

## Calidad de semen en ovinos: una revisión

### Semen quality on ram: a review

José Alejandro Islas-Sotelo<sup>1\*</sup>, Gerardo Noé Rosales-Martínez<sup>1</sup>, Libia Ivonne Pérez-Torres<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La calidad espermática es un componente esencial de la eficiencia reproductiva en los ovinos y es un parámetro clave en la aplicación de biotecnologías como la inseminación artificial y la criopreservación. El volumen, concentración, motilidad, morfología y vitalidad espermática son parámetros seminales que se ven afectados por el estrés térmico, la nutrición y el manejo reproductivo. El calor excesivo provoca disminución en la espermatogénesis, reducción de la motilidad, concentración y un aumento de anomalías morfológicas acompañados de muerte celular. El frío intenso causa daño estructural y pérdida de la viabilidad por cristalización intracelular. Asimismo, factores como la edad, raza y nutrición modulan la calidad seminal, en la que los antioxidantes actúan como elementos protectores frente al estrés oxidativo. La criopreservación está limitada por la baja tolerancia de los espermatozoides al frío, la toxicidad de algunos crioprotectores y las patologías del aparato reproductor. En conjunto, estos factores ambientales, fisiológicos y patológicos permiten establecer estrategias de manejo y conservación para optimizar la fertilidad en ovinos.

Palabras clave: calidad seminal, carnero, criopreservación, estrés térmico, ovinos

#### ABSTRACT

Sperm quality is an essential component of reproductive efficiency in sheep and constitutes a key parameter in the application of biotechnologies such as artificial insemination and cryopreservation. Sperm volume, concentration, motility, morphology, and viability are seminal parameters that are affected by heat stress, nutrition, and reproductive management. Excessive heat causes a decrease in spermatogenesis, reduced sperm motility and concentration, and an increase in morphological abnormalities accompanied by cell death. Intense cold causes structural damage and loss of viability due to intracellular crystallization. Additionally, factors such as age, breed, and nutrition modulate semen quality, with antioxidants acting as protective elements against oxidative stress. Cryopreservation is limited by the low tolerance of sperm to cold, the toxicity of some cryoprotectants and underlying pathologies of the reproductive system. Understanding these, environmental, physiological, and pathological factors allow the establishment of management and conservation strategies to optimize fertility in sheep.

Keywords: semen quality, ram, cryopreservation, heat stress, sheep

\*Autor para correspondencia: jose\_10alex@hotmail.com

Fecha de aceptación: 13 de julio de 2026

Fecha de recepción: 5 de junio de 2026

Fecha de publicación: 15 de julio de 2026

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

## INTRODUCCIÓN

La calidad espermática es esencial para la eficiencia reproductiva en la producción ovina. Esta se encuentra regida por varios parámetros entrelazados que, en conjunto, determinan la capacidad fecundante de un semental. La evaluación de un eyaculado depende de variables como la motilidad, morfología, concentración y vitalidad de los espermatozoides (Bartlewski et al., 2011; Cownie, 1999). Estos parámetros son importantes, tanto para la reproducción dentro del rebaño, como para la aplicación de biotecnologías reproductivas, entre ellas, la inseminación artificial y la criopreservación. Al realizar una comparación con los promedios establecidos, se puede comprobar el nivel de eficiencia reproductiva de la raza, la zona específica o el tipo de biotecnología implementada en el rebaño (Aitken, 2006). Los principales factores que afectan la calidad del semen en ovinos son la raza, edad del animal, nutrición, estrés térmico, manejo reproductivo y la presencia de patologías o alteraciones en el aparato reproductivo (David et al., 2008). Por lo tanto, el objetivo de esta revisión fue analizar los factores involucrados en la calidad espermática de ovinos.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Aparato reproductor

El aparato reproductor del macho ovino está constituido por los testículos, epidídimo, conductos deferentes, glándulas sexuales accesorias, uretra, pene, prepucio y escroto; dichas estructuras trabajan de manera coordinada para la producción, maduración, transporte y deposición de los espermatozoides durante la copula (Cruz-Espinoza et al., 2021)

Los testículos son el aparato reproductivo principal, el cual cumple doble función, producción de espermatozoides y la síntesis de hormonas, principalmente testosterona; la espermatogénesis ocurre en los túbulos seminíferos, donde las células germinales atraviesan una serie de divisiones celulares hasta la diferenciación en espermatozoide maduro, durante este proceso, las células de Sertoli proporcionan soporte estructural, nutrición y regulando las células germinales (Dovenski et al., 2022). Los testículos se localizan dentro del escroto, estructura que desempeña su función en la regulación de la temperatura testicular, en el ovino macho, la espermatogénesis requiere una temperatura entre 2-6 °C inferior a la temperatura corporal (Van de Hoek et al., 2022).

