



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES,
MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE
ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-
ORQUIECTOMÍA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médica
Veterinaria

Autora: Mullo Chimbo Nayely
Alejandra

Tutora: Veloz Veloz Dina
Maricela, Dra.

LATACUNGA – ECUADOR Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Mullo Chimbo Nayely Alejandra, con cédula de ciudadanía No. 0550131320, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES, MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-ORQUIECTOMÍA”**, siendo la MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, Mg., Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 17 de febrero del 2025



Nayely Alejandra Mullo Chimbo
C.C: 0550131320
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MULLO CHIMBO NAYELY ALEJANDRA** identificada con cédula de ciudadanía **0550131320** de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES, MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-ORQUIECTOMÍA**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2020 – Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre de 2024

Tutor: MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, Mg.

Tema: “**RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES, MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-ORQUIECTOMÍA**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido LA CEDENTE declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA CEDENTE podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA CEDENTE en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de febrero del 2025.



Nayely Alejandra Mullo Chimbo

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.


LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES, MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-ORQUIECTOMÍA”, de Mullo Chimbo Nayely Alejandra, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 17 de febrero del 2025


MVZ. Dina Marcela Veloz Veloz, Mg.
C.C: 1720299302
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Mullo Chimbo Nayely Alejandra, con el título del Proyecto de Investigación: “**RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES, MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-ORQUIECTOMÍA**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 17 de febrero del 2025



Dr. Jorge Armas Cajas, Mg.

C.C: 0501556450

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MVZ. Edie Molina Cuasapaz, Mg.

C.C: 1722547278

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MVZ. Marco Jiménez Gonzalez, Mg.

CC: 0401423025

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por bendecirme y permitirme llegar hasta esta etapa de mi carrera universitaria, por fortalecerme y por permitirme crecer junto a él.

El resultado de mi formación se lo debo a muchas personas, sin embargo, quiero agradecer especialmente a mis padres Victor Mullo y María Chimbo por apoyarme desde que empecé este camino, su apoyo moral, su cariño y su paciencia fueron fundamental para mi desarrollo como persona y profesional.

Luego, quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por la oportunidad que me brindó de pertenecer a su noble institución, para cumplir mis objetivos académicos y conseguir mis sueños de superación.

Por último, a todos los docentes, por los conocimientos impartidos, por la paciencia y constancia brindada hasta la culminación de este trabajo; sus aportes profesionales fueron de vital importancia para el desarrollo de esta investigación.

Nayely Alejandra Mullo Chimbo

DEDICATORIA

A todos mis seres queridos, ya que ellos me han enseñado el esfuerzo y perseverancia para cumplir mis objetivos, a mis padres y hermano por el coraje y aliento que me brindaron hasta llegar a esta instancia.

A mi esposo, por su apoyo, comprensión, tolerancia y paciencia. Él ha sido una gran motivación para poder alcanzar una meta más en mi vida; al poder terminar esta tesis con éxito se la dedico a la persona que diariamente, se preocupa por mí y siempre quiere lo mejor para mí y para nosotros en la vida. Te agradezco por toda tu ayuda y aportes no solo para culminar mi trabajo de investigación, sino también por acompañarme todos los días y ser mi inspiración.

Nayely Alejandra Mullo Chimbo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CORPORALES, MORFOMETRÍA TESTICULAR Y LA VIABILIDAD DE ESPERMATOZOIDES EPIDIDIMARIOS EN GATOS POST-ORQUIECTOMÍA”.

Autora:

Mullo Chimbo Nayely Alejandra

RESUMEN

El propósito del estudio es analizar la correlación entre las características físicas, las medidas testiculares y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía, abordando una problemática clave en la salud reproductiva felina. Este problema surge de la falta de información detallada sobre cómo factores como el peso, la edad y las dimensiones testiculares influyen en la calidad espermática tras la castración, una práctica común para el control poblacional y mejoras en el comportamiento de los gatos. La investigación se realizó bajo un diseño no experimental, utilizando un enfoque mixto con datos recolectados de 32 gatos de distintas edades y pesos en el cantón Latacunga, Ecuador. Se implementaron protocolos quirúrgicos estandarizados, asegurando la calidad de las muestras, que fueron transportadas y analizadas en condiciones controladas. Las evaluaciones incluyeron análisis morfométricos (dimensiones, peso y volumen testicular) y espermáticos (motilidad progresiva, vitalidad y concentración), empleando técnicas como el método de flujo retrógrado y la cámara de Neubauer. Los resultados demostraron correlaciones significativas entre las características corporales y los parámetros espermáticos. En particular, se encontró que el peso y la edad de los gatos influyen positivamente en la motilidad y concentración de los espermatozoides, mientras que las dimensiones testiculares mostraron una relación directa con la viabilidad espermática. Asimismo, se destacó la importancia del manejo adecuado de los testículos postquirúrgicos para preservar la calidad de las muestras. Este estudio aporta conocimiento clave sobre la interacción entre características físicas y parámetros reproductivos, permitiendo mejorar los protocolos clínicos en reproducción asistida y manejo postquirúrgico en felinos. Los beneficiarios incluyen veterinarios, estudiantes y propietarios de gatos, quienes podrán aplicar recomendaciones más precisas en la práctica clínica. Además, el trabajo es relevante para programas de conservación genética, al ofrecer bases científicas que pueden ser extrapoladas a especies felinas salvajes. El impacto científico de esta investigación reside en su contribución al desarrollo de prácticas de reproducción asistida y manejo reproductivo en medicina veterinaria, además de llenar vacíos en la literatura científica sobre este tema. Los hallazgos subrayan la importancia de un enfoque integral en el análisis de la viabilidad espermática y la calidad testicular, apoyando tanto avances clínicos como estrategias de conservación genética en felinos.

