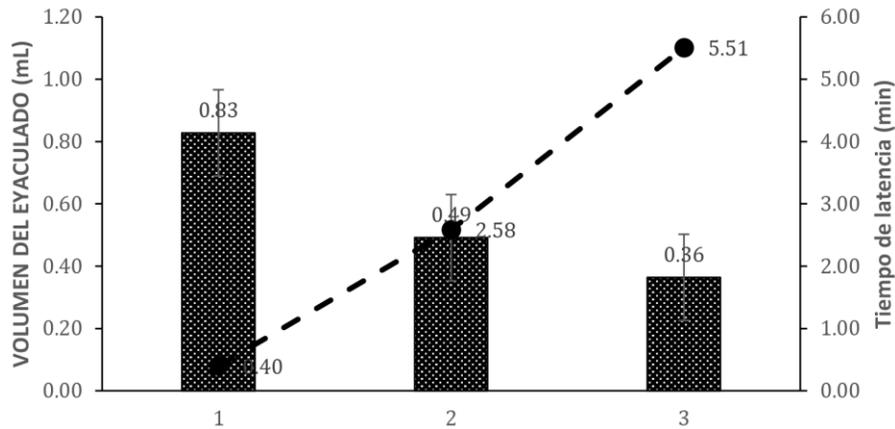


Figura 1. Efecto de la Interacción del tiempo de latencia y el volumen de eyaculado (mL) en carneros maduros y jóvenes

Cambios en el tiempo de latencia de carneros maduros y jóvenes

Esta variable se presenta en la Tabla 5, en ambos grupos se observaron diferencias ($p < 0.05$), en la tabla 5, los carneros jóvenes tardan más tiempo en dar la primera monta y en recuperarse con un tiempo de 3.94 minutos, en comparación con los carneros maduros, quien les llevo menos tiempo para realizar la primera monta y en recuperarse con un tiempo de 1.49 minutos.

Tabla 5. Cambios en el tiempo de reacción de la primera monta de carneros jóvenes y maduros en condiciones de trópico húmedo.

Prueba	Tipo de carnero	Mediana \pm Error estándar
Tiempo de latencia (minutos)	Maduro	1.49 \pm 0.67 ^a
	Jóvenes	3.94 \pm 0.68 ^b

Letras iguales dentro de misma columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

En la Figura 1 se muestra la relación que existe entre el tiempo de latencia en diferentes eventos de cópula y la dilución del volumen del eyaculado en carneros maduros y jóvenes. Se presenta que, en promedio el tiempo de reacción a la primera monta en ambos grupos de carneros necesitaron menos de un minuto en entrar al corral y localizar a la oveja en estro para llevar a cabo la cópula con un eyaculado efectivo, el cual, tuvo un volumen promedio de 0.83 mL. La segunda monta, el tiempo que le tomó recuperarse y eyacular nuevamente se incrementó a 2.58 minutos, es decir, 3.10 veces más tiempo que en la primera cópula y el volumen de semen se redujo 40% del volumen inicial. Para el tercer evento de cópula, los carneros utilizaron 5.51 min en recuperarse de la monta, es decir se duplico el tiempo de latencia y el eyaculado disminuyó el volumen en 26.5% con respecto al segundo eyaculado y fue solo el 43% del volumen con respecto al primer eyaculado, la tendencia general fue que a medida que el carnero aumenta el número de montas con eyaculación, el tiempo que latencia se aumenta y el volumen del eyaculado disminuye de manera casi lineal.

Cambios en el tiempo de latencia de carneros maduros y jóvenes por evento consecutivo de eyaculado

En la Tabla 6, se presenta el tiempo de latencia entre las diferentes montas, las cuales fueron diferentes ($p < 0.05$), los carneros adultos ocuparon 7 y 14 veces más tiempo para la segunda y tercera monta respectivamente en comparación con la primera monta, es decir, ocuparon menos tiempo en entrar al corral y detectar la oveja en estro para copular que el tiempo de recuperación posterior para realizar una segunda y tercera monta. Para el caso de los carneros jóvenes necesitaron mayor tiempo para dar la primera monta, posteriormente, ocuparon un tiempo similar para la segunda monta y el periodo de latencia entre la segunda y tercera cópula fue diferente ($p < 0.05$) con una reducción de 17% en el tiempo requerido, sin embargo, en términos generales en cada uno de los eventos, los carneros jóvenes ocupan mayor tiempo que los carneros adultos.

Tabla 6. Cambios en el tiempo (minutos) de latencia por eyaculado en evento del mismo día de carneros jóvenes y maduros en condiciones de trópico húmedo.

Prueba	Tipo de carnero	Eyaculado 1 Mediana ± Error estándar	Eyaculado 2 Mediana ± Error estándar	Eyaculado 3 Mediana ± Error estándar
Tiempo de latencia (minutos)	Maduros	0.2 ± 0.35 a	1.4 ± 0.35 a	2.8 ± 0.35 b
	Jóvenes	4.0 ± 0.18 a	4.1 ± 0.18 a	4.4 ± 0.18 b

Letras iguales dentro de misma fila son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cambios en el tiempo de latencia durante diferentes días de extracción

El tiempo de latencia en cuanto a los diferentes eventos consecutivos de extracción se muestran en la Tabla 7. Los carneros maduros mostraron menor tiempo de latencia el primer (1.44 minutos), segundo (1.40 minutos) y tercer día (1.69 minutos) sin encontrar diferencias ($p > 0.05$), en cambio, los carneros jóvenes el tiempo de latencia para el primer día fue mayor lo cual no mostró diferencias ($p > 0.05$), en cuanto a los carneros jóvenes les llevo más tiempo en minutos con respecto al grupo de carneros maduros, los carneros jóvenes no presentaron diferencia el primer día (3.80 minutos) y el segundo día (2.93 minutos) pero para el tercer día hubo diferencias ($p < 0.05$) con un tiempo de 5.03 minutos, el tiempo de reacción en recuperarse de una extracción de semen a la siguiente fue superior.