El epidídimo es un conducto dividido en cabeza, cuerpo y cola, durante el paso de los espermatozoides en el epidídimo estos adquieren motilidad progresiva y capacidad fecundante, y la cola del epidídimo constituye el principal sitio de almacenamiento de los espermatozoides maduros hasta el momento de la eyaculación (Cruz-Espinoza et al., 2021).

Posteriormente los espermatozoides son transportados, de los conductos deferentes hacia la uretra, durante la eyaculación, cuyo trayecto libera secreciones producidas por las glándulas sexuales accesorias (glándulas vesiculares, la próstata y las glándulas bulbouretrales) formando el plasma seminal proporcionando nutrientes, antioxidantes, proteínas y medio adecuado para la supervivencia, protección y transporte de los espermatozoides (Van de Hoek et al., 2022).

El pene del macho ovino es de tipo fibroelástico y presenta una flexura sigmoidea que permanece extendida durante la erección, donde el prepucio protege al pene de lesiones y contaminación ambiental (Dovenski et al., 2022).

## Espermatogénesis en ovinos

La espermatogénesis es el proceso biológico mediante el cual las células germinales masculinas se diferencian en espermatozoides funcionales dentro de los túbulos seminíferos de los testículos, en los machos ovinos, este proceso es continuo a partir de la pubertad (Jiménez-Rabadán et al., 2016). La regulación de la espermatogénesis depende del eje hipotálamo-hipófisis-gónada, el hipotálamo secreta hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual estimula la adenohipófisis para liberar hormona foliculoestimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) (Van de Hoek et al., 2022). La LH actúa sobre las células de Leydig promoviendo la síntesis de testosterona, mientras que la FSH estimula la actividad de las células de Sertoli, responsables de proporcionar soporte estructural, nutricional y regulador a las células germinales. La acción conjunta de la testosterona y la FSH es indispensable para mantener la proliferación, diferenciación y maduración de las células espermatogénicas (Griswold, 2015).

La espermatogénesis comprende tres fases principales: proliferación o fase espermatogonial, meiosis y espermiogénesis: Durante la fase proliferativa, las espermatogonias experimentan sucesivas divisiones mitóticas que permiten mantener la población de células madre y generar espermatoцитos primarios (Jiménez-Rabadán et al., 2016). Posteriormente, en la fase meiótica, los espermatoцитos primarios atraviesan dos divisiones celulares consecutivas que reducen el número cromosómico de diploide a haploide, originando espermátidas redondas genéticamente distintas (Van-Wettere et al., 2021). Finalmente, durante la espermiogénesis, las espermátidas sufren una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que incluyen la condensación del núcleo, formación del acrosoma, desarrollo del flagelo, reorganización mitocondrial y eliminación del citoplasma residual, dando lugar a espermatozoides estructuralmente maduros (Griswold, 2015).

La duración total de la espermatogénesis es de aproximadamente 47 a 49 días, a los cuales deben añadirse entre 10 y 14 días correspondientes al tránsito y maduración de los espermatozoides en el epidídimo antes de ser eyaculados, en consecuencia, un espermatozoide requiere alrededor de 60 días desde el inicio de su formación hasta adquirir capacidad fecundante (Ahmadi et al., 2020). La espermatogénesis es un proceso altamente sensible al equilibrio fisiológico del organismo, afectado por la temperatura testicular, el estado nutricional, el ambiente endocrino y el control del estrés oxidativos (Wang et al., 2025).

## Factores que afectan la calidad del semen

La producción espermática es un proceso biológico sensible múltiples de factores intrínsecos y extrínsecos, cuya interacción puede potenciar o comprometer la calidad del eyaculado en ovinos. Entre los factores intrínsecos, la raza determina diferentes variaciones significativas aun dentro de la misma especie. El parámetro más variable es el volumen por eyaculado, el cual tiende a ser mayor en razas cárnicas que las razas de lana (Carrascal-Triana et al., 2022). Respecto a la edad, los carneros jóvenes (< 1 año) tienen mayor cantidad de espermatozoides inmaduros, mientras que sementales seniles pueden presentar declive en la cantidad y calidad de espermatozoides (Carrascal-Triana et al., 2022).