Palabras clave: morfometría testicular, espermatozoides epididimarios, orquiectomía, gatos, reproducción asistida, biotecnología reproductiva.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY CHARACTERISTICS, TESTICULAR MORPHOMETRY, AND EPIDIDYMAL SPERM VIABILITY IN CATS AFTER ORCHIECTOMY”

Author:
Mullo Chimbo Nayely Alejandra

ABSTRACT

Addressing a crucial issue in feline reproductive health, the objectives of this study were to evaluate the association between body measurements, dyadic testicular morphometry, and epididymal sperm motility in cats following orchietomy. One of the most important concerns around this issue is our limited knowledge of the effects of body weight, age and testicular dimensions on sperm quality post-castration, a procedure routinely performed for population control and behavioural management in domestic cats. The research was conducted using a non-experimental design with a mixed-methods approach. Data were collected from the 30 cats aged four months to 15 years and weighing from 2.5-8 kg in Latacunga, Ecuador. The surgical protocols were standardized, and the samples were handled properly, transported, and evaluated under laboratory conditions. Morphometric evaluations, including testicular size, weight, and volume, along with sperm quality assessments such as progressive motility, viability, and concentration, were performed using the retrograde flow technique and analyzed via the Neubauer chamber. The research results disclosed that the body characteristics showed highly significant correlations with the sperm quality parameters. The age and body weight correlated positively with sperm concentration and motility, whereas the testicular measures correlated positively with sperm viability. Furthermore, the study underscores the need for testicular samples to be handled judiciously following surgical extraction to prevent losses in sperm quality. This work offers new knowledge on the relationship between external traits and reproductive parameters preferentially applicable in practice by veterinary practitioners, college students, and owners of cats. The study provides aspects consolidated into clinical procedures for assisted reproductive technology and post-surgical management in benefit of both kinds of feline reproductive strategies: domestic and conservation based. Moreover, the significance of this study is that it will help to bridge the gaps in the literature on feline reproductive health and will contribute to the advancement of veterinary medicine and genetic conservation programs.

Keywords: testicular morphometry, epididymal sperm, orchietomy, cats, assisted reproduction, reproductive biotechnology.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	viii
<i>DEDICATORIA</i>	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Directos	3
3.2. Indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	4
5.1 Objetivo General:	4
5.2 Objetivos Específicos:	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
7.1 Sistema reproductor de los gatos	5
7.1.1. El origen de los testículos	6
7.1.2. Túbulos seminíferos	6
7.1.3. Escroto	7
7.1.4. Epidídimo	7
7.1.5. Próstata	8
7.1.6. Uretra	8
7.1.7. Pene	9
7.1.8. Prepucio	10
7.2. Espermatogénesis	10
7.2.1. Fases de la espermatogénesis	11
7.3. Morfometría testicular	11
7.4. Características del semen felino	12
7.4.1. Fracciones espermáticas	12
7.4.2. Características macroscópicas	13

7.4.2.1. Volumen	13
7.4.2.2. Color	13
7.4.3. Características microscópicas	14
7.5. Análisis espermático	14
7.5.1. Motilidad individual progresiva (MIP).....	14
7.5.2. Concentración espermática	15
7.5.3. Vitalidad (Tinción Eosina)	15
7.5.4. Integridad funcional de la membrana plasmática. (Prueba de HOST)	16
7.6. Factores que influyen en la viabilidad espermática	16
7.6.1. Obesidad	16
7.6.2. Temperatura.....	17
7.6.3. Químicos.....	17
7.6.4. Estrés oxidativo	18
7.7. Transporte de testículos	18
7.8. Recuperación de espermatozoides del epidídimo.....	19
7.8.1. Técnica de flujo retrogrado.....	19
7.8.2. Diluyentes de semen	19
7.8.2.1. Función de los diluyentes	19
7.8.3. Motilidad individual progresiva (MIP).....	20
7.8.4. Tris + yema de huevo	20
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	21
8.1. Hipótesis General	21
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
9.1. Área de investigación	21
9.2. Unidad de la investigación	22
9.3. Tipo de estudio	23
9.4. Materiales	23
9.4.1. Materiales de campo	23
9.4.2. Equipos	24
9.4.3. Materiales de Experimentación	24
9.5. Manejo del experimento	24
9.5.1. Recolección de muestras	24
9.5.2. Proceso.....	24
9.5.2.1. Recepción de fichas clínicas de los animales	24
9.5.2.2. Orquiectomía	25
9.5.2.3. Recolección y transporte de muestras	25

