



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”

**CALIDAD BIOLÓGICA DEL SEMEN CONGELADO DE CAPRINOS
DE RAZA BÓER**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Richard Andrés Tomalá Tomalá

LA LIBERTAD, 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”

**CALIDAD BIOLÓGICA DEL SEMEN CONGELADO DE CAPRINOS
DE RAZA BÓER**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Richard Andrés Tomalá Tomalá.

Tutora: MVZ. Debbie Chávez García Mgtr

LA LIBERTAD, 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Componente práctico de examen complejo presentado por RICHARD ANDRES TOMALA TOMALA como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 07/07/2025

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D
PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MVZ. Debbie Chávez García, Mgtr
PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D
PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico de Examen de Grado de carácter complejo Titulado **“CALIDAD BIOLÓGICA DEL SEMEN CONGELADO DE CAPRINOS DE RAZA BOER”** y elaborado por **Richard Andrés Tomalá Tomalá**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico sin dudar a Dios por ser mi amigo leal, infaltable e incondicional, quien me ha dado fuerzas y bendiciones para seguir en todo momento y no desmayar en el camino profesional. A mis familiares por apoyarme y guiarme siempre, por sus consejos que nunca faltaron, por estar siempre ahí, brindándome el apoyo y cariño que se necesita, en especial dedico todo mi trabajo realizado a mi madre Mariana y mi padre Santiago que fueron mi motivo de inspiración y superación en mi vida profesional, que con su cariño han llegado a motivarme día a día para alcanzar y cumplir esta meta, personas valiosas que con su infinito apoyo y consejos constantes me permitieron el desarrollo de mi formación académica. A todos quienes depositaron su confianza en mí, y que sin duda me apoyaron siempre y estuvieron presente en todo mi crecimiento y que aportaron para lograr este sueño profesional.

AGRADECIMIENTOS

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda, y cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta de que los pones en frente mío para que mejore como ser humano, aprenda a ser una mejor persona y crezca de diversas maneras. Este trabajo ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida. Gracias a mi madre por ser la principal promotora de mis sueños, gracias a ella por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias por estar dispuesta a apoyarme y acompañarme cada día de mi carrera profesional, gracias a las personas que formaron parte de todo este recorrido que con su apoyo y aconsejar a nunca rendirme hoy estoy cumpliendo una meta de las muchas que aún me quedan por cumplir este logro se lo brindo a mis padres que son y serán pilares fundamentales en mi vida y que sin ellos no hubiera llegado hasta aquí muchas gracias por todo el aprecio y amor que siempre me brindan.

RESUMEN

El presente informe se enfoca en la revisión bibliográfica cuyo objetivo es determinar la calidad biológica del semen congelado caprino de raza Bóer mediante una recopilación de información proveniente de investigaciones científicas, libros y tesis, el fin es identificar de conocer que factores que afectan en la viabilidad post - descongelación y cómo pueden ser implementarlos en programas de reproducción caprina. La investigación se basó en el análisis de estudios relacionados con los métodos de crio preservación empleados y los factores que influyen en la viabilidad espermática después de la descongelación. Se identifico que el crio protector más utilizado es el glicerol, sin embargo, debido a su toxicidad en altas concentraciones, se han propuesto alternativas como etilenglicol y melatonina. Así mismo, se analizaron diluyentes de origen vegetal (lecitina de soya) y animal (yema de huevo), y opciones comerciales como el Optixcell considerando una opción segura y eficaz. Se estableció que diversos factores fisiológicos, ambientales pueden afectar la motilidad, morfología y viabilidad espermática. La evaluación de la calidad seminal se procedió a estudiar métodos como la tinción eosina-nigrosina, pruebas hipo osmolaridad y la utilización de métodos computarizados que nos facilitan un diagnóstico más preciso sobre la integridad celular. Los resultados ofrecen evidencias que se pueden usar para protocolos y condiciones que ayuden a mejorar la tasa de fertilidad dentro de programas de inseminación artificial, este estudio bibliográfico tiene como objetivo buscar herramientas para optimizar los procesos de reproducción caprina, aportando a mejorar la genética y la conservación de la raza bóer.

Palabras clave: Crio preservación, crio protector, diluyentes, fertilidad, motilidad.

ABSTRACT

This report focuses on the bibliographic review whose objective is to determine the biological quality of frozen Bóer goat semen by compiling information from scientific research, books and theses, in order to identify the factors that affect post-thaw viability and how they can be implemented in goat reproduction programs. The research was based on the analysis of studies related to the cryopreservation methods used and the factors that influence sperm viability after thawing. It was identified that the most used cryoprotectant is glycerol, however, due to its toxicity in high concentrations, alternatives such as ethylene glycol and melatonin have been proposed. Likewise, diluents of vegetable (soy lecithin) and animal (egg yolk) origin, and commercial options such as optixcell were analyzed as a safe and effective option. It was established that several physiological and environmental factors can affect sperm motility, morphology and viability. The evaluation of seminal quality proceeded to study methods such as eosin-nigrosin staining, hypo osmolarity tests and the use of computerized methods that facilitate a more precise diagnosis of cellular integrity.

The results offer evidence that can be used for protocols and conditions that help to improve the fertility rate within artificial insemination programs. This bibliographic study aims to find tools to optimize the processes of goat reproduction, contributing to improve the genetics and conservation of the Boer breed.

Key words: Cryopreservation, cryoprotectant, diluents, fertility, motility.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
<i>Problema:</i>	2
Objetivos.....	2
Objetivo general:.....	2
Objetivos Específicos:.....	2
CAPITULO 1. MÉTODOLOGÍA	3
Instrumentos	4
CAPITULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Origen del ganado caprino	5
2.2. Morfología del ganado caprino	5
2.3. Reproducción en caprinos	5
2.3.1. Aspectos reproductivos del macho caprino.....	5
2.3.2. Determinación de la edad y peso a la pubertad.....	6
2.3.3. Clasificación de sistemas de producción	6
2.3.4. Factores que afectan la productividad.....	6
2.4. Importancia de la inseminación artificial en la mejora genética	7
2.5. Aparato reproductor del macho.....	7
2.6. Fisiología del semen caprino.....	7
2.6.1. Producción y maduración espermática.....	7
2.6.2. Plasma seminal y su función.....	8
2.6.3. Movilidad y funcionalidad espermática	8
2.7. Características del semen caprino.....	8
2.8. Espermatozoide.....	8
2.9. Estructura del espermatozoide.....	8
2.10. Evaluación de las características seminales	9
2.10.1. Volumen de semen	10
2.10.2. Manejo del semen congelado	10
2.10.3. Colecta y procesamiento del semen	10
2.11. Proceso de criopreservación	11
2.11.1. Evaluación de subpoblaciones espermáticas post-criopreservación.....	11
2.11.2. Uso de melatonina como antioxidante.....	11
2.11.3. Optimización de protocolos de congelación	11

2.11.4.	Efecto de la criopreservación sobre la morfometría espermática.....	12
2.11.5.	Comparación entre semen fresco y crio conservado en eficiencia reproductiva.....	12
2.11.6.	Investigaciones de protocolos de criopreservación	12
2.12.	Diluyentes para congelamiento de semen.....	2
2.12.1.	Diluyente de origen animal	2
2.12.2.	Diluyente de origen vegetal	3
2.13.	Medios comerciales.....	3
2.13.1.	Diluyente Optixcell	3
2.13.2.	Variantes de crio protectores para la motilidad y viabilidad espermática	4
2.14.	Acondicionamiento, enfriamiento y congelación del semen caprino para su congelamiento	5
2.15.	Descongelamiento	5
2.16.	Evaluación de la calidad seminal post-descogelacion.....	6
2.16.1.	Parámetros convencionales y moleculares	6
2.16.2.	Combinaciones de crio protectores.....	6
2.16.3.	Concentración de glicerol.....	6
2.17.	Evaluación macroscópica del semen caprino.....	6
2.18.	Evaluación microscópica.....	7
2.19.	Factores que afectan la viabilidad espermática en caprinos	11
2.20.	Métodos de evaluación de la integridad de membrana.....	11
2.20.1.	Impacto de la criopreservación	11
2.20.2.	Factores fisiológicos y ambientales.....	12
2.20.3.	Métodos de evaluación seminal.....	12
2.21.	Test de hipos molaridad.....	13
2.22.	Estudios relevantes sobre osmolaridad en caprinos.....	13
2.22.1.	Efecto de la salinidad y restricción de agua en cabras Arbia (Argelia).....	13
2.22.2.	Capacidad de concentración urinaria en cabras	13
2.22.3.	Importancia del microambiente en la fisiología caprina	14
2.23.	Nutrición.....	14
2.23.1.	Uso de forrajes locales y sostenibilidad	14
2.23.2.	Herramientas digitales para formulación de dietas	14
2.23.3.	Estrategias para épocas de sequía.....	14
2.23.4.	Requerimientos nutricionales específicos.....	14
2.23.5.	Suplementación y rendimiento cárnico	14
2.24.	Manejo reproductivo.....	15
2.24.1.	Protocolos de reproducción programada.....	15
2.24.2.	Estacionalidad reproductiva y factores ambientales.....	15
2.24.3.	Intervenciones hormonales y socio sexuales	15

2.24.4. Suplementación y control sanitario	15
2.25. Procesos que afectan la movilidad, morfología y viabilidad en la congelación espermática caprina	16
2.25.1. Deshidratación y rehidratación celular	16
2.25.2. Daño estructural por formación de cristales de hielo	16
2.25.3. Estrés oxidativo	16
2.25.4. Composición del diluyente	16
2.25.5. Variaciones estacionales y ambientales	16
2.25.6. Factores que afectan la calidad espermática según la literatura.....	17
2.26. Protocolos reproductivos en caprino Bóer	18
CONCLUSIONES.....	1
BIBLIOGRAFÍA	2

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales cambios que se observan al eyaculado.	10
Tabla 2: Protocolos de criopreservación utilizados en semen de caprina raza Bóer.....	1
Tabla 3: Crio protectores empleados y su efecto en motilidad y viabilidad espermática. ...	4
Tabla 4: Consistencia y concentraciones en la evaluación microscópica de semen	7
Tabla 5: Valoración semicuantitativa de la motilidad en masa microscópica.....	8
Tabla 6: Escala de nivel de movimientos	8
Tabla 7: Comparación de parámetros espermáticos post- descongelación.	9
Tabla 8: Métodos de evaluación seminal post-descongelación reportados en literatura....	12
Tabla 9: Factores que afectan la calidad del semen congelado según distintos estudios ...	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aparato reproductor del macho	7
Figura 2: Estructura del espermatozoide.....	9
Figura 3: Modelo de vagina artificial.....	11
Figura 4: Diluyente Optixcell.....	3

INTRODUCCIÓN

La actividad de producción caprina a lo largo del tiempo ha tenido un crecimiento significativo dentro del sector pecuario y siendo también una fuente de ingresos para pequeños productores. El principal requerimiento de la especie es obtener productos como carne y leche (Bustamante, 2019).