Tabla 7. Cambios en el tiempo de latencia durante diferentes días de extracción de eyaculado en carneros jóvenes y maduros bajo condiciones de trópico húmedo.

Variables	Grupo	Día 1	Día 2	Día 3
		Mediana ± Error estándar	Mediana ± Error estándar	Mediana ± Error estándar
Tiempo de latencia (minutos)	Maduros	1.44 ± 0.35 ^a	1.40 ± 0.35 ^a	1.69 ± 0.35 ^a
	Jóvenes	3.80 ± 1.13 ^a	2.93 ± 1.13 ^a	5.03 ± 1.13 ^b

Letras iguales dentro de misma fila son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

Cambios en las características seminales, circunferencia escrotal, peso vivo en carneros maduros y jóvenes

El volumen de eyaculado para los carneros sexualmente maduros coincide con lo reportado por Balcázar y Porras (2009) quienes mencionan que se encuentra entre 0.5 y 2 mL de volumen de eyaculado en ovinos de pelo, mientras que los carneros jóvenes del presente estudio están fuera de este rango, esto puede indicar un mejor desarrollo del aparato reproductor de los carneros adultos con mayor madurez funcional y desarrollo de las glándulas accesorias, las cuales son las encargadas de la producción de plasma seminal. La diferencia observada en este estudio concuerda con los reportado por Chella *et al.* (2017) quienes señalan que los carneros alcanzan su máxima capacidad reproductiva alrededor de los tres años de edad. Mientras que Aké-López *et al.* (2016) al evaluar en condiciones de trópico húmedo el efecto de la edad y características seminales en carneros jóvenes (9.2 ± 0.25 meses) y adultos (34 ± 6.9 meses) de la raza Pelibuey encontraron diferencias ($p < 0.05$) en el volumen de eyaculado de carneros jóvenes (0.63 ± 0.35 mL) y adultos (0.48 ± 0.3 mL). Los cuales son valores similares a los observados en el presente estudio y coinciden con lo reportado por Chella *et al.* (2017) quienes reportan una viabilidad espermática en carneros jóvenes (12 meses) y adultos (36 meses) de la raza zulú en Sudáfrica, de 0.4 ± 0.1 mL y 1.1 ± 0.1 mL, respectivamente. Lo que se debe a factores de variabilidad genética, ambiental y de manejo reproductivo, que influyen en el volumen de eyaculado en los carneros. Mientras que, Aké-Villanueva *et al.* (2019) al evaluar el efecto de la edad del carnero de pelo reportaron volúmenes de eyaculado de 0.71 ± 0.06 mL para carneros jóvenes (1-1.5 años) y adultos de 0.69 ± 0.05 mL (2-4 años), valores que son similares a los encontrados en el presente estudio, ya que el volumen de eyaculado mejoró en los carneros maduros. Lo que se debe a mayor actividad secretora y se relaciona con mejor desarrollo de la próstata, vesícula seminal y glándula bulbouretral, las cuales son las encargadas de la producción del plasma seminal. Pero en condiciones de trópico húmedo, los carneros jóvenes aun no alcanzan su capacidad reproductiva, lo que puede tener implicaciones en la eficiencia del uso de estos carneros en programas intensivos de reproducción.

La movilidad masal es un indicador de la cantidad de espermatozoides móviles en el eyaculado, por tal motivo, se utiliza como indicador de la cantidad de espermatozoides móviles y del vigor. Los resultados de movilidad masal fueron significativamente mayor en los carneros maduros en los jóvenes, esto coincide con los reportado por Chella *et al.* (2017) quienes observaron que los carneros de 36 meses tuvieron mejor movilidad masal, mayor volumen seminal y mayor porcentaje de espermatozoides vivos, en comparación con los carneros jóvenes de 12 meses. Esto puede estar relacionado con un mayor grado de madurez y funcionalidad de las glándulas accesorias y una mayor eficiencia en la maduración espermática de los carneros adultos.

En contraste, Aké-López *et al.* (2016) al evaluar machos Pelibuey jóvenes (9.2 ± 0.25 meses) y adultos (34 ± 6.9 meses) no observaron diferencias en la movilidad masal en ambos grupos (4.75 ± 0.11 y 4.46 ± 0.11). Mientras que Áke-Villanueva *et al.* (2019) al evaluar carneros de pelo (Pelibuey, BlackBelly, Dorper y Katahdin) jóvenes (12 a 18 meses) y maduros (24 a 48 meses) no encontraron diferencias en la movilidad masal, ambos grupos presentaron una movilidad con escala de cuatro, mencionando que estas diferencias podrían estar relacionadas a las diferencias que existen en la

capacidad reproductiva entre razas, estas diferencias están influenciadas por factores como la raza, alimentación, ambiente y manejo reproductivo. En el presente estudio, bajo las condiciones de clima cálido húmedo, los carneros maduros tienen buen desarrollo fisiológico de los órganos reproductivos, lo que permite tener mayor eficiencia en el proceso de espermatogénesis y maduración de los espermatozoides en la cola del epidídimo el cual le desarrolla la movilidad, y con ello, la capacidad de fertilizar, esto refuerza su valor como sementales con alto potencial reproductivo en sistemas de producción para mejorar la eficiencia en la fertilización. La menor movilidad en los carneros jóvenes no implica infertilidad, pero sí evidencias que aún no se encuentran en madurez reproductiva.