9.5.2.4. Toma de datos morfométricos	27
9.5.2.5. Recuperación de espermatozoides epididimarios.....	27
9.5.3. Evaluación espermática	29
9.5.3.1. Concentración espermática.....	29
9.5.3.2. Motilidad individual progresiva	29
9.5.3.3. Vitalidad y Morfología	31
9.5.3.4. Integridad funcional de la membrana plasmática (Test de HOST)	32
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
11. IMPACTOS.....	46
11.1. Impacto Técnico	46
11.2. Impacto Social	46
11.3. Impacto Ambiental	47
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	47
13. CONCLUSIONES.....	49
14. RECOMENDACIONES	49
15. BIBLIOGRAFIA.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.	4
Tabla 2. Población de felinos para la orquiectomía	21
Tabla 3. Motilidad individual progresiva evaluada en una escala de 0 a 5.	30
Tabla 4. Presupuesto de las actividades del proyecto	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del epidídimo	8
Figura 2. Concentración espermática mediante la cámara de Neubauer.	15
Figura 3. Mapa del cantón Latacunga	21
Figura 4. Ficha pre quirúrgica de los gatos.	24
Figura 5. Orquiectomía de los gatos.	25
Figura 6. Transporte de muestras.	26
Figura 7. Toma de datos morfométricos de los testículos post orquiectomía.	27
Figura 8. Recuperación de espermatozoides epididimarios.	28
Figura 9. Concentración espermática mediante Cámara de Neubauer.	29
Figura 10. Motilidad individual progresiva.	29

Figura 11. Vitalidad y Morfología espermática.....	31
Figura 12. Test de HOST (integridad funcional de la membrana plasmática).	32
Figura 13. Relación del peso los gatos con las dimensiones testiculares.	33
Figura 14. Relación entre la edad de los gatos con las dimensiones testiculares.	34
Figura 15. Relación entre el peso del gato y la motilidad espermática.	35
Figura 16. Relación entre la edad de los gatos y la concentración espermática (10^6) .	36
Figura 17. Relación del peso y edad de los gatos con la velocidad y trayectoria espermática.	37
Figura 18. Relación entre el peso de los gatos con la morfología y vitalidad.	38
Figura 19. Relación entre la edad de los gatos con la morfología y vitalidad.	39
Figura 20. Relación del peso y edad de los gatos con el Test de HOST.	40
Figura 21. Relación entre la dimensión del testículo y la motilidad progresiva.	41
Figura 22. Relación entre peso del testículo y concentración espermática.	42
Figura 23. Relación entre la morfometría testicular con la morfología y vitalidad espermática.	43
Figura 24. Relación entre las dimensiones testiculares con el Test de HOST.	44

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Relación de las características corporales, morfometría testicular y la viabilidad de espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía.

Fecha de inicio: abril 2024.

Fecha de finalización: marzo 2025.

Lugar de ejecución:

Latacunga Oriental y Occidental-Cotopaxi

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado:

Recursos Zoogenéticos Locales, conservación y desarrollo sostenible

Equipo de Trabajo:

Estudiantes: Mullo Chimbo Nayely Alejandra (Anexo 1) Tutor/a:
Mg. Veloz Veloz Dina Maricela (Anexo 2)

Área de Conocimiento:

Agricultura.

Subárea de Conocimiento:

Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Es esencial entender las maneras de optimizar la eficacia reproductiva en felinos para garantizar su sanidad, bienestar y rendimiento. El perímetro escrotal se reconoce como un indicador importante de la capacidad reproductiva. En diversos seres, este atributo es de gran importancia y desempeña un papel fundamental en la selección dentro de los programas de mejoramiento genético (1).

La circunferencia escrotal se define como el tamaño de los testículos medido en centímetros (cm). Esta medida es significativa porque está estrechamente vinculada con la concentración y número del tejido epitelial presente en el órgano testicular; debido a su fácil medición, es frecuentemente utilizada en el ámbito del mejoramiento genético animal. Además, este parámetro es altamente replicable y heredable (2).

Por otro lado, la orquiectomía o castración es una práctica común en la medicina veterinaria, realizada tanto por razones de control poblacional como por beneficios en la salud y comportamiento de los gatos. Sin embargo, la castración tiene implicaciones significativas sobre la fisiología reproductiva del animal. En particular, se ha observado que la calidad de los espermatozoides epididimarios puede verse afectada post-orquiectomía, aunque los factores que influyen en esta variabilidad no están completamente comprendidos (3).

Para evaluar si el semen es apto y adecuado para ser conservado, se evalúan varios parámetros, como la apariencia, el volumen, la movilidad en conjunto y la movilidad individual. Estos criterios permiten determinar si el espermatozoide es ideal para ser empleado en procedimientos reproductivos o si debe descartarse, lo que ayuda a predecir la capacidad reproductiva del donante. Antes de realizar este proceso, hay que realizar un examen físico testicular, buscando identificar alteraciones en su estructura y dimensiones (4). Así se puede detectar si existen afecciones como monorquidia, criptorquidia u otros problemas testiculares que afecten en los índices reproductivos del animal.