La cabra cuya característica es rústica con una facilidad de desempeño, la transforma en un fundamental protagonista en el incremento socioeconómico y la seguridad alimentaria de algunas naciones en vía de desarrollo (Villalobos, 2019). Cabe recalcar que la producción caprina se realiza mayormente de forma extensiva, con una alimentación proveniente del pastizal natural, el cual la vegetación forrajera solo es una variante alternativa en cuanto cantidad y calidad de alimento (Gioffredo, 2010).

Existen especies caprinas en el Ecuador en las regiones de la costa, sierra y oriente y alrededor del 95% de la población caprina se encuentra en bosques secos y tropicales (Camacho, 2018).

La evaluación de la calidad espermática es de suma importancia para poder determinar a cada uno de los sementales para la reproducción, estas actividades se las realiza en instalaciones adecuadas para su respectivo proceso (Escorcia, 2010).

Dentro de la inseminación artificial existen aspectos que son relevantes los cuales se asocian con una fertilidad limitada que se detecta por medio de exámenes de semen, necesario que el semen sea de buena calidad para poder obtener los resultados requeridos, no todas las eyaculaciones con las indicadas para mantener un nivel de fertilidad adecuada dentro del rango normal

Conservación genética biodiversa del semen caprino en programas de inseminación artificial es importante para la mejor productividad y asegurar la permanencia de una raza como la bóer. Para preservar el semen tenemos la congelación, conlleva a desafíos que se relacionan en la calidad dentro de la post-descongelación, es necesario conocer sobre los factores que afectan la viabilidad espermática. La revisión de literatura científica nos permite saber los métodos eficaces que aportan una mejora para la optimización de la fertilidad de caprinos en programas agropecuarios.

Problema:

¿Cuáles son los procesos de crío preservación que afectan la viabilidad y motilidad espermática del semen caprino de raza Bóer?

Objetivos

Objetivo general:

Determinar la calidad biológica del semen congelado caprino de raza bóer mediante una recolecta de información de investigaciones científicas, libros y tesis, con el fin de conocer que factores afectan la viabilidad post - descongelación e implementar su aplicación en programas de reproducción caprina.

Objetivos Específicos:

- Revisar estudios científicos que tengan relación con la crío preservación de semen caprino y métodos que se utilizan para la evaluación de la calidad biológica.
- Identificar factores ambientales, fisiológicos y técnicos que influyan en la calidad del semen en caprinos de raza bóer realizando análisis de información literaria actualizada.
- Recomendar técnicas y protocolos de congelación que contribuyan a la mejora de la fertilidad dentro de programas de reproducción caprina

CAPITULO 1. MÉTODOLÓGÍA

Este trabajo se realizó bajo un enfoque cualitativo de revisión bibliográfica sistemática. Con el objetivo de analizar la calidad biológica del semen congelado de caprinos de raza Bóer. Para ello se realizó una recolección exhaustiva de información proveniente de artículos científicos indexados en bases de datos reconocidas como Scopus, ScienceDirect, Redalyc, Springer, Scielo y Google Scholar, así como en libros académicos y tesis relacionadas directamente con el tema. El periodo de publicación considerado fue de los últimos 10 años.

El criterio de inclusión

- Investigaciones centradas en caprinos de razas Bóer.
- Estudios que abordaron métodos de crío preservación seminal, tipos de diluyentes y crío protectores y técnicas de evaluación espermáticas post descongelación.
- Artículos científicos revisados por pares, tesis de grado y literatura técnica especializada en reproducción animal.

Criterio de exclusión

- Estudios no relacionados con caprinos.
- Fuentes si validación científica
- Información duplicada o con metodología pocos claras

La información recopilada se organizó en tablas comparativas facilitando el análisis, aplicando estrategias cualitativas de contenido para identificar los hallazgos claves y recomendaciones proporcionadas en la mejora de los protocolos de congelación del semen y la calidad biológica.

El análisis de del estudio fueron la viabilidad espermática, motilidad, morfología, integridad de la membrana plasmática y capacidad de fertilización después de la descongelación, así como factores fisiológicos, técnicos y ambientales tienen sobre la eficiencia de los protocolos de crío preservación y cuáles son las características fisiológicas principalmente de la raza Bóer.

Instrumentos

Tablas de registro bibliográfico: Se usaron para clasificar y registrar de manera organizada las fuentes empleadas, donde se incluyeron datos como autores, años de publicación, principales resultados.

Cuadros de análisis comparativo: fueron empleados para comparar los resultados de las diferentes investigaciones sobre la calidad biológica del semen congelado de la raza Bóer en funciones de los parámetros como movilidad, integración y viabilidad espermática y el uso de los distintos crioprotectores y diluyentes. Esto permitió identificar las coincidencias y diferencias entre los estudios.

CAPITULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del ganado caprino

Según García (2007), el primer rumiante que se domestico es la cabra (*Capra hircus*), esto se produjo en las faldas de los montes Zagros, lugar donde comparten Irán e Irak la frontera actualmente. Civilizaciones antiguas arreaban cabras salvajes para facilitar la entrada de leche, carne y otros subproductos como el estiércol que era usado como combustible, huesos, pelaje y tendones que se empleaban en ropa, entre otros instrumentos (Espinoza, 2019).

2.2. Morfología del ganado caprino

Según Bacilio (2015), las cabras tienen las siguientes características:

- Color: café o negro con manchas blancas.
- Pelo: corto y delgado áspero y muy desarrollado.
- Cabeza: es pequeña con cuernos en ambos sexos que se extienden atrás y arriba.
- Cuello: fino y largo que limita por su parte anterior con la nuca.
- Tronco: se divide en el plano dorsal y ventral, extremidades craneales, caudal y las dos caras laterales.
- Orejas: medianas o pequeñas, erguidas y en posición horizontal.
- Piel: fina y pigmentada en diferentes partes del cuerpo.
- Patas: cortas y fuertes dependiendo el animal.
- Talla y peso: altura de 65-75 cm y peso de 35-40 kg en hembras y en machos 40-45 kg.

2.3. Reproducción en caprinos

2.3.1. Aspectos reproductivos del macho caprino

Existen factores que afectan a los machos caprinos, los cuales pueden presentar variaciones en su servicio y en la calidad espermática, pueden afectar los niveles de testosterona, el cual puede incrementar dependiendo el clima donde este el macho, esta especie es de clima cálido, por lo cual en época de invierno los niveles de testosterona baja y el sistema hormonal tiene intervención en los andrógenos los cuales se producen en los testículos, estos ayudan a mantener funcionalmente su actividad sexual secundario en los machos (Urviola, 2017).

2.3.2. Determinación de la edad y peso a la pubertad

Un mejor desempeño del sistema reproductor y la actividad sexual va a depender de su composición corporal, alimento, manejo sanitario y otros factores importantes, para ser un ejemplar productivo los machos deben pesar 30 kg, su nutrición es un aspecto importante para que el macho llegue a la madurez sexual; el macho a los 3 y 4 meses de edad ya está en condiciones para producir espermias, la libido y su erección se presentan después, para esto hay que mantener un cuidado ya que no se requiere una preñez no deseada, está la razón por la cual se separan los animales dependiendo su sexo (Solís, 2020).

2.3.3. Clasificación de sistemas de producción

Tenemos varios tipos de sistemas productivos entre lo que encontramos el sistema extensivo, semi-intensivo y los intensivos (Mora, 2018).

- Sistema de producción extensiva

Se usan bosques tropicales, terrenos secos, lugar donde la agricultura no es fuente de rentabilidad por ser suelos o terrenos áridos, extensiones de tierra habilitadas para que los animales tengan establos resistentes con materiales adecuados, la característica de este sistema es que nos permite que el grupo se alimente libremente con hierbas, arbustos y mala hiervas (Figueroa, 2020).

- Sistemas semi-intensivos

Según Camaño (2015), el sistema se fija en la crianza del ganado caprino que combina dos actividades como; el pastoreo, ramoneo mayor parte del día y confinamiento durante la noche, donde se les da pequeñas proporciones adecuadas de forrajes, granos y tipos de suplementos.

- Sistemas intensivos

Según Figueroa (2020), tienen producciones altamente eficaces, representando al tener instalaciones, construcciones y equipos técnicos; los animales dentro de este sistema se encuentran ubicados dentro de una sola área para un mayor control.