Los carneros maduros presentaron diferencias estadísticas en el peso corporal en comparación con los carneros jóvenes, ya que fueron los menos pesados, lo que refleja una diferencia natural, atribuible al desarrollo fisiológico alcanzado con la edad, esta diferencia del 23.3% representa un indicador de la maduración fisiológica en los carneros adultos, y puede considerarse un reflejo del estado nutricional, desarrollo óseo y muscular, así como de una mayor capacidad funcional. Con respecto al desarrollo testicular ambos grupos de carneros presentaron un desarrollo adecuado, sin diferencias entre ellos. Las diferencias en el peso vivo entre ambos grupos de carneros no afectó el desarrollo testicular, lo que coincide con lo mencionado por Bochantin *et al.* (2022) quienes indicaron que existe relación entre el peso corporal con las medidas de la circunferencia escrotal, pero este proceso está influenciado por la edad, nutrición, raza, factores ambientales y la tasa de crecimiento pre y post destete. Cuando hay un adecuado nivel nutricional durante el desarrollo se promueve un adecuado crecimiento testicular y con ello, una eficiente producción de hormonas sexuales (Andreeva y Stefanov (2020). Con base en los resultados encontrados, la madurez sexual se relaciona con buen peso corporal y con la edad, ya que en muchas ocasiones corderos con bajo peso son pequeños para iniciar su vida reproductiva, es por ello que el peso corporal, características físicas y morfométricas, están relacionados con la circunferencia escrotal en ovinos jóvenes menores de 12 meses (Espitia-Pacheco *et al.* 2018). Mientras que Pabón-Quevedo y Pulido-Medellín (2021) mencionan que una sobre alimentación con adecuado aporte de nutrientes en cada etapa de crecimiento puede adelantar el desarrollo testicular y con ello una adecuada madurez sexual. Estos hallazgos indican que, en condiciones de manejo adecuados, los carneros jóvenes pueden presentar un desarrollo gonadal igual que los carneros maduros, siempre que se encuentren dentro del rango de peso ideal para la madurez reproductiva. La ausencia de diferencia significativa en la circunferencia escrotal también puede estar influenciada por el hecho de que ambos grupos fueron seleccionados dentro de un rango de peso corporal compatible con el desarrollo gonadal. El cual de acuerdo con Chacón *et al.* (2018), se puede alcanzar con el 40 a 60% del peso vivo adulto del animal. Los carneros de este estudio estaban dentro de los parámetros de las mediadas escrotales para iniciar la actividad reproductiva. Un adecuado aporte nutricional puede adelantar el crecimiento testicular, incluso en animales jóvenes, favoreciendo el desarrollo y maduración del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, estos hallazgos sugieren que la edad no es el único determinante del desarrollo testicular y que el peso corporal debe de considerarse como un criterio complementario en la selección de carneros especialmente en sistemas tropicales, cuando se busca asegurar una alta eficiencia en la fertilización.

Cambios en las características seminales por evento consecutivo de eyaculado de carneros jóvenes y maduros

El ritmo de extracción en los carneros maduros y jóvenes presentó diferencias en el volumen de eyaculado durante los tres eventos consecutivos, disminuyendo el volumen de eyaculado conforme se realizaban las extracciones consecutivas. Lo cual coincide por lo reportado por Nel-Themaat *et al.* (2006) al evaluar carneros nativos jóvenes (10 meses) y maduros (36 meses), observado que el volumen y la movilidad masal disminuyó de forma significativa entre el primer y segundo eyaculado en los carneros jóvenes, en cambio los carneros de 36 meses presentaron mejores características seminales, condición similar a la observada en el presente estudio y que también coinciden con lo reportado por Yotov *et al.* (2011) quienes indicaron que el volumen de eyaculado disminuye conforme aumenta la frecuencia de eyaculación. Pero estos resultados contrastan con lo reportado por Abadjieva *et al.* (2014) quienes no encontraron diferencias significativas en el volumen y movilidad masal con respecto a la frecuencia de extracción. Por otra parte, Carvajal-Serna *et al.* (2017) indicaron que hubo diferencias ($p < 0,05$) para volumen, concentración y el porcentaje de espermatozoides vivos; ya que el primer eyaculado fue significativamente superior al segundo, pero no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en el porcentaje de motilidad masal para el primer y segundo eyaculado. La movilidad masal es una de las características que sirve para realizar una valoración de forma subjetiva de la calidad seminal, habiendo una relación entre el movimiento de sus ondas o remolinos con la capacidad fertilizadora del espermatozoide (Peris *et al.* 2004). En el presente estudio, los carneros maduros presentaron una disminución en la movilidad masal entre el primer y los eyaculados subsecuentes, sin embargo, entre el segundo y el tercer eyaculado no hubo diferencias, lo que indica cierta estabilidad en la movilidad masal después de la primera extracción; por el contrario, los carneros jóvenes presentaron una disminución progresiva con cada eyaculado, lo que se atribuye a una menor capacidad de recuperación frente a la exigencia de montas sucesivas, posiblemente asociadas a una inmadurez funcional del sistema reproductivo. La disminución masal puede deberse a una liberación sostenida de espermatozoides sin el tiempo suficiente para una reposición eficiente en la cola del epidídimo, esto difiere con lo reportado por Yotov *et al.* (2011) quienes observaron incremento en la movilidad masal (4.58 ± 0.13) en la segunda extracción con carneros de la raza cabeza negra de Plevé Blackhead, esta diferencia con el presente estudio podría explicarse por la diferencia en razas, condiciones ambientales. Mientras que en el presente estudio se empleó un protocolo de montas consecutivas inmediatas, Yotov *et al.* aplicaron un intervalo mayor entre colectas, lo permitió recuperación parcial en la calidad seminal de los carneros. Los resultados de presente estudio presentan que la movilidad masal por evento consecutivo de eyaculado esta condicionada por la edad y la madurez sexual del animal, siendo más estable en carneros maduros. En cuanto al porcentaje de espermatozoides vivos, los carneros maduros mantuvieron un porcentaje estable de espermatozoides vivos durante las tres extracciones, por el contrario, los carneros jóvenes mostraron una disminución en la viabilidad espermática en el tercer eyaculado, con una reducción del 11% de espermatozoides vivos. Lo cual coincide con los reportados por Kaya *et al.* (2002) quienes observaron en carneros de jóvenes (12 meses) una disminución del 50 % en el porcentaje de espermatozoides vivos después de 2 montas sucesivas. De forma similar, Ben-Moula *et al.* (2022) señalan que la calidad espermática en carneros jóvenes se ve comprometida a partir del