En la actualidad, existe un interés creciente en entender mejor cómo las características corporales (como peso y condición corporal) y la morfometría testicular (dimensiones y volumen testicular) pueden influir en la viabilidad de los espermatozoides epididimarios. La literatura sobre este tema es escasa, especialmente en gatos, lo que crea una necesidad urgente de investigar estos aspectos para mejorar las prácticas clínicas y los resultados reproductivos.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos

- Estudiantes de medicina veterinaria.
- Profesionales y técnicos veterinarios.

3.2. Indirectos

- Comunidad de Latacunga.
- Propietarios de gatos.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las nuevas tendencias en biotecnologías reproductivas han sido necesarias, especialmente debido a la baja variabilidad genética en cada raza de los animales y a la necesidad de supervisión veterinaria. Además, estos animales son considerados un modelo experimental para la extrapolación del conocimiento de estas técnicas en programas de rescate de felinos salvajes amenazados en peligro de extinción (5).

La falta de datos macroscópicos detallados representa una importante problemática en la investigación sobre la relación entre las cualidades físicas, las mediciones testiculares y la capacidad de los espermatozoides epididimarios en gatos tras la extirpación testicular. Actualmente, hay una carencia de estudios exhaustivos que integren y correlacionen de manera sistemática las dimensiones y características físicas de los gatos con parámetros específicos relacionados con la salud reproductiva. Esta falta de información impide establecer patrones claros y generalizables sobre cómo factores como el tamaño corporal, la raza o la edad pueden influir en la estructura testicular y, por ende, en la calidad espermática tras la cirugía.

Además, la ausencia de datos estandarizados dificulta la comparación entre diferentes estudios y la extrapolación de resultados, lo que limita significativamente el desarrollo de protocolos clínicos consistentes para la evaluación y manejo post-orquiectomía. Esto no solo afecta la capacidad de los veterinarios para proporcionar recomendaciones precisas y personalizadas a los propietarios de mascotas, sino que también obstaculiza el avance en prácticas de cría selectiva y en la conservación genética de especies felinas.

Otro desafío macroscópico crucial radica en la falta de investigaciones longitudinales que examinen los efectos a largo plazo de la orquiectomía en la morfología testicular y la función reproductiva en gatos. Sin estudios que sigan a los animales a lo largo del tiempo, es difícil

evaluar cómo cambios estructurales postquirúrgicos podrían impactar la capacidad reproductiva y la salud general a medida que los gatos envejecen. Esta laguna de conocimiento subraya la necesidad urgente de investigaciones más completas y sistemáticas que aborden la salud reproductiva desde una perspectiva macroscópica integral.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General:

- Determinar la relación entre las características corporales, la morfometría testicular y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía.

5.2. Objetivos Específicos:

- Identificar la relación de la edad y características corporales de los gatos con las características morfométricas testiculares
- Definir la relación existente entre la edad y características corporales, con las características cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides epididimarios.
- Establecer la relación del peso, diámetro, largo y ancho del testículo con las características cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides epididimarios.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 1. Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.

Objetivo 1	Actividad	Medio de verificación
Identificar la relación de la edad y características corporales de los gatos con las características morfométricas testiculares.	Recolección de datos en gatos de distintas edades, tomando en cuenta sus características corporales y evaluando sus características morfométricas testiculares.	Hoja de cálculo de datos, que contenga análisis estadístico y muestre la correlación entre las características corporales y testiculares.
Objetivo 2	Actividad	Medio de verificación

Definir la relación existente entre la edad y características corporales, con las características	Análisis comparativo en gatos de distintas edades, evaluando características corporales y realizando la	Análisis estadístico en formato de base de datos que permita observar la relación entre la edad,
cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides epididimarios.	evaluación de las propiedades numéricas y de movimiento de los espermatozoides epididimarios.	características corporales y los parámetros de los espermatozoides epididimarios.
Objetivo 3	Actividad	Medio de verificación
Establecer la relación del peso, diámetro, largo y ancho del testículo con las características cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides epididimarios.	Evaluación de las dimensiones testiculares y análisis cuantitativo de las características de los espermatozoides epididimarios en una muestra de gatos.	Base de datos con análisis estadístico para correlacionar dimensiones testiculares con las características cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides.

Fuente: Directa

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Sistema reproductor de los gatos

El sistema reproductor masculino en mamíferos está compuesto por varios órganos interrelacionados que cumplen funciones específicas en la generación y desplazamiento de espermatozoides, junto con la secreción de fluidos necesarios para la fertilización. Los testículos son los principales órganos reproductores, encargados de la generación de espermatozoides y de hormonas masculinas. Estos gametos masculinos, se desarrollan y se conservan en el conducto deferente antes de ser transportados a través del ducto deferente hacia la uretra, que cumple un doble papel al permitir tanto la eliminación de la orina como el transporte del semen durante la eyaculación (6).