2.3.4. Factores que afectan la productividad

Una de las deficiencias del alimento para el ganado caprino se debe a la escasez de sus alimentos debido a los malos procedimientos o mal manejo de los pastos (sobrepastoreo),

falta de la fuente hídrica o mal distribución del área territorial, entre otros aspectos, por ende, la productividad del rebaño es baja, lo cual conlleva valores de reproducción bajos debido al defecto anatómico, desnutrición, enfermedades y mal manejo del rebaño (Gioffredo, 2010).

2.4. Importancia de la inseminación artificial en la mejora genética

Según López (2021), una herramienta que actualmente se aplica es la inseminación artificial, fundamental en la mejora genética, ya que nos permite la difusión del material genético sin la necesidad de trasladar a los animales de forma física, este método nos ofrece beneficios en los cuales encontramos la mejora genética acelerada, control de enfermedades, mayor eficiencia reproductiva y la conservación de recursos genéticos.

2.5. Aparato reproductor del macho

El aparato reproductor del macho está constituido por testículos, epidídimo, conducto deferente, bolsa escrotal, glándulas accesorias y el pene, como lo podemos apreciar en la Figura 1 (Morali, 2021).

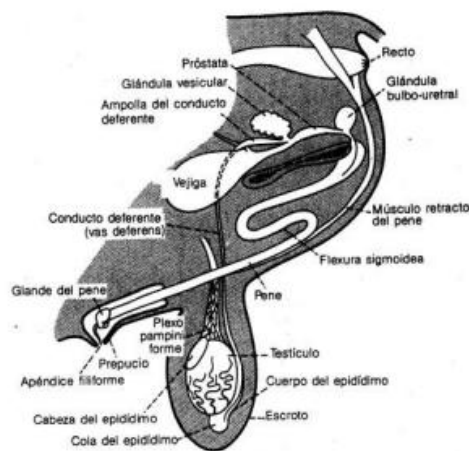


Figura 1 : Aparato reproductor del macho. Morali (2021)

2.6. Fisiología del semen caprino

2.6.1. Producción y maduración espermática

Según Brito (2022), en los túbulos seminíferos de los testículos ocurre la espermatogénesis y es donde se regula las hormonas como la testosterona, la FSH y la LH,

con duración de 49 días, una vez transcurrido el tiempo los espermatozoides son dirigidos al epidídimo lugar donde maduran y obtienen movilidad progresiva y la capacidad de fermentar.

2.6.2. Plasma seminal y su función

Según Oliveira (2023), este aporta con nutrientes como la fructosa, citrato, iones y proteínas los cuales son los encargados de proteger los espermatozoides del estrés oxidativo y mantienen la función del semen durante la criopreservación y la inseminación.

2.6.3. Movilidad y funcionalidad espermática

Un factor esencial para poder obtener buenos resultados en la reproducción caprina, es la motilidad espermática, pero depende mucho de la integridad de la membrana, su metabolismo mitocondrial y composición del medio seminal, si ocurre alguna alteración en algún factor puede dar como resultado una fecundación errónea (Salinas, 2022).

2.7. Características del semen caprino

El semen es de color blanco grisáceo o amarillento, estas coloraciones pueden variar dependiendo el individuo, aun siendo del mismo macho puede variar su volumen siendo un promedio de 1.2 ml una vez eyaculado, puede tener diferencias también por la edad de la cabra, frecuencia y método de recolección y condición animal, donde el espermatozoide va de 3.5 hasta 6 millones de espermatozoides por mililitro y consistencia clara acuosa hasta crema espesa (Rojas, 2014).

2.8. Espermatozoide

Formado por dos zonas con funciones diferentes: cabeza y cola, la cabeza siendo plana y ovoide que es la mayoría del núcleo, formado por cromosomas los cuales son los responsables de la transportación de la información genética del padre, en la parte anterior de la cabeza están ubicados los acrosomas que es el portador de enzimas necesarias para la fertilización (Borjas, 2018).

2.9. Estructura del espermatozoide

Su estructura compuesta por la cabeza, cuello y cola como se aprecia en la Figura 2, la cola posee tres porciones bien diferenciadas (Gelvez, 2012).

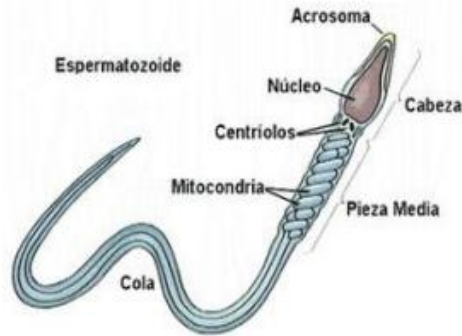


Figura 2: Estructura del espermatozoide, Gelvez (2012)

- Cabeza: Consta de dos porciones, una acrosómica que es la que queda cubierta del granulo acrosómico y una post-acrosómica que queda por detrás del capuchón.
- Cuello: Su única función es unir la cabeza con la cola.
- Cola: Esta consta de tres piezas.
- Pieza intermedia: Compuesta por 9 segmentos o pares de microtúbulos más dos centrales más la hélice fibrosa de mitocondrias.
- Pieza principal: Compuesto por dos microtúbulos centrales más la hélice fibrosa de mitocondrias.
- Pieza terminal: Desaparecen los dos túbulos centrales.

2.10. Evaluación de las características seminales

La determinación de la capacidad de fertilidad del semen se la evalúa por el pH, olor, color, porcentaje de motilidad, concentración, porcentaje de espermias sin la alteración morfológica y porcentaje de viabilidad (Escorcía, 2010).

- Según Vera (2017), la densidad del semen depende de la combinación del contenido de sus componentes, en los espermatozoides y plasma, en un semen de alta concentración 9 contiene mayor cantidad de espermatozoides que aquella de menor o mayor consistencia acuosa.
- Según Escorcía (2010), la coloración del semen usualmente tiene un color blanco hasta amarillo, con aspecto cremoso, por medio de la coloración podemos identificar enfermedades o anomalías como la existencia de sangre.

2.10.1. Volumen de semen

Los volúmenes de semen se miden con un tubo de recolección graduado, al tener muestras obtenidas por medio de una vagina artificial, se puede conseguir el volumen eyaculado que normalmente puede ser 1 ml; esto puede tener variaciones dependiendo la edad, tamaño y condición corporal del animal, en la Tabla 1 encontraremos los principales cambios que se puede tener en cuenta en el eyaculado (Fernández, 2013).

Tabla 1: Principales cambios que se observan al eyaculado. Gracia (2016).

Parámetro	Características	Denominación
Volumen	Ausente	Azoospermia
	Reducido	Hipospermia
	Aumentado	Hiperpermia
Concentración	Cero	Azoospermia
	Reducida	Oligospermia
	Normal	Normospermia
	Aumentada	Polizospermia
Motilidad	Disminuida	Astenozoospermia
Morfología	Anormales	Teratozoospermia
Células extrañas	Sangre	Hemospermia
	Pus	Piospermia

2.10.2. Manejo del semen congelado

Para poder realizar este proceso de congelación del semen caprino se debe hacer en dos etapas, enfriamiento y congelación, un factor importante en este proceso es la agregar crioprotector, el glicerol se le añade de forma directa en el diluyente o añadirse en fracciones separadas del diluyente, para poder descongelar el semen este debe hacerse en una temperatura de 36° C a 25 °C en ambiente, después de este proceso utilizar en la inseminación artificial (Ramos, 2019).

2.10.3. Colecta y procesamiento del semen

Según Vera (2017), la obtención del semen se realiza por medio de vaginas artificiales a una temperatura de 39 - 40° C, esta se recolecta en tubos cónicos graduados de

14 ml adosado a la vagina artificial, donde las muestras se mantienen en baño maría a 37 °C en la Figura 3 hay un modelo de cómo es la vagina artificial.



Figura 3: Modelo de vagina artificial. Vera (2017)

2.11. Proceso de criopreservación

2.11.1. Evaluación de subpoblaciones espermáticas post-criopreservación

Se realizaron estudios donde se evaluaron los efectos de la criopreservación en la presencia de subpoblaciones de espermatozoides, de acuerdo a la motilidad de los machos eyaculados realizado por un sistema de análisis de semen asistido por computador, el cual nos indica si se encuentran diferencias en las distribuciones de la población antes y después de ser congelados, dando como resultado si existe modificación de la estructura de las subpoblaciones espermáticas (Camargo and Hernández , 2018).

2.11.2. Uso de melatonina como antioxidante

La aplicación de este producto durante la criopreservación nos da como beneficio la mejora de la viabilidad espermática, ya que este actúa como un antioxidante, el cual favorece la supervivencia espermática y disminuye los daños causados por el estrés de oxidación durante la congelación (Hernández, 2024).

2.11.3. Optimización de protocolos de congelación

Según Avalos (2024), ha encontrado que la eliminación del plasma seminal mediante centrifugado mejora la motilidad y la integridad plasmática, nos indica que el diluyente tris-

citrato-glucosa combinado con glicerol al 7% dio como resultado positivo ya que mantiene la viabilidad espermática.

2.11.4. Efecto de la criopreservación sobre la morfometría espermática

Se realizaron pruebas para comprobar los efectos que pueden tener a cambiar la temperatura durante el proceso de criopreservación sobre sus dimensiones y forma de los espermatozoides del semen caprino, indica que no existe modificación en los parámetros específicos como su distribución dentro de la subpoblación (Camargo and Hernández , 2018).

2.11.5. Comparación entre semen fresco y crio conservado en eficiencia reproductiva

Se han realizado varios estudios el cual indica que existe una tasa de preñez del 55.3 – 71.9% con semen fresco y 60 – 77.1% con semen crio preservado, pero esto también depende del estado corporal, nutricional, raza y forma de colecta y preservación del semen caprino para poder obtener los resultados esperados (Marcela, 2023).