tercer eyaculado, debido a una disminución del líquido seminal el cual nutre y aporta energía, ácidos grasos y antioxidantes para proteger a los espermatozoides.

Los carneros jóvenes presentan una reducción en la viabilidad espermática, la cual puede estar asociada a un agotamiento temporal del almacenamiento de espermatozoides maduros en la cola del epidídimo, así como una mayor susceptibilidad al daño oxidativo generado por el estrés de la frecuencia de extracciones. Los carneros maduros tienen mayor capacidad del aparato reproductor para sostener la viabilidad espermática, incluso bajo protocolos de extracción sucesiva, bajo condiciones de trópico húmedo, pueden mantener una mayor resistencia fisiológica frente a demandas de montas sucesivas, lo cual evidencia una ventaja reproductiva de los carneros maduros frente a esquemas de montas intensivas.

Cambios en las características seminales, durante diferentes días de extracción

El grupo de carneros maduros no presentaron diferencias significativas en el volumen de eyaculado, ya que mantuvieron un volumen constante durante los tres días de extracción, mientras que en los carneros jóvenes, se observó una diferencia significativa en el tercer día. Estas evidencias concuerdan con lo reportado por Kaya *et al.* (2002) quien al trabajar con carneros jóvenes, reportan que la mayor frecuencia de eyaculados tuvo un impacto negativo, en el volumen y movilidad masal. Estos hallazgos reflejan una diferencia en la capacidad de recuperación del aparato reproductor de los carneros jóvenes frente a altas frecuencias de extracción, mientras los carneros maduros que han alcanzado una madurez funcional les permite mantener la producción constante de plasma seminal; como lo plantea Aké-Villanueva *et al.* (2019) en donde los carneros de mayor edad tienen testículos y glándulas sexuales de mayor tamaño y con ello mayor volumen y porcentaje de espermatozoides vivos. En cambio, los carneros jóvenes los cuales mostraron un volumen decreciente indica una vulnerabilidad fisiológica ante el estrés generado por la demandante frecuencia de extracciones durante diferentes días. Esta tendencia fue identificada por Aguirre *et al.* (2007) quienes observaron una reducción en el volumen seminal y viabilidad espermática en carneros jóvenes con 14 meses de edad durante 3 días de extracción seminal.

En la movilidad masal, los carneros jóvenes registraron una disminución significativa en el tercer día, debido a que el ritmo de extracción sobrepasa su capacidad de mantener la integridad funcional de los espermatozoides, esta respuesta se podría relacionar con una menor reserva de espermatozoides en el epidídimo, como ha sido reportado por Omasanya *et al.* (2021) quien al trabajar con carneros jóvenes (12 meses) con altas frecuencias de eyaculación causaron deterioro de la calidad seminal y aumento de anomalías morfológicas. Con respecto al porcentaje de espermatozoides vivos, los carneros maduros no presentaron diferencias significativas mientras que los carneros jóvenes tuvieron una tendencia descendente, lo que sugiere una pérdida progresiva de la calidad espermática con el número de días o repeticiones, lo cual es congruente con los hallazgos de Kaya *et al.* (2002) quienes asociaron la mayor frecuencia de extracción con un deterioro de la calidad espermática. A pesar de ello, los presentes resultados difieren parcialmente con lo reportado por Montes-Garrido *et al.* (2022), quienes documentaron que una recolección intensiva afecta de forma negativa incluso a los carneros adultos. En el presente trabajo los carneros maduros no mostraron este efecto, lo cual podría deberse a que los carneros sexualmente maduros tienen mejores características seminales, esto por tener mayor desarrollo testicular y producción de

testosterona, lo cual ayuda a que los espermatozoides requieran un tiempo menor de almacenamiento en la cola del epidídimo, lo que permite una eyaculación eficiente, sin que la frecuencia de extracción comprometa la calidad seminal, a diferencia de lo observado en los carneros jóvenes, que evidencian una sensibilidad fisiológica ante altas frecuencia de eyaculados, lo que destaca la importancia de considerar la madurez sexual en carneros al establecer protocolos de colecta seminal en condiciones tropicales.