Además, el pene facilita la transferencia del semen al sistema genital femenino durante la copulación. El semen, compuesto por fluidos de la próstata y las glándulas bulbouretrales, proporciona un medio nutritivo y protector para los espermatozoides. En conjunto, estos componentes forman el sistema urogenital masculino en los gatos, que no solo asegura la reproducción, sino que además, desempeña una función fundamental en la expulsión de

desechos del cuerpo a través de la uretra, integrando así funciones reproductivas y urinarias en un sistema coordinado y eficiente (6). Así mismo, el pene del gato posee pequeñas espículas de queratina que desempeñan un papel crucial en la reproducción. Durante la cópula, estas espículas estimulan la ovulación en la hembra al raspar las paredes de su vagina, lo que desencadena una respuesta hormonal necesaria para la fertilización. Este mecanismo asegura una mayor eficacia reproductiva en los felinos (7).

7.1.1. El origen de los testículos

En un estudio desarrollado sobre el desarrollo genital de los gatos, se han identificado cuatro etapas clave. Durante la fase perinatal (desde el feto hasta aproximadamente el primer mes de vida), se puede notar que los testículos presentan pequeños túbulos separados por mucho espacio, donde predominaban las células de Leydig fetales agrupadas (8).

Además, durante esa fase, los testículos de los gatos se desarrollan inicialmente en el abdomen y, generalmente, descienden al escroto entre las 6 y 12 semanas de edad, aunque el momento exacto puede variar entre individuos (9).

En la fase infantil (entre aproximadamente 1 y 4-4,5 meses), se puede notar que el tejido testicular se organiza en lobulillos con tabiques de tejido conjuntivo. Los túbulos seminíferos en esta etapa no tienen una luz claramente definida, y el intersticio es menos desarrollado que en la fase anterior. Aquí hay dos tipos de células de Leydig: unas fetales en proceso de degeneración y otras de tipo más infantil (8).

El periodo puberal (de aproximadamente 4-4,5 a 6-7 meses) se caracteriza por un desarrollo irregular de los túbulos seminíferos. Existe formación de la barrera hematotesticular en los túbulos más avanzados en su desarrollo (8).

Finalmente, en la fase adulta (a partir de los 6-7 meses), se establece por completo la espermatogénesis. Identificando ocho tipos diferentes de asociaciones celulares dentro de los túbulos seminíferos, marcando así la plena madurez reproductiva de los testículos en gatos (9).

7.1.2. Túbulos seminíferos

Las glándulas sexuales masculinas están conformadas por los conductos espermáticos, donde se lleva a cabo el proceso de formación de espermatozoides, así como su maduración. Los túbulos seminíferos son el sitio donde se producen y maduran las células reproductivas masculinas (8).

Además, los túbulos seminíferos están compuestos por células de Sertoli, que proporcionan apoyo y nutrición a las células reproductivas en desarrollo, y por células germinativas que se diferencian en espermatozoides. Este entorno único es crucial para garantizar la producción óptima de los gametos masculinos (10).

7.1.3. Escroto

Estructura que envuelve y resguarda los testículos. Formado por tejido dérmico, que constituye la capa externa del escroto, y presenta un rafe, una línea central perceptible formada por la unión de las mitades laterales de la envoltura escrotal; además cuenta con la capa dartos la cual es una membrana interna formada por tejido conjuntivo; así mismo, existe un separador dentro del saco escrotal que divide el compartimento escrotal en dos secciones. El saco escrotal de felinos está situado justo debajo del ano y no es colgante, mientras que en equinos, caninos y rumiantes, hay un espacio perineal entre el ano y el saco escrotal, siendo este colgante en dichos animales (8).

En los gatos el escroto se ubica en la región perineal, justo debajo del ano, y no es pendulante, a diferencia de otras especies como los perros o caballos, donde el escroto es más prominente y se sitúa entre el ano y el pene. Esta ubicación particular en los felinos domésticos facilita la regulación térmica necesaria para la producción de espermatozoides, ya que la temperatura debe mantenerse ligeramente inferior a la del cuerpo. El escroto también alberga músculos como el cremáster, que contraen o relajan los testículos dependiendo de las condiciones ambientales, lo que asegura una protección y funcionalidad óptimas del aparato reproductor (11).

7.1.4. Epidídimo

El epidídimo es una estructura alargada compuesta por múltiples curvas del conducto epididimario. Está adherido a uno de los bordes del testículo y puede extenderse hacia ambos polos testiculares. Se compone de tres secciones: la cabeza, que se encuentra unida a la cápsula del testículo y recibe los conductos eferentes, los cuales se combinan para formar el conducto epididimario donde los espermatozoides maduran; el cuerpo, menos adherido a la superficie, creando un espacio conocido como bolsa testicular; y la cola, conectada al testículo mediante un ligamento denominado ligamento propio del testículo. En esta última sección, el conducto disminuye su diámetro y da lugar al conducto deferente. El lumen del conducto epididimario está cubierto por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado con estereocilios, cuyas células también tienen función secretora (8).