2.11.6. Investigaciones de protocolos de criopreservación

En la recopilación y análisis de los diversos protocolos de criopreservación usados en el semen caprino de raza bóer, observamos que existen variedades de diluyentes, crio protectores ya aditivos que pueden en la calidad espermática post- descongelación, dentro de lo investigado se identificó el uso de diluyente comercial como es el Optixcell, producto usado para mantener una buena motilidad y viabilidad de los espermatozoides tras la descongelación, también se encontraron alternativas como la leche UHT, lecitina de soya y yema de huevo procesada, que son productos que si no se usan adecuadamente pueden causar daños celular. Como una evidencia efectiva tenemos el diluyente tris-citrato-glucosa que combinado con glicerol al 7% tenemos calidad seminal alta, con la finalidad de mantener la motilidad y viabilidad espermática para tener un buen manejo y tener buenos resultados en una inseminación artificial, en la Tabla 2 podemos conocer los protocolos de crio preservación.

Tabla 2: Protocolos de criopreservación utilizados en semen de caprina raza Bóer.

Título	Descripción	Autor
Técnica de criopreservación de semen caprino, Santa Elena	Uso el diluyente Optixcell, con un contenido de carbohidratos, sales minerales, antioxidantes, glicerol y fosfolípidos. motilidad individual de 50 - 61 % y viabilidad espermática de 46-58% tras la descongelación.	(Génesis, 2021)
Actualización en los diferentes protocolos utilizados en la criopreservación del semen caprino (<i>Capra aegagrus hircus</i>)	Destaca el uso de diluyente alternativo como leche UHT, lecitina de soya y yema de huevo procesada, hay que tener precaución ya que puede haber daños espermáticos.	(Melo, 2020)
Criopreservación de semen caprino con diferentes concentraciones de glicerol	Uso de concentración de glicerol al 6%, 7% y 8% en el diluyente para la criopreservación de semen caprino.	(Trujillo, 2017)
Manual de Crioconservación de Semen de Mamíferos Domésticos en el Laboratorio de Biotecnología de Reproducción de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Proporciona una guía detallada de los procedimientos de criopreservación de semen en mamíferos domésticos, incluyendo equipos, métodos y protocolos utilizados en el laboratorio de biotecnología.	(Villacis, 2014)
Utilización de semen congelado de caprino: análisis	Comparación de diferentes métodos de obtención y preservación de semen caprino, destacando la efectividad del	(Vargas, 2024)

comparativo de protocolos	diluyente Tris-citrato-glucosa (TCG) combinado con glicerol al 7%.	
Crioconservación de semen caprino agregando melatonina como antioxidante	Evalúa la adición de melatonina como antioxidante en la criopreservación de semen caprino, observando mejoras en la viabilidad espermática.	(Hernández., 2024)
Uso de crio protectores que optimizar el manejo del plasma seminal en la criopreservación del semen caprino.	Analiza el uso de crio protectores como glicerol, etilenglicol, y antioxidantes naturales (miel, fitoquímicos) en la criopreservación de semen caprino.	(Andrés, 2023)

2.12. Diluyentes para congelamiento de semen

Un crio protector utilizado en la criopreservación es el glicerol, teniendo en cuenta que sus propiedades no se comprenden por completo, además el extensor debe contener una fuente de energía (glucosa o fructosa), una fuente lipoproteica o alto peso molecular (yema de huevo, leche o lecitina de soja) esto para poder prevenir el choque frio, debe contener sustancias que regulen la presión osmótica, el pH entre otros aditivos como enzimas y antibióticos (Forouzanfar, 2010).

Las funciones de los diluyentes es conservar la viabilidad fertilidad de los espermatozoides cuando están propensos a cambios bruscos de temperatura, tiene capacidad de conservar las células espermáticas durante un determinado tiempo para su debido uso, tenemos diversos tipos de diluyentes en los cuales se destacan el de origen animal y vegetal (Akeel, 2013).

2.12.1. Diluyente de origen animal

Las lipoproteínas extraídas brindan mayor efecto de protección a los espermatozoides contra el choque por frio, estos diluyentes presentan riesgo de contaminación al momento de ser manipulados, entre los más comunes están la yema de huevo, leche descremada y la extracción de glicerol de ácidos grasos de los animales (Silvestre, 2021).

2.12.2. Diluyente de origen vegetal

Con el fin de poder hallar un agente crio protector que no sea de origen animal se han realizados estudios sobre el uso de diluyentes de origen vegetal dando como resultado que la gran mayoría es a base de lecitina de soya ya que contiene propiedades similares a la yema de huevo, también podemos emplear el agua de coco, aceites vegetales extraídos de semillas, almidón, citrato de sodio, citrato de fructosa, caña de azúcar y fermentación de maíz (Silvestre, 2021).

2.13. Medios comerciales

Según Melo (2020), los medios de comercialización para la criopreservación del semen son importantes para la prolongación de la capacidad de fertilización, reduciendo y deteniendo la movilidad y actividad metabólica de los espermatozoides, conservándose en estado líquido o sólido, el producto utilizado es el diluyente optixcell, nos ayuda a evaluar la motilidad progresiva en semen fresco o congelado, morfología y vitalidad espermática.

2.13.1. Diluyente Optixcell

Producto recomendado para semen fresco y congelado el cual ayuda a la motilidad en concentración subóptimas, este diluyente está basado en liposomas sintetizados (sin proteínas animal) el cual reemplaza la yema de huevo, la composición del producto está basada en carbohidratos, sales minerales, tampón, antioxidantes, glicerol, fosfolípidos, agua ultra pura, antibióticos como: gentamicina, tilosina, lincomicina y espectinomicina, en la Figura 4 se puede apreciar el diluyente Optixcell (Melo, 2020).



Figura 4: Diluyente Optixcell. Melo (2020)

2.13.2. Variantes de crio protectores para la motilidad y viabilidad espermática

Dentro de la literatura existen diversos crio protectores en los cuales encontramos el uso del Glicerol, dimetilsulfoxido, etilenglicol, yema de huevo, leche descremada, trehalosa, colesterol-CLC y liposuero, sustancias esenciales para el cuidado y protección de los espermatozoides, que pueden ocasionar daños causados por el proceso de congelación y post-descongelacion, la utilidad de estos crio protectores es mantener la viabilidad y motilidad espermática, como podemos ver en la Tabla 3 de los crio protectores.

Tabla 3: Crio protectores empleados y su efecto en motilidad y viabilidad espermática.

Crio protector	Tipo	Efecto en motilidad y viabilidad	Autor
Glicerol	Penetrante	Mejora la motilidad y viabilidad post-descongelacion, pero suele ser toxico en altas concentraciones.	(Purdy, 2010)
Dimetilacetamida (DMA)	Penetrante	Menor toxicidad que el glicerol, pero tiene buena preservación de la motilidad progresiva	(Corteel, 2016)
Dimetilsulfóxido (DMSO)	Penetrante	Alta penetración celular, puede causar daños a la membrana si no se equilibra bien.	(Salamon, 2014)
Etilenglicol (EG)	Penetrante	Buena fertilización post-descongelacion.	(Leboeuf, 2010)
Yema de huevo	No penetrante	Protección a la membrana espermática y mejora la motilidad al prevenir daños osmóticos	(Thibier and Wagner , 2013)
Leche descremada	No penetrante	Controla el daño oxidativo, buena conservación de la viabilidad	(Dube, 2004)
Trehalosa	Azúcar no penetrante	Estabiliza las membranas, mejora integridad post-descongelacion	(Bucak, 2007)

Colesterol-CLC	Modulador de membrana	Mejora la resistencia de la membrana plasmática a los cambios de temperatura	(Purdy, 2008)
Liposuero (Liposomas)	No penetrante	Reduce la producción de especies reactivas de oxígeno, mejora motilidad.	(Kaká, 2015)

2.14. Acondicionamiento, enfriamiento y congelación del semen caprino para su congelamiento

Para un acondicionamiento adecuado las pajillas se mantienen en hielo seco o vapores de nitrógeno líquido, esta práctica es importante realizarla para poder mantener el semen en un estado adecuado antes de la utilización en la inseminación artificial, este proceso se lo debe realizar en un lugar a baja temperatura y homogeneizar (Cueto, 2000)

El enfriamiento es un factor importante para preparar el semen y congelarlo, esto se lo realiza en una tasa de enfriamiento con una temperatura de 4 – 5 °C lo cual nos permite que el espermatozoide se adapte al medio diluyente y no exista riesgo de choque térmico, por lo tanto, puede causar daños en la membrana plásmica y puede afectar la motilidad espermática (Juan, 2020).

El semen obtenido se lo debe diluir para poder ser envasado en pajillas de 0.25 cc o 0.50 cc, extrayendo una gota para sellarla con alcohol polivinílico en polvo, se coloca en el rack, se introduce en agua con una temperatura de 4°C durante 3 horas, se continúa con la congelación en nitrógeno líquido a 2 cm, las pajillas deben tener diferentes alturas, primero a 6cm en 6 minutos desde a 4 cm en 4 minutos, por último en el cooler se debe mantener hasta que la pajilla se estabilice, esta congelación se lleva a cabo mediante vapor de NL - 196 °C, estas se las colocan en gradilla dentro del tanque (Cueto, 2000).

2.15. Descongelamiento

Para la utilización de las pajuelas de semen se usó protocolo de descongelación para su uso; se reubicó la pajuela de la posición de almacenamiento y se levantó hasta el cuello del contenedor (3 a 4 pulgadas de la parte superior del contenedor), descongelamos la pajuela en agua caliente con una temperatura de 32 °C a 35 °C, para realizar a descongelarla por un tiempo determinado de 30 a 40 segundos máximo, una vez que la pajuela está lista, se procede a identificarla en una hoja de evaluación, la identificación del semen se determinó las

variables a medir las cuales fueron evaluadas a dos niveles, macro y microscópico (Hernández, 2020).