Tiempo de latencia entre carneros sexualmente maduros y jóvenes

Para el tiempo de latencia, se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre grupos de carneros, los carneros jóvenes tardaron más tiempo en detectar a la oveja en estro y completar a la primera monta con eyaculado; de igual manera, utilizaron más tiempo de recuperación para llevar a cabo montas sucesivas, en comparación con los carneros sexualmente maduros, que requirieron menor tiempo. Esta diferencia en el tiempo de latencia puede explicarse por una deficiente madurez fisiológica, hormonal y conductual en los carneros jóvenes, lo cual se relaciona con el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal, el cual se encuentra en una fase de inmadurez. Resultados que son similares a lo reportado por Chí *et al.* (2009) quienes reportan que los carneros jóvenes necesitaron más tiempo en recuperarse con un tiempo de 1.52 minutos en comparación a 1.16 minutos de los carneros adultos. Por otra parte, el retraso en la respuesta sexual de los carneros jóvenes podría estar influenciado por la falta de experiencia previa, ya que los carneros jóvenes generalmente han tenido poco o ningún contacto con hembras en estro, lo que limita su capacidad de reconocer señales olfativas y visuales asociadas con la receptividad sexual. La falta de estímulos sociales y sexuales tempranos puede disminuir la liberación pulsátil de GnRH y, por consiguiente, de testosterona, afectando la expresión del comportamiento sexual. En cambio, los carneros maduros, con mayor experiencia, logran una respuesta más rápida y eficiente, posiblemente debido a una mayor sensibilidad a las feromonas emitidas por las hembras en estro y a una mejor coordinación neuromuscular durante la conducta de monta, lo que también coincide con mencionado por Aké-López *et al.* (2016) quienes han documentado que en carneros Pelibuey de diferentes edades, los carneros jóvenes necesitaban 0.58 minutos en recuperarse de su primera a segunda monta con eyaculado, mientras que los carneros maduros requieren solo 0.30 minutos, por su parte Ntemka *et al.* (2019) menciona que los carneros jóvenes menos de 12 meses no tienen experiencia sexual debido al manejo que reciben al no tener contacto con hembras. Por su parte, Aké-Villanueva *et al.* (2019) trabajando con carneros jóvenes de 12 meses y maduros de 24 meses reportan que el tiempo de latencia del primer a segundo eyaculado fue estadísticamente diferente para los carneros jóvenes, con 3.23 minutos en comparación de los carneros maduros con 1.86 minutos, la falta de experiencia sexual en los carneros jóvenes reducen su expresión sexual por un bloqueo hormonal a nivel hipotalámico, a diferencia de los carneros maduros que tienen mayor experiencia sexual. El tiempo de latencia puede considerarse un indicador funcional del grado de madurez sexual, ya que resulta útil para tomar decisiones en la selección de carneros para sementales.

Tiempo de latencia por evento consecutivo de colecta de eyaculado de carneros maduros y jóvenes

Los resultados indican un incremento progresivo en el tiempo de latencia conforme avanza el número de montas. En carneros maduros no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el primer

y segundo eyaculado, el tiempo aumento significativamente del segundo al tercer eyaculado, esto coincide con lo reportado por Cárdenas-Gallegos *et al.* (2015) quienes mencionan que los carneros maduros tienen mejor capacidad de servicio y menor tiempo de reacción y latencia en el segundo servicio, con aumento de tiempo en la tercera monta, a pesar de la madurez sexual de los carneros maduros, existe un aumento de tiempo en la respuesta sexual conforme se incrementa la frecuencia de cópula. Esto coincide con lo reportado por Aké-López *et al.* (2016) quienes describieron un comportamiento similar, donde el tiempo de latencia aumenta entre montas sucesivas, aun en carneros adultos. En carneros jóvenes, el tiempo de latencia fue mayor desde la primera monta con eyaculado, aunque no hubo diferencias significativas del primer al segundo eyaculado, el tiempo se incrementó significativamente en la tercera monta. Esto se debe a su inmadurez y la falta de experiencia sexual, factores que limitan la eficiencia reproductiva en carneros jóvenes. Mientras que Carvajal-Serna *et al.* (2017) reportan que los carneros menores de un año presentan tiempos de latencia más largos y menor capacidad de servicio, lo que también se observó en este estudio. Esto es debido a que están en una etapa de crecimiento, lo cual anula su desarrollo reproductivo, por lo tanto, su tiempo de latencia entre eyaculados es mayor, en comparación a los carneros sexualmente maduros quienes poseen mejor recuperación sexual entre montas, lo cual está asociado a una mayor eficiencia en la regulación neuroendocrina del comportamiento reproductivo.