Dentro de los factores extrínsecos, la nutrición es uno de los elementos que puede controlarse ampliamente mediante la implementación de dietas variadas, la adición de aditivos, vitaminas y minerales. Vitaminas como la E y C, o minerales como el Selenio y Zinc están directamente relacionados con la calidad de los espermatozoides, ya que disminuyen el impacto del estrés oxidativo (Ruiz et al., 2015). El estrés térmico es un factor crítico debido a que los testículos ovinos

son extremadamente sensibles al calor. Las temperaturas extremas suprimen la espermatogénesis y aumentan tanto la tasa como la concentración de anomalías morfológicas (Sadeghi et al., 2020). Esta es una de las principales preocupaciones para los productores de ovinos, ya que las condiciones climáticas causantes del estrés son muy difíciles de controlar y están expuestos a cambios sin anticipación.

El manejo reproductivo de los sementales debe planificarse adecuadamente para evitar su sobreutilización. La implementación de un calendario de colecta de semen permite mantener las reservas espermáticas, favoreciendo la obtención de eyaculados con un volumen y una concentración adecuados. Esta práctica contribuye a conservar la calidad seminal y a prolongar la vida reproductiva del semental (Jiménez-Rabadán et al., 2016).

El estrés oxidativo afecta los espermatozoides ovinos, los cuales son altamente susceptibles a los radicales libres debido a que contienen, altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados en sus membranas. Ciertas especies reactivas de oxígeno (ROS), en niveles bajos, participan en la capacitación espermática; sin embargo, en exceso causan peroxidación lipídica y dañan el ADN, lo que, en consecuencia, reduce la motilidad (Wang et al., 2025).

Los antioxidantes como la vitamina E, C, glutatión, catalasa y enzimas antioxidantes presentes en el plasma seminal son esenciales para contrarrestar los ROS. En producción in vitro se han realizado pruebas con antioxidantes en diluyentes posterior a la colecta seminal con el objetivo de mejorar la calidad después de la descongelación (Wang et al., 2025).

### **Relación entre la temperatura y los parámetros espermáticos en ovinos**

Los parámetros seminales constituyen indicadores fundamentales para evaluar la calidad del semen y el potencial reproductivo de los sementales. Su análisis se basa en la comparación de los valores obtenidos con los rangos de referencia establecidos para la especie, lo que permite clasificar la calidad seminal como adecuada, aceptable o deficiente. Asimismo, la evaluación de estos parámetros facilita la identificación de alteraciones relacionadas con la espermatogénesis, la maduración espermática en el epidídimo o la composición del plasma seminal, proporcionando información valiosa sobre el estado funcional del aparato reproductor masculino (Tsakmakidis, 2010).

La crianza de ovinos, en regiones cálidas, puede influir en el volumen de eyaculado, en función de la raza. Aquellas con menor adaptación presentan una mayor susceptibilidad a los efectos del estrés térmico lo que afecta negativamente la calidad seminal. El volumen se ve comprometido por la disminución de la actividad secretora de las glándulas accesorias y las alteraciones endocrinas asociadas a la hipertermia testicular (Barragán-Sierra et al., 2021).

La concentración espermática varía a lo largo del año, por ejemplo, esta es mayor durante las estaciones templadas o frías y baja en verano, cuando las temperaturas son más altas. Dicha reducción está relacionada con la exposición al calor. El aumento de la temperatura testicular altera el proceso de la espermatogénesis y modifica el ambiente necesario para la formación normal de los espermatozoides, en consecuencia, hay una menor cantidad de estos en el eyaculado (Marai et al., 2008; Van-Wettere et al., 2021).

La motilidad espermática se ve afectada negativamente por el calor. Al respecto, Wang et al. (2024),

reportaron que la exposición a altas temperaturas en ovinos generó un aumento de la temperatura corporal, elevación de cortisol y disminución de testosterona, lo que redujo el movimiento de los espermatozoides. Además, el estrés térmico alteró el microbioma y los metabolitos del rumen. De este modo, la disminución de la motilidad se debe tanto a los efectos directos sobre los testículos como a los cambios en el metabolismo y la función digestiva (Barragán Sierra et al., 2021).

El estrés térmico incrementa la temperatura testicular, esto provoca alteraciones estructurales en los espermatozoides y un aumento de las anomalías morfológicas. Ahmadi et al. 2020, reportaron que la exposición de espermatozoides epididimales de ovinos a 41 °C, durante 4 horas, provocó un aumento significativo de espermatozoides morfológicamente anormales. Estas anomalías fueron relacionadas con el daño oxidativo y la desorganización de la membrana plasmática, comprometiendo la estructura, funcionalidad y su potencial fecundante, también aceleran el metabolismo y causan daño celular, mientras que temperaturas muy bajas pueden generar estrés por frío y alterar la integridad de la membrana. Por ello, mantener el semen a una temperatura óptima (15 °C) favorece la preservación de la motilidad y funcionalidad espermática durante el almacenamiento líquido (Rizkallah et al., 2022). Los principales parámetros evaluados en el semen ovino se observan en la tabla 1.