2.16. Evaluación de la calidad seminal post-descongelacion

2.16.1. Parámetros convencionales y moleculares

Los parámetros se los evalúa mediante su motilidad, viabilidad, integridad de membrana y morfología, se añadieron otros parámetros que son la expresión génica y la lipidómica con el fin de que la evaluación sea más detallada (Mustofa, 2024).

2.16.2. Combinaciones de crio protectores

Tenemos dos métodos de combinación el permeable y no permeable los cuales han demostrado que existe mejoramiento en la calidad espermática post-descongelacion (Suwor and Toyra , 2025).

2.16.3. Concentración de glicerol

En el proceso de congelación el uso de glicerol proporciona una protección contra daños por su congelamiento, manteniendo así la motilidad y su viabilidad espermática (Singlor, 2013).

2.17. Evaluación macroscópica del semen caprino

El semen debe estar en un lugar donde no le dé la luz solar y este protegido de cambios bruscos de temperatura, las muestras deben de ser depositadas en recipientes limpios, secos y deben tener una temperatura óptima para mantener el semen recolectado, en el semen recolectado se pueden observar el color del semen, volumen, densidad, Ph, motilidad masal, motilidad individual, concentración espermática, morfología y viabilidad (Andrade, 2020).

Color del semen: por lo normal de color blanquecino amarillento lo cual es apto para su evaluación, en cambio cuando se tornan de color rosado o blanco traslucido, marrón y verdoso esto significa o son señales que el macho tiene algún problema o patología, con el color gris es por contaminación (Andrade, 2020).

Volumen: se usan tubos falcón para medir la recolección graduada, una vez realizada la extracción seminal usando equipo electro eyaculador se puede obtener un eyaculado de 1 – 1,5 ml, pero puede variar de acuerdo a las condiciones del animal (Llivi, 2015).

Olor: Olor no muy intenso, pero cuando hay lesiones en el prepucio esta se contamina y se tornó de olor desagradable (Llivi, 2015).

Aspecto: Indica la consistencia, pero puede depender del número de espermatozoide en metros cúbicos (Agüero, 2012).

PH: se utiliza un papel tornasol teniendo en consideración que los parámetros normales para el semen son de 6.2 a 6.8 (Trujillo, 2019).

2.18. Evaluación microscópica

Para la evaluación de la calidad seminal se lo calcula por medio de valor que nos indican ya sea la concentración seminal, motilidad masal, motilidad individual, vigor y morfología espermática, en la Tabla 4 tenemos la evaluación microscópica de semen (Ariagno, 2016).

Concentración: tener buena condición corporal del animal nos indica que puede presentar de 1 500 – 5 000 millones de espermatozoide/ml, lo cual podemos considerar una evaluación de 0 a 5 para conocer la consistencia y su concentración (Ariagno, 2016).

Tabla 4: Consistencia y concentraciones en la evaluación microscópica de semen. Vera (2009).

Valor	Color/consistencia	Concentración (x10 ⁶ /ml)	espermática
5	Creмосa espesa	5000	
4	Creмосa espesa	4000	
3	Creмосa suave	3000	
2	Lechosa	2000	
1	Aubosa	700	
0	Acuosa	Insignificante	

Motilidad en masa microscópica: la evaluación seminal se refiere a la cantidad y calidad del movimiento espermático ya sea en estado fresco o post congelado, como se puede

apreciar en la Tabla 5 para la evaluación se observará los 5 valores con la finalidad de saber si el eyaculado es apto para su procesamiento hasta obtener las pajuelas (Moncayo, 2016).

Tabla 5: Valoración semicuantitativa de la motilidad en masa microscópica. Vera (2009).

Valor	Clase	Descripción
5	Muy buena	Ondas densas de movimiento muy rápida
4	Buena	Ondas y remolinos vigorosos, pero no tan rápidas
3	Regular	Ondas de movimiento lento
2	Pobre	No aparecen ondas, pero se ven movimientos espermáticos
1	Muy pobre	Muy poco movimiento
0	Muerto	Sin movimiento

Motilidad Individual progresivo: Según Hernández (2020), los espermatozoides con motilidad individual progresiva son aquellos que se presentan desplazamiento energético, activo y rectilíneo en sentido de avance. El porcentaje que se indica es para mostrar el movimiento rectilíneo progresivo del total de espermatozoides aceptados, el valor optimo es del 50% (Hernández, 2020).

Muy Bueno = 80-100%

Bueno =60-79%

Regular =40-59%

Pésimo= menos de 40%

Vigor: la motilidad individual y el vigor de los espermatozoides se evalúan al mismo tiempo, hace referencia la velocidad de los espermatozoides y se clasifica en escala, en la Tabla 6 tenemos la escala de niveles (Maurat, 2018).

Tabla 6: Escala de nivel de movimientos

Grado	Nivel de movimiento
5	Movimiento progresivo muy rápido
4	Movimiento progresivo rápida
3	Movimiento progresivo continuo a velocidad lenta
2	Movimiento lento de cola con algo de movimiento progresivo

1	Leve movimiento de cola sin desplazamiento progresivo
0	Sin movimiento

Morfología del espermatozoide: Morfología espermática es un parámetro importante, indica el descenso de la fertilidad en los animales, en esta parte se utiliza un reactivo llamado eosina, ayuda a determinar el porcentaje de espermatozoides que presenta alguna anomalía ya sea en la cabeza, cuello o cola, para realizar esta evaluación es necesario tener un microscopio óptico (40x) provisto en platina térmica (37 °C) contando los espermatozoides y sus categorías de las anomalías de los espermatozoides se agrupan en cromosomas dañados o desprendidos, microcéfalo, macrocéfalo, decapitados, mal implantación de la pieza intermedia, presencia de gota citoplasmática y colas torcidas (Gimeno, 2014).

Parámetros espermáticos post-descongelación: Como resultado de la comparación de parámetros espermáticos en la microscopía que nos indica que según diferentes autores tenemos valores que varían pero que están dentro del rango específico donde tenemos que el volumen mínimo es de 1.18 ml y el máximo 3.51, morfología mínima 3.6 y máximo de 96.49, motilidad masal mínima 75.83 y máxima 90, motilidad individual mínima 2.76 y máxima 91.8, concentración espermática mínima 1.87 y máxima 6.9, viabilidad espermática mínima 36 y máxima 90.66, como parámetro espermático macroscópico nos da como resultado que el aspecto que mayor predominancia tiene es cremoso, color blanquecino-amarillento, Ph máximo de 7.22 y mínimo 7.08, olor único, resultados que confirman la uniformidad de los parámetros evaluados del semen caprino, como podemos visualizar en la tabla 7.

Tabla 7: Comparación de parámetros espermáticos post-descongelación.

Microscópica

Volumen (ml)	Morfología (%)	Motilidad masal (%)	Motilidad individual (%)	Concentración espermática ($\times 10^6$)	Viabilidad espermática	Lugar	Autor
1.18	15.70	84.59	78.08	1.87	90.66		(Kerly, 2022)

						Parroquia Colonche
-	14.97	-	52.53	-	51.50	Centro de (Génesis, Apoyo Río 2021) Verde
1.61	17.6	80.8	-	6.9	78.08	Facultad de Veterinaria Universida d de las (gonzález, Palmas, 2013) Gran Canaria
1.3	75.65	90	84.3	6.214	77	Colombia - Bucaraman (Antolínez, ga – 2022) Santander
1.22	-	87.4	91.8	2.526	56	Provincia de Chiriquí, (Saldaña, República 2013) de Panamá.
3,51	96,49	75,83	2,76	-	82.94	(Catalina, Riobamba 2020) – ecuador
2.5	-	70	46.3	5.00	53.8	(Gutiérrez, Cuenca - 2015) ecuador
-	3.6	71	65.9	2.74166	36	Guayaquil (Fernando, – ecuador 2015)

Macroscópica

Aspecto	Color	Ph	Olor	Autor	Lugar
Cremoso	Blanquecino-Amarillento	7.1	Olor único		
Espeso	Blanquecino-Amarillento	7.2	Olor único	(Kerly,	Parroquia
Cremoso	Blanquecino-Amarillento	7.22	Olor único	2022)	Colonche
Lechoso	Blanquecino	7.08	Olor único		
Cremoso	Blanquecino	7.16	Olor único		
Cremosa	Blanquecina-amarillenta	-	-		Centro de
Espesa	Blanquecina-amarillenta	-	-	(Génesis,	Apoyo Río
Cremosa	Blanquecina-amarillenta	-	-	2021)	Verde
Lechosa	Blanquecina-traslucido	-	-		

2.19. Factores que afectan la viabilidad espermática en caprinos

Contaminación por *Mycoplasma* spp: la presencia de las bacterias puede intervenir en la calidad espermática. (Gómez and Vieira, 2012).

Uso de antioxidantes en criopreservación: el uso de antioxidantes como la coenzima Q10 en el semen mostro mejoras en la expresión génica y puede prevenir el deterioro de la calidad celular del espermatozoide descongelado (Mustofa, 2024).

2.20. Métodos de evaluación de la integridad de membrana

Existen técnicas de las cuales podemos evaluar la integridad de la membrana plásmica y acrosomal en espermatozoides, están las tinciones fluorescentes, prueba hipo osmótica (HOST) y tinciones eosina-nigrosina (Guillén, 2009).

2.20.1. Impacto de la criopreservación

La criopreservación puede reducir la viabilidad y motilidad espermática por daños en la membrana plasmática, pero la eliminación del plasma seminal antes de la congelación, mediante el proceso de centrifugación, nos ha demostrado que existe mejora

en la integridad de la membrana reduciendo la interacción con sustancias tóxicas que se generan en el proceso (Hernandez, 2014).

2.20.2. Factores fisiológicos y ambientales

Factores que influyen en la integridad de la membrana espermática: anatomía escrotal y las condiciones ambientales (Hernandez, 2014).