Tiempo de latencia entre diferentes días de colecta de carneros maduros y jóvenes

Los carneros maduros no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), en el tiempo de latencia durante los diferentes días de evaluación, mientras que, los carneros jóvenes incrementaron el tiempo de latencia al tercer día de evaluación, lo que indica menor capacidad de recuperación en programas de montas intensivas, ya que en carneros jóvenes la fatiga sexual podría manifestarse con mayor rapidez. Esto coincide con lo reportado por Al-Bulushi *et al.* (2018) quienes observaron que, en dromedarios, una mayor frecuencia de colecta compromete la calidad seminal y aumenta el tiempo de latencia, pero una recolección por semana no afecta de forma negativa la libido, tiempo de latencia y la calidad seminal. De forma similar, Bonato *et al.* (2021) observaron que los carneros jóvenes sometidos a colectas cada 48 horas presentaron una disminución de la libido y con ello aumento en el tiempo de latencia entre eyaculados. El incremento observado en los carneros podría vincularse al desgaste reproductivo ante la frecuencia de montas, en contraste, los carneros maduros, con mayor experiencia sexual y desarrollo testicular, mantienen su eficiencia reproductiva incluso bajo condiciones repetidas de colecta.

La conducta sexual es la capacidad de un individuo como respuesta del sistema reproductivo, cuyo funcionamiento se desarrolla con la edad, en este sentido, anatómicamente los machos suelen ser más grandes y agresivos que las hembras, por lo cual, el macho debe dejar en claro su seguridad durante el cortejo para que la hembra permita el apareamiento (González-Tavizón *et al.* 2022). Por tal motivo, los sementales sexualmente maduros tuvieron mejor desempeño reproductivo que los jóvenes, posiblemente, relacionado con mayor peso vivo, que permite mayor aceptación por las hembras en comparación con los carneros jóvenes. Los resultados del presente estudio mostraron que los carneros sexualmente maduros tienen menor tiempo de reacción a la primera monta con respecto a los carneros jóvenes, esto puede deberse a la experiencia previa en la detección de hembras en estro como lo indicaron Gaspar *et al.* (2023) quienes, al exponer sementales experimentados y jóvenes con dos grupos de ovejas, observaron que el grupo de sementales

jóvenes dedicó más tiempo al cortejo previo al apareamiento. Al respecto, Ungerfeld *et al.* (2019) reportaron que los sementales que son estimulados para la cópula con el contacto cercano a una hembra receptiva pueden ser más receptivos a los estímulos sexuales, debido a esto, logran mejorar eficacia en el apareamiento, sobre todo, en los periodos en los que se encuentra a solas con la oveja en estro. Al respecto, Pfaus *et al.* (2001) indicaron que la experiencia sexual les permite a los animales formar asociaciones entre estímulos internos o externos y el comportamiento conduce a diferentes recompensas sexuales. Además, las asociaciones entre estímulos internos y externos permiten predecir resultados sexuales. Estos tipos de aprendizaje se basan en mecanismos instintivos para crear patrones de respuesta sexual distintivos y aparentemente automatizados (González-Reyna y Vázquez-Armijo 2020), así los carneros jóvenes deben de tener este tipo de aprendizaje para aumentar su capacidad reproductiva, de tal manera que, la estimulación de las hembras en estro hacia los machos provoca incrementos importantes en la secreción de GnRH y LH. Al respecto, Ambrosi *et al.* (2018) al evaluar sementales para la colecta de semen observaron que, los carneros jóvenes que son expuestos al empadre mejoran su desempeño reproductivo con el aprendizaje, reduciendo el tiempo de cortejo y mejorando el desempeño en la conducta de monta, esto puede estar relacionado con la maduración del eje hipotálamo hipofisiario gonadal, que regula la función testicular, incluyendo la producción de testosterona y de espermatozoides (Corradi *et al.* 2016). La secreción de gonadotropinas es dinámica y cambia constantemente durante el desarrollo sexual y se inicia durante el desarrollo fetal, sin embargo, es hasta la pubertad que se desarrolla activamente, situación que se caracteriza por un incremento en la amplitud de los pulsos de LH, en este momento, existe mayor nivel de testosterona, junto con su conversión al metabolito activo, la dihidrotestosterona (DHT), con lo cual, se consiguen los cambios en aumento de tamaño testicular y libido (Corradi *et al.* 2016).