■ Tabla 1. Parámetros seminales en ovinos y afectación en porcentajes en diferentes tipos de estrés térmicos.

| Parámetro seminal         | Rango o valor normal                     | Efecto del estrés por calor (> 30-35 °C) | Efecto del estrés por frío (< 10 °C) | Referencia(s)                                                                               |
|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Volumen del eyaculado     | 0.5-2 ml                                 | Disminuye entre 10-30%.                  | Disminuye 5-15%.                     | Abril-Sánchez et al. (2019); Marai et al. (2008); Ahmadi et al. (2020)                      |
| Concentración espermática | 2-5 ×10 <sup>9</sup> espermatozoides/ml. | Disminuye 20-50%.                        | Afectación leve.                     | Luo et al. (2019); Rizkallah et al. (2022); Marai et al. (2008)                             |
| Motilidad espermática     | Evaluable con CASA.                      | Reducción de hasta 50%.                  | Pérdida 20-40%.                      | Tsakmakidis (2010); Arrebola et al. (2022); Van Wettere et al. (2021); Ahmadi et al. (2020) |
| Morfología espermática    | < 15% de anomalías.                      | Incremento de anomalías entre 15–60%.    | Induce anomalías leves.              | Sadeghi et al. (2020); Wang et al. (2024)                                                   |
| Vitalidad espermática     | > 70% de espermatozoides vivos.          | Disminuye a 50–60%.                      | Pérdida de 15-25%.                   | Tsakmakidis (2010); Guo et al. (2024); Wang et al. (2024)                                   |

### Volumen del eyaculado

El volumen va de 0.5 a 2 mL dependiendo de la edad, raza y el método de recolección. Aunque este parámetro por sí solo no determina la fertilidad, si influye directamente en la concentración total de espermatozoides por eyaculado, dependiendo de la metodología utilizada o prueba utilizada al seminal (Abril-Sánchez et al., 2019).

En condiciones de estrés por calor, (> 30-35 °C), el volumen del eyaculado puede disminuir entre un 10 a 30%. Esto causado por la deshidratación, la cual que suprime la actividad secretora de las glándulas sexuales accesorias que contribuyen significativamente al plasma seminal. Cabe destacar

que, este efecto puede observarse varias semanas después de la supresión causada a las glándulas sexuales (Marai et al., 2008). El estrés causado por frío ( $< 10^{\circ}\text{C}$ ) es menos drástico en el ovinos, sin embargo, el estrés metabólico provocado por frío intenso puede llevar a una disminución del 5-15% en el volumen (Ahmadi et al., 2020).

### Concentración espermática

La concentración espermática promedio es de  $2\text{-}5 \times 10^9$  espermatozoides/mL. Si esta concentración llega a ser demasiado baja puede comprometer el éxito de técnicas como la inseminación artificial, la efectividad de fecundación o la criopreservación de semen (Luo et al., 2019).

El estrés térmico testicular por calor altera la espermatogénesis y puede reducir la concentración espermática entre un 20 y 50%. Este efecto se presenta máximo siete semanas después del evento que causó el estrés (Rizkallah et al., 2022). Por otro lado, el estrés por frío es menos severo gracias a los mecanismos de termorregulación testicular, sin embargo, la exposición prolongada a bajas temperaturas puede afectar negativamente su salud (Marai et al., 2008).

### Motilidad espermática

La motilidad es el parámetro más utilizado para indicar la viabilidad del espermatozoide y su capacidad de fecundación (Tsakmakidis, 2010), aunque este parámetro antes era muy subjetivo, actualmente, existen softwares como el CASA (Computer-Assisted Sperm Analysis) para obtener una evaluación más precisa de dicho parámetro y obtener un valor exacto de la eficiencia del semental (Arrebola et al., 2022).

La motilidad total, en estrés por calor, puede verse afectada hasta un 50% en semen recolectado después de un estrés calórico. Este es causado, a nivel celular, por el daño mitocondrial y el incremento en el estrés oxidativo (Van Wettere et al., 2021). El estrés por frío ocurre cuando un enfriamiento demasiado rápido del semen diluido causa una pérdida inmediata de motilidad del 20-40%, en consecuencia, causa daño por la alteración de la membrana plasmática y la desestabilización del citoesqueleto del espermatozoide (Ahmadi et al., 2020).