2.20.3. Métodos de evaluación seminal

De acuerdo a los autores podemos tener el uso de diversos métodos de evaluación seminal post-descongelación que se encontró dentro de la literatura, en las cuales tenemos que se puede evaluar mediante microscopio óptico con cámara de Neubauer, el uso de la tinción con eosina-nigrosina para la diferenciación de los espermatozoides vivos de muertos, la prueba de hipo osmolaridad, tinción con azul de tripano, uso de la técnica de dispersión de la cromatina espermática, sistema de análisis computarizado de semen y la holografía digital, cada uno de los métodos nos permite una evaluación integral de la calidad espermática post-descongelación, en la Tabla 8 nos indica los métodos que son fundamental para un diagnóstico reproductivo y la toma de decisiones.

Tabla 8: Métodos de evaluación seminal post-descongelación reportados en literatura

EVALUACIONES	MÉTODOS	AUTOR
Motilidad Espermática (Total y Progresiva)	Evaluación mediante microscopía óptica con cámara de Neubauer.	(Génesis, 2021)
Viabilidad Espermática	Uso de Tinción con eosina-nigrosina para diferenciar espermatozoides vivos de los muertos.	(Melo, 2020)
Integridad de Membrana Plasmática	Utilización de la prueba de hipo osmolaridad (HOST), evaluar la funcionalidad de la membrana espermática.	(Trujillo, 2017)
Morfología Espermática	Se observa las anomalías morfológicas mediante tinción y microscopía.	(Villacis, 2014)

Evaluación de la Integridad Acrosomal	Uso de tinción con azul de tripano para determinación de la integridad del acrosoma.	(Hernández., 2024)
Evaluación de la Fragmentación del ADN Espermático	Técnica de dispersión de la cromatina espermática (SCD) para evaluar la integridad del ADN.	(Andrés, 2023)
Evaluación de la Motilidad mediante Análisis Computarizado (CASA)	Sistema de análisis computarizado de semen (CASA) para evaluar parámetros de motilidad.	(Vargas, 2024)
Evaluación mediante Holografía Digital	Holografía digital para caracterizar la morfología y motilidad de espermatozoides sin necesidad de marcadores.	(Ferraro and Coppola, 2003)

2.21. Test de hipos molaridad

Es una herramienta que se encarga de diagnosticar las evaluaciones de la integridad en función de la membrana espermática, usado en estudios de fertilidad y reproducción.

2.22. Estudios relevantes sobre osmolaridad en caprinos

2.22.1. Efecto de la salinidad y restricción de agua en cabras Arbia (Argelia)

Varios estudios evaluaron como la salinidad del agua y la restricción hídrica pueden afectar los metabolitos sanguíneos de la cabra, se observó que durante 12 días se incrementó la concentración plasmática de albumina, creatinina, proteína total y el colesterol total y urea, sin que se vea afectado los niveles de glucosa (Ghamri, 2019).

2.22.2. Capacidad de concentración urinaria en cabras

Poseen la capacidad de poder concentrar la orina en condiciones de escasez de agua, esto se logra a la disminución de la tasa de filtración glomerular y aumento de la reabsorción tubular (Ghamri, 2019).

2.22.3. Importancia del microambiente en la fisiología caprina

La temperatura y la disponibilidad de agua influyen en la fisiología de las cabras (Ghamri, 2019)

2.23. Nutrición

2.23.1. Uso de forrajes locales y sostenibilidad

Es de suma importancia la incorporación de plantas nativas en la dieta caprina, tenemos plantas que son fuente importante de alimento, por ejemplo, el trébol blanco (*Trifolium repens*), raigrás anual (*Lolium multiflorum*) y gramalote (*Axonopus scoparius*), estas especies no solo forma parte de un alimento para promueve la sostenibilidad y conservación de los ecosistemas locales, además (Villarreal and Fajardo, 2024).

2.23.2. Herramientas digitales para formulación de dietas

Una de las herramientas que más se usa es Microsoft Excel ya que es una aplicación que nos permite calcular dietas equilibradas para tener menos gastos posibles, mejorando así la toma de decisiones para los productores (Fabiola, 2021).

2.23.3. Estrategias para épocas de sequía

Una forma para poder disminuir estos inconvenientes es la elaboración de ensilaje enriquecido con melaza ya que han comprobado ser una estrategia efectiva, este medio mejora la calidad del forraje y la aceptación por parte de las cabras, también es una fuente económica viable (Villalta, 2024).

2.23.4. Requerimientos nutricionales específicos

Las investigaciones determinaron que las cabras en gestación necesitan de una dieta rica en proteína para poder desarrollar su preñez de una manera adecuada y poder producir la leche requerida (Montoya, 2022)

2.23.5. Suplementación y rendimiento cárnico

Los bloques nutricionales han demostrado mejoras en el rendimiento cárnico de cabras criollas, se les realiza una alimentación con 150 y 200 g de balanceado, adicional a

ella 0.33g de bloque nutricional, el cual tiene buenos resultados en peso vivo y rendimiento (Karelis, 2023).

2.24. Manejo reproductivo

2.24.1. Protocolos de reproducción programada

Se evalúa tres protocolos de sincronización de celo en cabras mediante un manejo extensivo, estos tratamientos incluyen esponjas intravaginales, prostaglandinas y progesterona inyectable son métodos que usualmente se usan para poder realizar la sincronización de celo (Riofrío and Aguirre, 2021).

2.24.2. Estacionalidad reproductiva y factores ambientales

Se relaciona con los patrones de lluvia ya que los alimentos post-lluvia tienen afectación en la actividad reproductiva, estos inconvenientes influyen en la realización de planes o programas sincronización de celo. (Robles, 2020).

2.24.3. Intervenciones hormonales y socio sexuales

Muestran incremento en la inducción de estro, ovulación y preñez, tiene mayor eficiencia la práctica socio sexuales demostrando una restauración de la actividad reproductiva (Diaz, 2019).

2.24.4. Suplementación y control sanitario

Una buena suplementación da mejores rendimientos, se suplementa con sales minerales y la desparasitación antes de la monta pueden mejorar las condiciones corporales y la fertilidad, una de las practicas que se usa es el “flushing” el cual consiste en dar una dieta alta de energía semanas antes de la cría, esto incrementa la tasa de ovulación (Smith, 2022).

2.25. Procesos que afectan la movilidad, morfología y viabilidad en la congelación espermática caprina

2.25.1. Deshidratación y rehidratación celular

En este proceso durante la fase de equilibrio los espermatozoides experimentan una deshidratación, esto se da por el flujo de agua en el interior celular hasta el medio extracelular, este proceso se da posterior a una adición del crioprotector y antes de la congelación (Critser, 2002).

2.25.2. Daño estructural por formación de cristales de hielo

En el proceso de congelación pueden ocasionar cristales de hielo intracelular lo cual ocasiona daños en la membrana celular y su estructura del acrosoma, estos daños perjudican a los espermatozoides el cual da como resultado una disminución de la capacidad fecundante (Dorado, 2005).

2.25.3. Estrés oxidativo

Puede dar inicio a una producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) el cual genera estrés oxidativo, esto afecta directamente en la funcionalidad mitocondrial y la integridad de la membrana celular ocasionando la reducción de la motilidad y viabilidad espermática (Dorado, 2005).

2.25.4. Composición del diluyente

La composición es crucial, tenemos un ejemplo claro en este caso el diluyente a base de lecitina de soya, muestra una mayor protección de los espermatozoides en el proceso de la criopreservación en comparación de la yema de huevo (Dorado, 2005).

2.25.5. Variaciones estacionales y ambientales

Las estaciones anuales y temperatura ambientales influyen en la calidad del semen, durante otoño los espermatozoides presentan mayor longitud y menor elipticidad el cual aumenta la motilidad progresiva y formas normales, en temperaturas elevadas puede reducir el tamaño de la cabeza espermática y afecta la motilidad (Hidalgo, 2005).

2.25.6. Factores que afectan la calidad espermática según la literatura

Como factores que pueden afectar la calidad del semen congelado de acuerdo a los autores tenemos que la velocidad de enfriamiento y descongelación, manteniendo un control nos brinda una mejora en la supervivencia celular, los diluyentes seminales que usualmente se usa son los tris-yema de huevo y los tris-leche descremada protegen el semen contra el choque térmico, un método para la eliminación de plasma seminal es el uso de la yema huevo pero este puede interactuar con la lipasas produciendo toxinas, un crio protector usado es el glicerol, pero hay que tener control ya que contiene alto nivel de toxicidad, las condiciones para poder elegir a un macho donador varían de acuerdo a su edad , salud, nutrición y estrés, la literatura nos indica que para la descongelación se debe tener un temperatura de 37 °C, todos estos datos nos indica la necesidad de controlar rigurosamente cada etapa del proceso de crio preservación con la finalidad de preservar al máximo la funcionalidad del semen caprino, en la Tabla 9 nos indica los factores que afectan la calidad espermática.