CONCLUSIONES

Los carneros maduros presentan mayor volumen de eyaculado, mejor movilidad masal y constancia en el porcentaje de espermatozoides vivos, demostrando eficiencia reproductiva superior. Los carneros jóvenes experimentan alteraciones en la calidad seminal, especialmente con la frecuencia de extracciones, en contraste, con carneros maduros que son más resilientes a la frecuencia de extracciones. Durante los diferentes días de extracción, los carneros maduros presentan mejores características seminales en comparación con los carneros jóvenes, quienes experimentan baja calidad seminal. La edad del carnero influye en el tiempo de latencia, los carneros sexualmente maduros tienen menor tiempo de reacción a la primera monta y menor tiempo de latencia entre montas, en comparación con los carneros jóvenes. En los días de extracción, los carneros maduros mantienen tiempos de latencia de manera consistente, mientras que los carneros jóvenes muestran mayor variabilidad, especialmente en el tercer día de extracción, en el que requieren mayor tiempo.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Abadjieva D, Chervenkov M, Stefanov R, Metodiev N, Kistanova E, Kacheva D, Raycheva E (2014) Effect of breeding season on the kinematic parameters and morphology of ram sperm from Synthetic Population Bulgarian Milk sheep breed. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20: 967-972.
- Aguirre V, Orihuela A, Vázquez R. 2007. Seasonal variations in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics, as affected by social dominance, of tropical hair rams (*Ovis aries*). *Animal Science Journal* 78: 417-423. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2007.00456.x>
- Aké-López JR, Aké-Villanueva NY, Segura-Correa JC, Aké-Villanueva JR, Montes-Perez RC (2016) Effect of age and season on semen traits and serving capacity of Pelibuey rams under tropical conditions. *Livestock Research for Rural Development* 28: 166.
- Aké-Villanueva JR, Aké-López JR, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC (2019) Reproductive behavior in hair sheep rams under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production* 51: 1627-1635. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01856-8>
- Al-Bulushi S, Manjunatha BM, Bathgate R, Rickard JP, De-Graaf SP (2018) Effect of semen collection frequency on the semen characteristics of dromedary camels. *Animal Reproduction Science* 197: 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.022>
- Al-Jaryan IL, Al-Thuwaini TM, Merzah LH, Alkhammas AH (2023) Reproductive physiology and advanced technologies in sheep reproduction. *Reviews in Agricultural Science* 11: 171-180. https://doi.org/10.7831/ras.11.0_171
- Ambrosi CP, Rubio N, Giménez G, Venturino A, Aisen EG, López-Armengol MF (2018) Modeling of behavioral responses for successful selection of easy-to-train rams for semen collection with an artificial vagina. *Animal reproduction science* 193: 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.04.003>
- Andreeva M, Stefanov R (2020) Study of the relationship between the age of the rams and the quality of their ejaculates obtained outside the breeding season. *Biotechnology in Animal Husbandry* 36(4): 437-445. <https://doi.org/10.2298/BAH2004437A>
- Balcázar JA, Porras AI (2009) Manual de prácticas en manejo reproductivo de ovinos y caprinos. 1ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Reproducción. México. 96p.
- Bamba K (1988) Evaluation of acrosomal integrity of boar spermatozoa by bright field microscopy using an eosin-nigrosin stain. *Theriogenology* 29: 1245-1251. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90004-0](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90004-0)
- Ben-Moula A, Badi A, Hamidallah N, Allai L, El-Khalil K, El-Fadili M, Moussafir Z, El-Amiri B (2022) Effect of ejaculation frequency on ram semen characteristics, seminal plasma composition and chilled sperm quality. *Journal of Central European Agriculture* 23: 722-731. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.4.3592>
- Bochantin K, Baumgaertner F, Hurlbert JL, Menezes ACB, Kirsch JD, Dorsam SL, Schauer CS, Dahlen CR (2022) Divergent planes of nutrition altered concentrations of hormones and metabolites but not semen characteristics in mature rams. *Journal of Animal Science* 100(Supplement_2): 23. <https://doi.org/10.1093/jas/skac064.037>

- Bonato M, Smith MAMJ, Malecki IA, Cloete SWP (2021) The effect of dilution rate and successive semen collections on sperm quality and sexual motivation of sexually mature South African Merino rams. *Tropical Animal Health and Production* 53: 182-195. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02627-0>
- Canizalez SA, Márquez JR (2014) Adiestramiento de carneros para la colección de semen con vagina artificial. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 5: 113-116.
- Cárdenas-Gallegos M, Aké-López J, Magaña-Monforte J, Centurión-Castro F (2015) Libido and serving capacity of mature hair rams under tropical environmental conditions. *Archivos de Medicina Veterinaria* 47: 39-44. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2015000100008>.
- Carvajal-Serna M, Cortés-López HA, Manrique-Perdomo C, Grajales-Lombana HA (2017) Evaluación de los parámetros de calidad seminal y cinemática espermática en tres razas ovinas de lana en condiciones de trópico alto colombiano. *Revista de Medicina Veterinaria* 36: 49-61. <https://doi.org/10.19052/mv.5171>
- Chacón L, Lozano-Márquez H, Orozco-Clavijo JA, Ardila-Silva A (2018) Características de la pubertad en corderos de pelo y sus cruces en Colombia en condiciones de baja altitud. *Revista MVZ Córdoba* 24: 7097-7103. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1227>
- Chella L, Kunene N, Lehloenyha K (2017) A comparative study on the quality of semen from Zulu rams at various ages and during different seasons in KwaZulu-Natal, South Africa. *Small Ruminant Research* 151: 104-109. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.04.003>
- Chí SP, Aké LR, Domínguez HY, Magaña MJ. (2009) Evaluación de la capacidad reproductiva en carneros de pelo en el trópico. En: Ghirardi P (ed). VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos ALEPRyCS. 9 al 11 de septiembre. Querétaro, Querétaro, México. pp: 24-27
- Corradi PF, Corradi RB, Greene LW (2016) Physiology of the hypothalamic pituitary gonadal axis in the male. *The Urologic Clinics of North America* 43: 151-162. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2016.01.001>.
- Cueto M, Gibbons A, Bruno-Galarraga MM, Fernández J (2016) Manual de obtención, procesamiento y conservación del semen ovino. 2ª edición. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. San Carlos de Bariloche, Argentina. pp. 4-23.
- Espitia-Pacheco A, Montes-Vergara D, Lara-Fuenmayor D (2018) Evaluación del desarrollo testicular y medidas morfométricas en ovinos de pelo colombiano. *Agronomía Mesoamericana* 29: 175-185. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27550>
- Falchi L, Pau S, Ledda M, Melosu V, Zedda MT (2023) Lesions of the prepuce and penis in rams: A retrospective study. *Veterinary Research Communications* 47(4): 2259-2264. <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10128-8>
- Flores-Nájera MJ, Rosales-Nieto CA, Vélez-Monroy LI, Chávez-Solís AU (2021) Influencia del nivel nutricional sobre la calidad seminal y el comportamiento sexual de los machos cabríos tratados con días largos artificiales. *Biotecnia* 23: 36-44. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i1.1275>
- García E (2004) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 96p.
- Gaşpar C, Ailincăi LI, Dodan AX (2023) Observations of sexual behaviors in goats (*Capra hircus*) raised on non-professional farms. *Journal of Applied Life Sciences and Environment* 55(3):301-310. <https://doi.org/10.46909/alse-552065>.
- González-Maldonado J, Ramírez-Valverde G, Rodríguez de Lara R, Gallegos-Sánchez J, Antillón-Ruiz J (2021) Ram sexual preferences and estrous behavior expression in ewes with different reproductive status. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 45: 1074-1079. <https://doi.org/10.3906/vet-2012-80>
- González-Reyna A, Vázquez-Armijo JF (2020) El manejo de la reproducción en el semental ovino y caprino y la productividad: importancia del macho sobre la eficiencia terminal en los sistemas de producción.