### Morfología espermática

Se refiere a la proporción de espermatozoides normales frente a aquellos que presentan alguna anomalía. Un eyaculado normal debe presentar menos del 15% de anomalías morfológicas, si se obtienen niveles más altos, es importante conocer la causa o retirar al semental debido a condiciones genéticas (Sadeghi et al., 2020).

En estrés por calor, el porcentaje de espermatozoides con defectos morfológicos, como gotas citoplasmáticas, cabezas piriformes y colas anómalas, puede incrementarse del 15-60%, dependiendo de la intensidad y duración del estrés (Wang et al., 2024). Por el contrario, en situaciones de estrés por frío también aparecen anomalías, pero su impacto es significativamente menor (Ahmadi et al., 2020).

### Vitalidad

La vitalidad es el porcentaje de espermatozoides vivos en el eyaculado crudo, se obtiene mediante las tinciones de eosina-nigrosina. En esta técnica se tiñen los espermatozoides muertos, mientras que los vivos no lo hacen (Guo et al., 2024). Los valores en ovinos deben superar el 70% de espermatozoides vivos para ser un valor aceptable (Tsakmakidis, 2010).

El porcentaje de espermatozoides vivos, bajo estrés térmico, puede caer por debajo del 50-60% debido al incremento en la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) los cuales dañan de manera irreversible las membranas espermáticas (Wang et al., 2024). Por otro lado, un protocolo de enfriamiento inadecuado, antes de la criopreservación, puede resultar en una pérdida de vitalidad del 15-25% debido al shock térmico y la formación de cristales de hielo intracelulares que lisan las células (Huang et al., 2019).

### **Criopreservación del semen ovino**

La criopreservación del semen ovino es una de las biotecnologías indispensables en los programas para la reproducción asistida, principalmente para la conservación de la genética deseada. Esta herramienta permite almacenar material genético de alto valor durante largos periodos de tiempo y su difusión rápida. A pesar de su importancia, la técnica, enfrenta desafíos considerables debido a la sensibilidad del semen ante el frío extremo (-195 °C) y los cambios osmóticos que ocurren durante el proceso de congelación y descongelación (Saha et al., 2022). Estos daños pueden ser bajos cuando se utilizan crioprotectores, medios que son capaces de minimizar la formación de cristales de hielo y proteger las estructuras celulares durante el descenso de temperatura. Entre los crioprotectores permeables tenemos el glicerol, etilenglicol y dimetilsulfóxido (DMSO), cada uno presenta distintas ventajas. El glicerol continúa siendo el más utilizado debido a su eficiencia y la capacidad de penetrar la membrana espermática (Luis et al., 2015). Sin embargo, estos agentes presentan limitaciones, entre ellos: el efecto tóxico a los espermatozoides, y efectos negativos en concentraciones elevadas, los cuales comprometen la vitalidad y motilidad de los espermatozoides durante el proceso de congelación y descongelación (Sabeti et al., 2016).

Las concentraciones reportadas, en los últimos años, oscilan entre 3 y 7%, siendo necesarias pruebas antes de incluir dicho porcentaje a un protocolo de congelación debido a que estos números pueden influir diferente entre razas ovinas, tipo de diluyente utilizado y la metodología utilizada (Saha et al., 2022). Por otra parte, los crioprotectores menos frecuentes como el etilenglicol y DMSO han tomado más importancia en los últimos años como alternativas para los métodos de criopreservación orientados en la mejora de la criotolerancia del semen ovino (Huang et al., 2019). El congelamiento de semen es esencial para la inseminación artificial en programas de mejoramiento genético, sin embargo, los espermatozoides de ovinos presentan baja tolerancia al frío (Saha et al., 2022).

Entre los crioprotectores más utilizados como glicerol, etilenglicol y dimetilsulfóxido (DMSO), el glicerol es el más común utilizado en ovinos. No obstante, presenta como desventaja su alta toxicidad, la cual varía según la raza y concentración empleada, por ello suele optar por dosis óptimas reportadas en la literatura para los diferentes métodos de criopreservación (Sabeti et al., 2016).

### **Patologías que afectan la eficiencia reproductiva en ovinos**

La eficiencia reproductiva de los rebaños ovinos es fundamental para su rentabilidad en la producción. En este sentido la calidad del semen actúa como un factor clave que actúa como un indicador de la salud y el potencial de un semental (Abecia et al., 2012). Sin embargo, los parámetros pueden verse comprometido por una amplia diversidad de patologías que afectan directa o indirectamente los órganos reproductores, principalmente al proceso de espermatogénesis (Bartlewski et al., 2011). Las afecciones se pueden clasificar en patologías infecciosas y no infecciosas.