Tabla 9: Factores que afectan la calidad del semen congelado según distintos estudios

Factores	Descripción	Autor
Velocidad de enfriamiento y descongelación	Enfriamiento lento (25° a 5 ° C en 2 horas) seguido de congelación en nitrógeno mejora la supervivencia celular.	(Salinas, 2016)
Diluyentes seminales	Tris-yema de huevo y Tris-leche descremada son eficaces en proteger contra el choque térmico.	(Beltrán, 2018)
Método de eliminación de plasma seminal	El plasma seminal caprino contiene lipasas que pueden producir sustancias tóxicas al interactuar con la yema de huevo.	(Arreaza, 2017)
Tipo y concentración del crio protector	Glicerol más usado, pero debe controlar su aplicación por los altos niveles de toxicidad para los espermatozoides.	(Espinoza, 2019)
Condición fisiológica del macho donador	Edad, salud, nutrición y estrés influyen en la calidad basal del semen antes de congelar.	(Martínez, 2010)

Temperatura y duración de descongelación	Descongelar a 37 °C por 30-60 segundos es ideal; descongelar muy lento o a baja temperatura reduce motilidad.	(Ríos, 2020)
Tiempo de almacenamiento en nitrógeno líquido	El tiempo prolongado (>1 año) puede afectar la calidad por daños acumulativos.	(Cedeño, 2021)

2.26. Protocolos reproductivos en caprino Bóer

Sincronización del celo: usado en programas de reproducción y mejorar la eficiencia en sistemas extensivos e intensivos, se usan los protocolos de: uso de esponjas intravaginal impregnadas con progestágenos, aplicación de prostaglandina y administración de progesterona inyectable (Bologay, 2021).

Manejo nutricional y "flushing": demostró mejoras al respecto de la reproducción, el manejo nutricional y flushing después de un periodo de restricción mejora la tasa ovulatoria, esto se da durante la época reproductiva, una recomendación es la desparasitación antes del inicio de estación de monta (Rodríguez, 2004).

Criopreservación de semen: se usa en la reproducción caprina, pero este método presenta desafíos relacionados con la interacción entre las proteínas del semen utilizados, se realizaron recomendaciones alternativas como uso de leche UHT, lecitina de soya o yema de huevo procesada (Quiroga, 2020).

Estacionalidad reproductiva: la actividad reproductiva de la raza bóer se ve influenciada por el fotoperiodo, se observan mayor actividad reproductiva entre los meses de julio y septiembre, donde inicia las lluvias y alimento mayor disponibilidad, esto nos conlleva a manejar esquemas de reproducción anuales que se adapten a los cambios climáticos locales (Ángel, 2023).

CONCLUSIONES

Dentro de la revisión de estudios científicos que la criopreservación del semen caprino a lo largo del tiempo ha evolucionado gracias al desarrollo de técnicas y protocolos que son orientados a conservar la calidad biológica, encontramos que existen métodos que son usados para evaluar la calidad en la que destacan la tinción eosina-nigrosina, la prueba de hipo osmolaridad y sistemas de análisis computarizados que nos permiten medir con mayor precisión la motilidad, viabilidad y morfología espermática después del proceso de descongelación.

Se determinó que la calidad seminal congelado en caprinos de raza bóer se ve influenciada por factores fisiológicos (edad, salud reproductiva del macho), factores técnicos (tipo de concentración de crio protectores, tasa de enfriamiento y descongelación), factores ambientales (temperatura, manejo de la recolección), donde todas estas variables afectan directamente la integridad celular de los espermatozoides y repercute su capacidad de fertilización.

Con fundamentos científicos analizados damos como recomendaciones adoptar protocolos personalizados de congelación en el cual se dé el uso de crio protectores alternativos al uso del glicerol como el etilenglicol y la melatonina, o alternativas como de origen vegetal o comerciales como el Optixcell ,que dan resultados más eficientes y son menos tóxicos, siendo una mejora para poder contribuir al aumento de la fertilidad dentro de programas de inseminación artificial, impulsando así al mejoramiento genético y las producciones en los sistemas caprinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero. (2012). Evaluación de las Características Seminales de Sementales Bovinos mediante el Analizador Seminal Computarizado (CASA). Maestría.: Facultad De Ciencias Veterinaria. Universidad Central De Venezuela.
- Akeel. (2013). *Effect of antioxidants on post thaw microscopic, oxidative stress parameter and fertility of Boer goat spermatozoa in Tris egg yolk glycerol extender. Animal Reproduction Science.*
- Andrade. (2020). *Efecto de dos diluyentes y tiempo de permanencia sobre la viabilidad del semen de bovinos mestizos lecheros.* Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabímanuel Félix López.: Maestría.
- Andrés, R. (2023). *Uso de crioprotectores que permitan optimizar el manejo del plasma seminal en la criopreservación del semen caprino: Revisión sistemática.* Universidad Cooperativa de Colombia, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bucaramanga.
- Ángel, G. M. (2023). *Estacionalidad reproductiva en cabras manejadas extensivamente en los diferentes pisos altitudinales del bosque seco de la provincia de Loja.* Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/28610>
- Antolínez, C. C. (2022). *Manual de procedimientos para la evaluación andrológica, calidad seminal y criopreservación de semen ovino-caprino del Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción Animal.* Obtenido de Universidad Cooperativa de Colombia .
- Ariagno. (2016). *Guía práctica para la evaluación del semen.* Obtenido de <https://www.aba-online.org.ar/sitio/archivos/pdf/520/62/revista-aba-80-3-2016-guia-practica-para-la-evaluacion-ariagno-y-col-web.pdf>
- Arreaza, L. (2017). *Evaluación de la eliminación de plasma seminal en la crio preservación de semen caprino.* Universidad Central de Venezuela.
- Avalos, A. J. (2024). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).* Obtenido de <https://orcid.org/0009-0004-6099-9239>
- Bacilio, B. (2015). *Estudio socio económico de la ganadería caprina (Capra hircus) en la zona norte de la parroquia Colonche, cantón Santa Elena.* La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Beltrán, M. (2018). *evaluó distintos diluyentes en semen de la raza Bóer, concluyendo que los basados en yema de huevo conservan mejor la motilidad y morfología.*

- Bolagay, S. S. (2021). *Evaluación de tres protocolos de reproducción programada en manejo extensivo de la cabra chusca del bosque seco de la provincia de Loja*. Santiago Sebastián Tite Bolagay.pdf (3.18 MB).
- Borjas, U. (2018). *Efectos de la raza, época del año y circunferencia escrotal sobre la calidad seminal en carneros*. . México.
- Brito. (2022). *Reproductive physiology and semen evaluation in goats: Current knowledge and future perspectives*. *Animal Reproduction Science*, 245, 1068. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.106872>
- Bucak, M. (2007). *The influence of trehalose, taurine, cysteamine and hyaluronan on ram semen microscopic and oxidative stress parameters after freeze–thawing process*. *Theriogenology* 67, 1060–10.
- Bustamante. (2019). *La producción caprina en Colombia*. Tierras Caprino.
- Camacho, O. V. (2018). *Caracterización fenotípica de la cabra criolla y su sistema de producción, en la parroquia Mangahurco del cantón Zapotillo*. . Loja.
- Camaño, H. ((2015)). *Sistemas intensivos y semi-intensivos de producción caprina*.
- Camargo and Hernández . (2018). *Efectos de la criopreservación sobre las subpoblaciones espermáticas en caprinos*. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(3),.
- Catalina. (2020). “*Evaluación de la concepción en cabras utilizando semen crio preservado*”. Obtenido de Escuela superior politécnica de chimborazo.: <Http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/14228/1/17t01619.pdf>
- Cedeño, R. (2021). *Estudio del tiempo de almacenamiento en la calidad de semen caprino post-descongelación*. Universidad Técnica de Manabí.
- Corteel, J. (2016). *Viabilité des spermatozoïdes de bouc conservés et congelés avec ou sans leur plasma seminal: effet du glucose (viability of goat spermatozoa deep frozen with or without seminal plasma: glucose effect)*. *Annals of Biology: Animal Biochemist*.
- Critser. (2002). *Características osmóticas de los espermatozoides de ratón en presencia de extensores y azúcares*. *Biol. Reprod.* 67: 1493–1501.
- Cueto. (2000). *Reproducción en caprinos*. Centro Regional Patagonia Norte.: Maestría.
- Diaz. (2019). *Systematic review and meta-analysis of the efficacy of reproductive management practices used to induce resumption of ovarian cyclical activity in anestrus does*. *Prev.*

- Dorado. (2005). *Genética animal Cabras.Reproducción animal*. Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones.
- Dube, F. (2004). *Use of skim milk extender in goat semen cryopreservation*.
- Escorcía. (2010). *Calidad espermática pos congelación de caprinos*. México.
- Espinoza. (2019). *Efecto de distintos crio protectores sobre la calidad seminal post-descongelación en caprinos*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Espinoza, G. (2019). *Ganado caprino: que es, origen, características, reproducción y más*.
- Fabiola, I. O. (2021). *Formulación de dietas para la alimentación de caprinos utilizando hoja de cálculo Microsoft Excel*.
- Fernández, A. (2013). *Producción de leche de cabra y duración de la lactancia de los genotipos nubia, saanen y toggenburg en condiciones de pastoreo restringido y suplemento con concentrado*.
- Fernando, G. (2015). *Evaluación de la viabilidad, motilidad y cambios de morfología espermática post-descongelación de semen ovino de dos razas (poll dorset y corriedale) empleando tres tipos de diluyentes comerciales*. Universidad agraria del Ecuador.
- Ferraro and Coppola. (2003). "Compensation of the Inherent Wave Front Curvature in Digital Holographic Coherent Microscopy for Quantitative Phase-Contrast Imaging". " Appl. Opt. 42, 1938-1946.
- Figueroa, S. (2020). *Caracterización de los aspectos sanitarios de producción caprina (Capra hircus) de la parroquia Chanduy, provincia de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Forouzanfar. (2010). *M.Forouzanfar, M. Sharafi. In vitro comparison of egg yolk-based and soybean lecithin-based extenders for cryopreservation of ram semen*.
- García, A. (2007). *Ovinos y caprinos*. Managua - Nicaragua.
- Gelvez, L. (2012). *Estructura del espermatozoide*.
- Génesis. (2021). *Técnica de criopreservación de semen caprino, santa elena, Universidad estatal península de santa elena*.
- Ghamri, A. (2019). *Effet de la salinité et de la restriction de l'eau d'abreuvement sur les métabolites sanguins des caprins Arbia en Algérie*. *Revue d'élevage Et De médecine vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 71(4), 167–172.
<https://doi.org/10.19182/remvt.31>. Obtenido de <https://doi.org/10.19182/remvt.31>