- In: Vázquez-Armijo JF, Lucero-Magaña FA (eds) Reproducción y productividad en ovinos y caprinos en trópico seco: manejo reproductivo y productivo en pequeños rumiantes en el trópico seco del noreste de México. Editorial Académica Española, España. pp. 240-243.
- González-Tavizón A, Meza-Herrera CA, Arellano-Rodríguez G, Mellado M, Contreras-Villarreal V, Ángel-García O, Arévalo JR, Véliz-Deras FG (2022) Effect of Dorper rams' social-sexual hierarchy on their sexual behavior and capacity to induce estrus in ewes. *Agriculture* 12:391. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030391>
- Hafez ESE, Hafez B (2000) *Reproduction in farm animals*. 7ª edición. Editorial Wiley-Blackwell, USA. 509p.
- Kaya A, Aksoy M, Tekeli T (2002) Influence of ejaculation frequency on sperm characteristics, ionic composition and enzymatic activity of seminal plasma in rams. *Small Ruminant Research* 44: 153-158. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00051-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00051-2)
- Labanda-Sigcho JE, Moscoso-Piedra AL, Alvarado-Alvarado JC, Maldonado-Cornejo ME (2025) Efecto de hembras estrogenizadas sobre el comportamiento sexual y la calidad seminal del carnero. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 9: 8411-8425. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16484
- Martínez-Rojero RD, Ulloa-Arvizu R (2023) Comportamiento reproductivo del carnero en un rebaño de ovejas "Obispo" de la montaña del estado de Guerrero, México. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 33: 1-6. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33197>
- Montes-Garrido R, Riesco MF, Anel-Lopez L, Neila-Montero M, Palacin-Martinez C, Boixo JC, de Paz P, Ortega-Ferrusola C, Hassan MAA, Anel L, Alvarez M (2022) Application of ultrasound technique to evaluate the testicular function and its correlation to the sperm quality after different collection frequency in rams. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 1035036. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1035036>.
- Nel-Themaat L, Harding GD, Chandler JE, Chenevert JF, Damiani P, Fernandez JM, Humes PE, Pope CE, Godke RA (2006) Quality and freezing qualities of first and second ejaculates collected from endangered Gulf Coast Native rams. *Animal Reproduction Science* 95: 251-261. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.09.014>.
- Ntemka A, Kiossis E, Boscós C, Theodoridis A, Kourousekos G, Tsakmakidis I (2019) Impact of old age and season on Chios ram semen quality. *Small Ruminant Research* 178: 15-17. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.07.004>.
- Omasanya OK, Hassan JO, Oloye AA, Oyewusi IK, Oni OO, Olurode SA, Oloruntuga OO, Adeusi AA, Bassahwa AP, Adetomiwa AS, Mustapha L (2021) Effects of ejaculation frequency on semen characteristics and serum testosterone concentration in Red Sokoto bucks. *Nigerian Journal of Animal Production* 48:34-45. <https://doi.org/10.51791/njap.v48i6.3275>.
- Owoicho AK, Fontbonne A, Partyka A, Nizanski W (2023) Effect of male age on semen quality in domestic animals: Potential for advanced functional and translational research. *Veterinary Research Communications* 47: 1125-1137. <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10159-1>
- Pabón-Quevedo HY, Pulido-Medellín MO (2021) Circunferencia escrotal como criterio de selección para carneros de reemplazo. *Pensamiento y Acción* 31: 52-73. <https://doi.org/10.19053/01201190.n31.2021.12583>
- Peris SI, Morrier A, Dufour M, Bailey JL (2004) Cryopreservation of ram semen facilitates sperm DNA damage: relationship between sperm andrological parameters and the sperm chromatin structure assay. *Journal of Andrology* 25: 224-233. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.2004.tb02782.x>
- Pfau JG, Kippin TE, Centeno S (2001) Conditioning and sexual behavior: A review. *Hormones and Behavior* 40: 291-321. <https://doi.org/10.1006/hbeh.2001.1686>
- 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>

- Van-Wettere WHEJ, Kind KL, Gatford KL, Kleemann DO, Walker SK (2021) Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 12: 26. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00537-z>
- Wildeus S, O'Brien D (2023) Growth, libido, semen quality, and reproductive organ weights of hair sheep rams rendered short-scrotum at birth or weaning. *Journal of Animal Science* 101(Supl. 1): 104-105. <https://doi.org/10.1093/jas/skad068.125>
- Yotov S, Fasulkov I, Vassilev N (2011) Effect of ejaculation frequency on spermatozoa survival in diluted semen from Pleven Blackhead rams. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 35: 361-366. <https://doi.org/10.3906/vet-0911-229>