## Patologías infecciosas

Las patologías infecciosas, donde están presentes bacterias como: *Brucella ovis*, *Actinobacillus seminis* o *Histophilus ovis* generadoras de enfermedades. Estas causan lesiones granulomatosas que obstruyen los ductos y alteran la maduración espermática (Carlos et al., 2007). El signo clínico más frecuente de la epididimitis infecciosa es el aumento de tamaño, generalmente unilateral, del epidídimo. Algunos animales infectados no presentan alteraciones testiculares detectables mediante palpación, por eso se recurren a pruebas serológicas y bacteriológicas para establecer un diagnóstico preciso (Wickramasingha et al., 2025).

La bacteria *Brucella ovis* se asocia a epididimitis en los carneros adultos que son utilizados como sementales, mientras que en los corderos esta condición se asocia a microorganismos como *Actinobacillus seminis* e *Histophilus ovis* (Wickramasingha et al., 2025). Las bacterias *A. seminis* e *H. ovis* se consideran parte de la microbiota permanente o transitoria de las mucosas del tracto reproductor de los corderos, ambas actúan como patógenos oportunistas. Son causantes de infecciones ascendentes en el epidídimo, testículos y órganos sexuales accesorios; sin embargo, los factores específicos que predisponen la infección aún no se han definido claramente (Moustacas et al., 2014). Las lesiones de las bacterias se observan en la tabla 2.

■ Tabla 2. Principales lesiones causadas en patologías infecciosas con su patógeno y consecuencias en la reproducción.

| Bacteria                      | Principales lesiones                                             | Consecuencias reproductivas                      | Referencia                                         |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <i>Brucella ovis</i>          | Epididimitis, orquitis, fibrosis, abscesos y atrofia testicular. | Disminución de la calidad seminal e infertilidad | Poester et al. (2013); Olsen y Palmer (2014).      |
| <i>Actinobacillus seminis</i> | Epididimitis supurativa, abscesos, orquitis y fibrosis.          | Reducción de la producción y calidad espermática | Al-Katib y Dennis (2009); Moustacas et al. (2014). |
| <i>Histophilus ovis</i>       | Epididimitis leve, inflamación focal y pequeños abscesos.        | Disminución moderada de la fertilidad            | Mouacas et al. (2014)                              |

## Patologías no infecciosas

Las patologías no infecciosas incluyen: la degeneración testicular, frecuentemente asociada a estados febriles prolongados, estrés calórico o deficiencias nutricionales severas, especialmente de vitamina A y selenio (Moradi et al., 2020). Estas impactan negativamente en el proceso de espermatogénesis con una disminución de concentración, viabilidad y la motilidad espermática, así como un aumento de las malformaciones (Luis et al., 2015).

## CONCLUSIONES

La calidad del semen en ovinos está determinada por la interacción de factores biológicos y ambientales. El estrés térmico, por ejemplo, es un factor que compromete la viabilidad espermática y el potencial fecundante, por lo que es importante controlar los aspectos nutricionales y ambientales, así como la integración del uso de antioxidantes. Además, el manejo eficiente de la criopreservación y el control sanitario de enfermedades reproductivas son indispensables para el mantenimiento de los sementales y el éxito de programas genéticos ovinos.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización e Investigación: Islas-Sotelo J.A., Rosales-Martínez G.N. y Pérez Torres L.I.; Metodología: Islas-Sotelo J.A., y Pérez-Torres L.I.; Escritura: Islas-Sotelo J.A.; Revisión Rosales-Martínez G.N. y Pérez-Torres L.I. Estilo: Rosales-Martínez G.N.

## REFERENCIAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3-4), 173-179. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>
- Abril-Sánchez, S., Freitas-de-Melo, A., Giriboni, J., Santiago-Moreno, J., & Ungerfeld, R. (2019). Sperm collection by electroejaculation in small ruminants: A review on welfare problems and alternative techniques. *Animal Reproduction Science*, 205, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.03.023>
- Ahmadi, E., Tahmasebian-Ghahfarokhi, N., Nafar-Sefiddashti, M., Sadeghi-Sefiddashti, M., & Hassanpour, H. (2020). Impacts of in vitro thermal stress on ovine epididymal spermatozoa and the protective effect of  $\beta$ -mercaptoethanol as an antioxidant. *Veterinary Research Forum*, 11(1), 43-51. <https://doi.org/10.30466/vrf.2018.83527.2096>
- Aitken, R. J. (2006). Sperm function tests and fertility. *International Journal of Andrology*, 29(1), 69-75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00630.x>
- Al-Katib, W., & Dennis, S. (2009). Ovine genital actinobacillosis: A review. *New Zealand Veterinary Journal*, 57(6), 352-358. <https://doi.org/10.1080/00480169.2009.64722>
- Arrebola, F., Castillejo-Lacalle, E., Borjas-Muñoz, F., Querino-Santiago, F. J., Redondo-Cardador, F. C., & Abecia, J. (2022). Comparison of four strategies of ram management in a semen collection centre. *Reproduction in Domestic Animals*, 57(S5), 103-105. <https://doi.org/10.1111/rda.14120>
- Barragán Sierra, A., Avendaño-Reyes, L., Hernández Rivera, J. A., Vicente-Pérez, R., Correa-Calderón, A., Mellado, M., Meza-Herrera, C. A., & Macías-Cruz, U. (2021). Termorregulación y respuestas reproductivas de carneros bajo estrés por calor. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 910-931. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5624>
- Bartlewski, P. M., Baby, T. E., & Giffin, J. L. (2011). Reproductive cycles in sheep. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.024>
- Carlos, J., Parra, L., Moyano, J. C., Marini, P. R., & Fischman, M. L. (2019). Variación de la calidad seminal frente a una infección bacteriana sistémica en carneros Blackbelly. *Revista de Producción Animal*, 31(3). <https://rpa.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/92>
- Carrascal-Triana, E. L., Moya Romero, D. C., Herrera Perez, N., & Cañas Alvarez, J. J. (2022). Características seminales de ovinos bajo condiciones ambientales del Caribe Colombiano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(4), e21611. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i4.21611>
- Cognie, Y. (1999). State of the art in sheep-goat embryo transfer. *Theriogenology*, 51(1), 105-116. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)00235-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)00235-0)
- Cruz-Espinoza, F., Gallegos-Sánchez, J., Mendieta-Galán, T. A., Hernández, C. I. M., & Salazar-Ortiz, J. (2021). Reproductive management of the ram (*Ovis orientalis aries*). *Agro Productividad*, 5. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.2101>
- David, I., Robert-Granié, C., Manfredi, E., Lagriffoul, G., & Bodin, L. (2008). Environmental and

- genetic variation factors of artificial insemination success in French dairy sheep. *Animal*, 2(7), 979-986. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002152>
- Dovenski, T., Trojancanec, P., Atanasov, B., Nikolovski, M., Petkov, V., Popovska-Percinic, F., Dovenska, M., Grizelj, J., & Vince, S. (2022). Novelties in ovine assisted reproductive technologies—a review. *Macedonian Veterinary Review*, 45(2), 109-125. <https://doi.org/10.2478/macvetrev-2022-0018>
- Griswold, M. D. (2015). Spermatogenesis: The commitment to meiosis. *Physiological Reviews*, 96(1), 1-17. <https://doi.org/10.1152/physrev.00013.2015>
- Guo, X., Xu, J., Zhao, Y., Wang, J., Fu, T., Richard, M. L., Sokol, H., Wang, M., Li, Y., Liu, Y., Wang, H., Wang, C., Wang, X., He, H., Wang, Y., Ma, B., & Peng, S. (2024). Melatonin alleviates heat stress-induced spermatogenesis dysfunction in male dairy goats by regulating arachidonic acid metabolism mediated by remodeling the gut microbiota. *Microbiome*, 12(1), 233. <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01942-6>
- Holt, W. V., & Van Look, K. J. W. (2004). Concepts in sperm heterogeneity, sperm selection and sperm competition as biological foundations for laboratory tests of semen quality. *Reproduction*, 127(5), 527-535. <https://doi.org/10.1530/rep.1.00134>
- Huang, Z., Gao, L., Hou, Y., Zhu, S., & Fu, X. (2019). Cryopreservation of farm animal gametes and embryos: recent updates and progress. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 6(1), 42. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2018231>
- Jiménez-Rabadán, P., Soler, A. J., Ramón, M., García-Álvarez, O., Maroto-Morales, A., Iniesta-Cuerda, M., Fernández-Santos, M. R., Montoro, V., Pérez-Guzmán, M. D., & Garde, J. J. (2016). Influence of semen collection method on sperm cryoresistance in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 167, 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.02.013>
- Luis, R. G., Rocío, S. M., & Alexei, S. A. (2015). Evaluation of ram sperm quality post-thawing by using two energy sources and two cryoprotectants. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 49-56. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10942>
- Luo, J., Wang, W., & Sun, S. (2019). Research advances in reproduction for dairy goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1284-1295. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0486>
- Marai, M., El-Darawany, I. F. M., Fadiel, A. A., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2008). Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8(3), 209-234. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911235001>
- Moradi, M., Karimi, I., Ahmadi, S., & Mohammed, L. J. (2020). The necessity of antioxidant inclusion in caprine and ovine semen extenders: A systematic review complemented with computational insight. *Reproduction in Domestic Animals*, 55(9), 1027-1043. <https://doi.org/10.1111/rda.13754>
- Moustacas, V. S., Silva, T. M. A., Costa, L. F., Carvalho Júnior, C. A., Santos, R. L., & Paixão, T. A. (2014). Clinical and pathological changes in rams experimentally infected with *Actinobacillus seminis* and *Histophilus somni*. *The Scientific World Journal*, 2014, 241452. <https://doi.org/10.1155/2014/241452>
- Olsen, S. C., & Palmer, M. V. (2014). Advancement of knowledge of Brucella over the past 50 years. *Veterinary Pathology*, 51(6), 1076-1089. <https://doi.org/10.1177/0300985814540545>
- Poester, F., Samartino, L., & Santos, R. (2013). Pathogenesis and pathobiology of brucellosis in livestock. *Revue Scientifique Et Technique de L OIE*, 32(1), 105-115. <https://doi.org/10.20506/rst.32.1.2193>
- Rizkallah, N., Chambers, C. G., de Graaf, S. P., & Rickard, J. P. (2022). Factors affecting the survival of ram spermatozoa during liquid storage and options for improvement. *Animals*, 12(3), 244. <https://doi.org/10.3390/ani12030244>
- Ruiz, G. L., Sandoval, M. R., & Santiani, A. A. (2015). Evaluación de la calidad espermática del