- Gimeno. (2014). *Morfología espermática y parámetros seminales básicos en varones normo y oligoastenoteratozoospermicos*. Universitat Politècnica De València: Maestría.
- Gioffredo, J. (2010). *Caprinos: Generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones*. GenRio Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto de agronomía y veterinaria.
- Gómez and Vieira. (2012). *Evaluación de la viabilidad y motilidad espermática en dosis seminales caprinas para el desarrollo de un modelo de contaminación experimental con Mycoplasmas*.
- gonzález, T. n. (2013). *Aportaciones tecnológicas en la preservación del semen en la raza caprina majoreira*. Obtenido de Universidad de las palmas de gran canaria.: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/10743/4/0686754_00000_0000.pdf
- Guillén, J. R. (2009). *Efecto de la Criopreservación sobre la Integridad de la Membrana Plasmática y Acrosomal de Espermatozoides de Toros*. Universidad del Zulia. . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262712228_Efecto_de_la_criopreservacion_sobre_1
- Gutiérrez, J. (2015). *“Laparotomía exploratoria en bovinos”*. Universidad de Cuenca.
- Hernández. (2020). *Evaluación de la concepción en cabras utilizando semen crio preservado”*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.: Maestría.
- Hernandez, L. (2014). *Evaluación de la motilidad espermática de semen caprino criopreservado bajo diferentes medios diluyentes a través del sistema casa. Universidad nacional abierta y a distancia - unad escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del*. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2518/88223283.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Hernández. (2024). *Crioconservación de semen de caprino adicionado con melatonina como antioxidante*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/21806>
- Hidalgo. (2005). *Cabras. Genética animal. Reproducción animal*. Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones.
- Juan, K. (2020). *Los métodos de recolección de semen y las tasas de enfriamiento afectan la motilidad de los espermatozoides después de la descongelación y los parámetros cinematográficos de la cabra Saanen.. Revista de Reproducción de Asia Pacífico 9(5): pág.*

- Kaká, A. (2015). *La suplementación con ácido linolénico en BioXcell® Extender puede mejorar la calidad del post-Enfriamiento y congelación-descongelación de esperma bovino*. Animal Reproduction.
- Karelis, L. C. (2023). *Características de la canal y organometría de cabras criollas con la suplementación de balanceado y bloque nutricional, zona norte de la provincia de Santa Elena. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias*.
- Kerly. (2022). *Evaluación de la calidad seminal en (Capra aegagrus hircus) de la comuna Colonche en los traspatio de la zona rural de la provincia de Santa Elena*. Universidad estatal península de santa elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream>
- Leboeuf, B. (2010). *Production and storage of goat semen for artificial insemination*. Animal Reproduction Science 62: 113-141.
- Llivi. (2015). *Comparación de la fertilidad de semen fresco y semen crio conservado de cabras saanen, usando inseminación artificial, mediante el porcentaje de concepción*. Universidad Central Del Ecuador.: Maestría.
- López, F. (2021). *Advances in artificial insemination in goats: A tool for genetic improvement and sustainable livestock systems*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.smallrum>
- Marcela, A. (2023). *Efecto del semen fresco y crioconservado en la eficiencia reproductiva en hembras caprinas.pdf*. . Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4952>
- Martínez. (2010). *Destacaron la variabilidad individual entre machos en respuesta al proceso de congelación*.
- Maurat. (2018). *Valoración de la calidad seminal en toros reproductores de 24 a 36 meses de edad de la raza charoláis de la provincia de morona santiago*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.: Maestría.
- Melo. (2020). *Actualización en los diferentes protocolos utilizados en la crio preservación del semen caprino (capra aegagrus hircus)*. Universidad De Cundinamarca.: Maestría.
- Moncayo. (2016). *Evaluación de la calidad seminal de reproductores bovinos antes y después del proceso de crio preservación*. Universidad Politécnica Salesiana de Quito.: Maestría.
- Montoya, N. (2022). *Exigencias nutricionales de proteínas para cabras en gestación*. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias* , 7 , 158. Obtenido de <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.351157>

- Mora, M. (2018). *Caracterización de los sistemas de producción caprinos en la región huetar norte de Costa Rica*. Universidad Nacional Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar-Escuela de Ciencias Agrarias.
- Morali, J. (2021). *Anatomía y fisiología del aparato reproductor en el caprino*. UNAM.
- Mustofa. (2024). *Conserving goat sperm post-thawed gene expression and cellular characteristics using the antioxidant coenzyme Q10 supplementation*.
- Oliveira, M. (2023). *Role of goat seminal plasma in female reproductive tract response: Implications for artificial insemination success*. *Animals*, 13(2), 205. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ani13020205>
- Purdy. (2008). *Effect of cholesterol-loaded cyclodextrin on the cryosurvival of bull sperm*. *Cryobiology*, 48(1), 36-45.
- Purdy. (2010). *A review on goat sperm cryopreservation*. *Small Ruminant Research*, 63(3), 215–225. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2005.02.015>
- Quiroga, M. (2020). *Actualización en los diferentes protocolos utilizados en la criopreservación del semen caprino (Capra aegagrus hircus)*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12558/2951>.
- Ramos, F. (2019). *Comparación de tres dilutores en la crio-conservación y viabilidad espermática de semen caprino en la estación experimental tunshi*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Riofrío and Aguirre. (2021). *Evaluación de tres protocolos de reproducción programada en manejo extensivo de la cabra chusca del bosque seco de la provincia de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Ríos, J. (2020). *Efecto de la temperatura de descongelación en semen congelado de caprinos*. Universidad de Antioquia.
- Robles, M. R. (2020). *Línea base de indicadores productivos y reproductivos de la caprinocultura de la Mixteca Poblana en México*. Mexico.
- Rodríguez, J. d. (2004). *Respuesta reproductiva y tasa ovulatoria en cabras boer x nubia en diferentes épocas del año*. Asociación Interciencia. . <https://hdl.handle.net/20.500.12371/12240>.
- Rojas, A. (2014). *Optimización del protocolo de crio conservación de semen caprino de raza autóctona en peligro de extinción blanca de rasquera*. Barcelona-España.
- Salamon, S. (2014). *Deep freezing of Angora goat semen: effects of diluent composition and method and rate of dilution on survival of spermatozoa*. *Australian Journal of Biological Science* 35: 295-303.

- Saldaña. (2013). *Efecto de dos diluyentes sobre la viabilidad del semen ovino conservado a 4°C en diferentes tiempos*. Universidad de Panamá. Obtenido de Universidad de Panamá.
- Salinas. (2016). *Evaluación de dos protocolos de congelación sobre el semen caprino*. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Salinas. (2022). *Reproductive physiology and semen evaluation in goats: Current knowledge and future perspectives*. *Animal Reproduction Science*, 245, 106872. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.106872>
- Silvestre. (2021). *Determinación de la calidad del semen crio preservado con lecitina de soya o yema de huevo, en machos cabríos*. Abanico veterinario.
- Singlor, J. (2013). *Glycerol Concentration Effects on Quality and Longevity of Post-thaw Goat Semen*. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 43(2), 179–186. . Obtenido de <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/tjvm/article/view/9585>
- Smith. (2022). *The effects of the duration and timing of flushing on ovulation rate in ewes*. *Proc New Zea Soc Anim Prod* 1983;43:13–16.
- Solís. (2020). *Tipificación Integral de Sistemas Caprinos de la Provincia de Santa Elena, Ecuador*, *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* 31. Obtenido de Link: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view>
- Suwor and Toyra . (2025). *Efectos de las combinaciones de crioprotectores en la calidad del espermatozoide tras la descongelación, los cambios biomoleculares, la metilación del ADN y las tasas de gestación en semen de cabra Boer*. *Ciencias Veterinarias*.
- Thibier and Wagner . (2013). *Estadísticas mundiales de inseminación artificial en ganado*. *LivestProd Sci*.74(2):203–12.
- Trujillo. (2019). *Estudio Histológico del Espermatozoide de Alpacas y su correlación con las características microscópicas de calidad Seminal en el fundo Ucrucancho*. Cerro de Pasco:Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Trujillo, D. (2017). *Criopreservación de semen caprino utilizando diferentes concentraciones de glicerol en el diluyente*. Universidad de La Salle.
- Urviola. (2017). *Factores moduladores de la estacionalidad reproductiva en ungulados*. *J High Andean Res* 19: 337-350. doi: 10.18271/ria.2017.297.
- Vargas, E. (2024). *Utilización de semen congelado de caprino: análisis comparativo de protocolos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
- Vera. (2009). *Evaluación de viabilidad y fertilidad de espermatozoides caprinos congelados con diluyente sin proteína animal y el agregado de plasma seminal pos descongelado*. Universidad Central Del Ecuador: Maestría.

- Vera, T. (2017). *Aporte de algunas metodologías para la evaluación de la calidad seminal de reproductores machos caprinos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Catamarca.
- Villacis. (2014). *Manual de Crioconservación de Semen de Mamíferos Domésticos en el Laboratorio de Biotecnología de Reproducción de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Latacunga: Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Villalobos, A. C. (2019). *Caracterización técnica, productiva y comercial de las mipymes lácteas caprinas en Costa Rica*. . *Nurición Animal Tropical*, V(13), 20-53.
- Villalta, D. J. (2024). *Evaluación de elaboración de ensilaje para alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequías en la parroquia Garza Real*. Cantón Zapotillo.: Loja: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/>
- Villarreal and Fajardo. (2024). *Hábitos de consumo de plantas nativas en la alimentación de cabras: Revisión bibliográfica*. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 2183-2205. Obtenido de <https://doi.org/10.23857/pc.v9i7.7622>