El epidídimo es esencial para la maduración y almacenamiento de los espermatozoides. Durante su tránsito por esta estructura, los espermatozoides adquieren motilidad y capacidad fecundante, procesos fundamentales para la fertilización exitosa. El epitelio del conducto epididimario, compuesto por células con estereocilios, facilita la absorción de fluidos y la secreción de sustancias necesarias para la maduración espermática. Este entorno especializado asegura que los espermatozoides estén en óptimas condiciones al momento de la eyaculación (12).

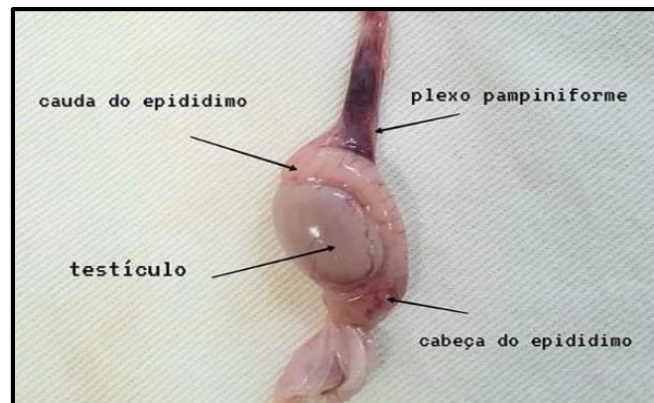


Figura 1. Partes del epidídimo Fuente:

(8).

7.1.5. Próstata

La próstata, una glándula presente en todos los mamíferos domésticos, está conformada por un cuerpo dividido en dos lóbulos (derecho e izquierdo) ubicados sobre la superficie dorsal de la uretra, conectados mediante un istmo y una región diseminada que constituye una capa glandular en la pared uretral. En los gatos, estos lóbulos se encuentran en posición ventral respecto a la uretra. A nivel microscópico, la próstata es una glándula túbulo-alveolar compuesta, rodeada por fibras musculares lisas y envuelta por una cápsula desde la cual se proyectan trabéculas hacia su interior (8).

Además, la próstata en los gatos produce la mayor parte del líquido seminal, que nutre y protege a los espermatozoides durante su tránsito por el tracto reproductor femenino. Esta secreción prostática es esencial para la viabilidad y movilidad de los espermatozoides, incrementando las probabilidades de una fertilización exitosa (13).

7.1.6. Uretra

En los gatos machos, la anatomía de la uretra presenta ciertas particularidades, siendo ligeramente más larga y estrecha, especialmente en la región donde ingresa al pene. Este diseño anatómico tiene implicaciones funcionales y clínicas. El estrechamiento uretral, aunque necesario para regular el flujo urinario y facilitar la expulsión del semen durante la

reproducción, también predispone a la formación de obstrucciones, especialmente en condiciones patológicas. Factores como la presencia de cristales urinarios, detritos inflamatorios o la formación de tapones uretrales pueden generar bloqueos en esta región, lo que representa una de las principales emergencias urológicas en gatos machos. Estas características anatómicas no solo influyen en la salud del tracto urinario, sino que también pueden tener un impacto indirecto en los parámetros reproductivos y la viabilidad espermática, lo que destaca la importancia de considerarlas en estudios relacionados con la morfometría testicular y la calidad seminal. (8).

También en gatos machos, la uretra presenta una longitud mayor y un diámetro más reducido en comparación con las hembras, lo que aumenta el riesgo de que se produzcan bloqueos urinarios. Estos bloqueos suelen originarse por la formación de tapones uretrales, que consisten en una mezcla de células del revestimiento de la vejiga, mucosidad y cristales derivados de los minerales presentes en la orina. Esta situación puede poner en peligro la vida del animal, por lo que es fundamental buscar atención veterinaria de forma inmediata (14).

7.1.7. Pene

El pene, órgano principal de la cópula en los mamíferos domésticos, presenta una alta especialización anatómica y funcional. En los gatos, este órgano se origina en la región del hueso isquion y se extiende hacia el glande, que constituye su extremo libre. Su estructura envuelve la porción terminal de la uretra, desempeñando un papel dual al servir tanto al sistema reproductor como al urinario. Además de su función reproductiva, que incluye la transferencia de espermatozoides durante la copulación, su diseño anatómico permite la excreción de orina.

En los gatos machos, el pene cuenta con pequeñas espículas o espinas queratinizadas, las cuales se desarrollan bajo la influencia de la testosterona. Estas espinas no solo facilitan la estimulación ovulatoria en hembras inducidas, sino que también disminuyen tras la orquiectomía, lo que evidencia la relación directa entre la funcionalidad del pene y el estado endocrino del individuo. Este diseño especializado es un ejemplo de adaptación que optimiza las funciones reproductivas en esta especie (8).

El pene del gato, además contiene un hueso denominado báculo, que proporciona rigidez y soporte durante la cópula, facilitando la penetración y asegurando una transferencia efectiva de los espermatozoides. Este báculo es una característica común en muchos mamíferos, pero su tamaño y forma varían entre especies. En los felinos, contribuye a la eficacia del proceso

reproductivo, complementándose con las espículas queratinizadas que estimulan la ovulación en la hembra, asegurando mayores tasas de éxito reproductivo (15).