- semen ovino posdescongelación al emplear dos fuentes energéticas y dos crioprotectores. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 49. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10942>
- Sabeti, P., Pourmasumi, S., Rahiminia, T., Akyash, F., & Talebi, A. R. (2016). Etiologies of sperm oxidative stress. *International Journal of Reproductive Biomedicine*, 14(4), 231-240.
- Sadeghi, S., Del Gallego, R., García-Colomer, B., Gómez, E. A., Yániz, J. L., Gosálvez, J., López-Fernández, C., & Silvestre, M. A. (2020a). Effect of sperm concentration and storage temperature on goat spermatozoa during liquid storage. *Biology*, 9(9), 300. <https://doi.org/10.3390/biology9090300>
- Sadeghi, S., Del Gallego, R., García-Colomer, B., Gómez, E. A., Yániz, J. L., Gosálvez, J., López-Fernández, C., & Silvestre, M. A. (2020b). Effect of sperm concentration and storage temperature on goat spermatozoa during liquid storage. *Biology*, 9(9), 300. <https://doi.org/10.3390/biology9090300>
- Saha, A., Asaduzzaman, M., & Bari, F. Y. (2022). Cryopreservation techniques for ram sperm. *Veterinary Medicine International*, 2022, 7378379. <https://doi.org/10.1155/2022/7378379>
- Tsakmakidis, I. A. (2010). Ram semen evaluation: Development and efficiency of modern techniques. *Small Ruminant Research*, 92(1-3), 126-130. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.017>
- Van de Hoek, M., Rickard, J. P., & De Graaf, S. P. (2022). Motility assessment of ram spermatozoa. *Biology*, 11(12), 1715. <https://doi.org/10.3390/biology11121715>
- van Wettere, W. H. E. J., Kind, K. L., Gatford, K. L., Swinbourne, A. M., Leu, S. T., Hayman, P. T., Kelly, J. M., Weaver, A. C., Kleemann, D. O., & Walker, S. K. (2021). Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00537-z>
- Wang, Q.-J., Yi, H.-M., Ou, J.-Y., Wang, R., Wang, M.-M., Wang, P.-H., He, X.-L., Tang, W.-H., Chen, J.-H., Yu, Y., Zhang, C.-P., Ren, C.-H., & Zhang, Z.-J. (2024). Environmental heat stress decreases sperm motility by disrupting the diurnal rhythms of rumen microbes and metabolites in Hu rams. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(20), 11161. <https://doi.org/10.3390/ijms252011161>
- Wang, Y., Fu, X., & Li, H. (2025). Mechanisms of oxidative stress-induced sperm dysfunction. *Frontiers in Endocrinology*, 16, 1520835. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1520835>
- Wickramasingha, D., Schumann, F., Sayi, S., Toews, A., Gabadage, K., Fernandopulle, R., & Dadarwal, D. (2025). Semen quality and pathological lesions in rams naturally infected with *Brucella ovis* during an outbreak in Saskatchewan. *The Canadian Veterinary Journal = La Revue Veterinaire Canadienne*, 66(5), 523-532.