7.1.8. Prepucio

El prepucio en los gatos es una estructura cutánea que envuelve y resguarda al pene, desempeñando funciones clave para la salud y la funcionalidad del aparato reproductor. Este pliegue de piel no solo actúa como una barrera protectora contra lesiones mecánicas y agentes externos como bacterias, polvo o detritos, sino que también contribuye a mantener la higiene de la región genital al minimizar la exposición directa del pene. Durante la actividad sexual, el prepucio juega un rol importante al facilitar la lubricación natural, lo que reduce la fricción y asegura un proceso de copulación más eficiente.

En el contexto reproductivo, su integridad y funcionalidad son esenciales, ya que cualquier alteración o lesión en esta estructura puede afectar la capacidad copulatoria y, por ende, la fertilidad del individuo. Además, posterior a la orquiectomía, el prepucio puede experimentar modificaciones anatómicas o funcionales asociadas con la ausencia de estímulos hormonales. Estas transformaciones lo convierten en un elemento relevante para investigaciones enfocadas en analizar la relación entre la condición corporal y los parámetros reproductivos en gatos (8).

Además, el prepucio en los gatos machos alberga glándulas que secretan feromonas, desempeñando un papel crucial en la comunicación química y en el marcaje territorial. Estas secreciones contribuyen a la identificación entre individuos y a la delimitación de su territorio. Alteraciones en la función del prepucio, como infecciones o inflamaciones, pueden afectar la producción de estas feromonas, influyendo en el comportamiento social y reproductivo del animal (16).

7.2. Espermatogénesis

La espermatogénesis es el complejo proceso biológico mediante el cual se generan espermatozoides funcionales a partir de células germinales precursoras en los testículos. Este fenómeno ocurre dentro de los túbulos seminíferos y está estrictamente controlado por la acción coordinada de hormonas gonadotrópicas, como la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH), junto con la testosterona producida por las células de Leydig. La calidad y cantidad de espermatozoides pueden verse influenciadas por diversos factores, incluyendo el estado hormonal, la salud general del individuo, la nutrición y las condiciones ambientales. En gatos, como en otros mamíferos domésticos, la espermatogénesis es esencial

para asegurar la continuidad de la especie, ya que cualquier alteración en este proceso puede comprometer la fertilidad y la viabilidad del semen (17).

Así mismo, la espermatogénesis en los gatos es un proceso continuo que se lleva a cabo a lo largo de todo el año, aunque se han observado variaciones estacionales en la calidad del semen, con una mejora durante los meses con mayor cantidad de horas luz diaria, coincidiendo con la estación reproductiva de la hembra (18).

7.2.1. Fases de la espermatogénesis.

Fase proliferativa: En esta fase inicial, las espermatogonias, células germinales presentes en los testículos, se dividen por mitosis para producir espermatocitos tipo A y B. Este proceso de proliferación es continuo y se mantiene durante toda la vida del animal, permitiendo la renovación constante de las células precursoras para la producción de espermatozoides (19).

Fase meiótica: Los espermatocitos tipo B entran en la fase meiótica, en la que experimentan dos divisiones sucesivas. Primero se convierten en espermatocitos primarios, los cuales se dividen en espermatocitos secundarios, reduciendo a la mitad el número de cromosomas y asegurando la variabilidad genética de los espermatozoides (19).

Fase de diferenciación: En esta fase final, los espermatocitos secundarios se transforman en espermatozoides maduros a través de un proceso de diferenciación que incluye la formación de la cola y la cabeza del espermatozoide. Los espermatozoides recién formados pasan por el epidídimo, donde terminan de madurar y se almacenan hasta que se liberen durante la eyaculación (19).

Además, durante la fase de diferenciación, también conocida como espermiogénesis, las espermatidas experimentan una serie de cambios estructurales y funcionales que incluyen la formación del acrosoma, la condensación del núcleo, el desarrollo del flagelo y la reorganización del citoplasma. Estos cambios son esenciales para que los espermatozoides adquieran la capacidad de moverse y fertilizar al óvulo (20).

7.3. Morfometría testicular

La morfometría testicular se refiere al análisis y medición de diversos parámetros del testículo, con el objetivo de evaluar su funcionalidad y calidad reproductiva en animales. Este enfoque permite obtener información valiosa sobre el potencial reproductivo de un individuo al correlacionar características estructurales con parámetros fisiológicos. Entre los métodos empleados para la medición de la morfometría testicular se encuentran la evaluación del tamaño global del órgano, así como sus dimensiones específicas, como el ancho, el largo, la profundidad

y el peso. Estos parámetros proporcionan indicadores directos de la actividad espermatogénica y de la producción hormonal, convirtiendo a la morfometría en una herramienta fundamental en estudios reproductivos y diagnósticos (21).

Es decir, la morfometría testicular permite evaluar la eficiencia reproductiva en gatos domésticos. Estudios histológicos y morfométricos han analizado parámetros como el grosor de la túnica albugínea, la altura del epitelio seminífero y las dimensiones de las células de Leydig y espermatogonias, proporcionando datos valiosos para comprender la función testicular en diferentes etapas de la vida del felino (22).

7.4. Características del semen felino

7.4.1. Fracciones espermáticas

El semen felino, al igual que en otras especies, se compone de diferentes fracciones que se liberan durante la eyacuación, cada una con características químicas y biológicas particulares. La primera fracción, conocida como pre-seminal, está formada principalmente por líquido prostático y células epiteliales, cuya función es limpiar y preparar la uretra para el paso de los espermatozoides. La segunda fracción, o fracción seminal, contiene la mayor concentración de espermatozoides, mezclados con líquido prostático y vesicular, además de proteínas y electrolitos que contribuyen a la viabilidad y funcionalidad espermática. Por último, la fracción post-seminal se compone principalmente de líquido proveniente del epidídimo, rico en nutrientes esenciales que sirven de sustento para los espermatozoides. Aunque el volumen total del eyaculado varía entre especies y individuos, en los gatos suele ser menor en comparación con otras especies como los caninos (23).

La composición bioquímica del plasma seminal en gatos domésticos influye significativamente en la calidad del semen. Parámetros como las concentraciones de colesterol y triglicéridos se correlacionan con la integridad de la membrana espermática y la motilidad de los espermatozoides, afectando su capacidad fecundante. Estudios recientes sugieren que niveles adecuados de estos lípidos en el plasma seminal pueden mejorar la resistencia de los espermatozoides a procesos de criopreservación, lo cual es relevante para programas de conservación y reproducción asistida en felinos (24).

7.4.2. Características macroscópicas

7.4.2.1. Volumen

El volumen del eyaculado en los gatos es reducido y puede variar dependiendo del método de recolección empleado. Cuando se utiliza una vagina artificial, el volumen promedio oscila entre 0,12 ml y 0,25 ml, mientras que mediante electroeyaculación se pueden obtener volúmenes ligeramente mayores, alcanzando hasta 0,74 ml. Para medir este volumen, se suelen emplear micropipetas, dada la precisión necesaria debido a la escasez del fluido recolectado. Este limitado volumen seminal a menudo restringe la cantidad de análisis que pueden realizarse, lo que obliga a priorizar las pruebas esenciales de acuerdo con las necesidades del estudio o evaluación en curso (25).

La calidad del semen felino puede variar según el método de recolección empleado. Un estudio comparativo entre cateterización uretral, electroeyaculación y obtención post-mortem del epidídimo reveló diferencias significativas en parámetros como volumen, motilidad y concentración espermática. La electroeyaculación se asoció con mejores resultados en términos de calidad seminal, aunque requiere anestesia general y equipo especializado (26).

7.4.2.2. Color

El semen de los gatos tiene un color característicamente blanquecino, lo que refleja su contenido rico en espermatozoides y plasma seminal. Sin embargo, este color puede variar en presencia de contaminantes o patologías. Una tonalidad amarillenta puede indicar contaminación con orina, lo que podría deberse a problemas en el esfínter uretral o a un vaciamiento incompleto de la vejiga antes de la recolección. Por otro lado, una coloración rosada o rojiza sugiere la presencia de sangre (hematospermia), que podría asociarse con lesiones en el tracto genital, inflamaciones como prostatitis o epididimitis, o traumas durante el proceso de extracción del semen. Estas variaciones de color son indicadores importantes que pueden orientar hacia posibles alteraciones en la salud reproductiva o urinaria del animal, por lo que deben considerarse en la evaluación del semen como parte del diagnóstico integral (25).

La consistencia del semen felino es generalmente viscosa, lo que facilita la protección y el transporte de los espermatozoides durante la reproducción. Alteraciones en la viscosidad pueden indicar problemas de salud reproductiva, como infecciones o inflamaciones del tracto genital. Por ello, es fundamental evaluar tanto el color como la consistencia del semen en estudios de fertilidad felina (27).

7.4.3. Características microscópicas

Los espermatozoides de los gatos tienen una forma característica que se compone de una cabeza ovalada y ligeramente afilada, adaptada para facilitar la penetración del óvulo, con un acrosoma prominente que contiene enzimas necesarias para la fertilización. La cabeza está unida a la pieza intermedia, una región corta y cilíndrica que contiene numerosas mitocondrias, encargadas de suministrar la energía para el movimiento. La cola o flagelo, larga y delgada, genera el impulso necesario para desplazarse en el tracto reproductivo femenino. Esta estructura, altamente especializada, asegura la movilidad y funcionalidad de los espermatozoides, factores cruciales para la reproducción felina (25).

La integridad estructural de los espermatozoides es esencial para su capacidad de fertilización. Alteraciones en la morfología, como anomalías en la cabeza, pieza intermedia o cola, pueden comprometer la movilidad y la capacidad de unión al óvulo, disminuyendo las tasas de fertilidad en los felinos. Por ello, la evaluación morfológica detallada es fundamental en estudios de reproducción asistida y conservación de especies felinas (28).

7.5. Análisis espermático

7.5.1. Motilidad individual progresiva (MIP)

La motilidad individual progresiva (MIP) evalúa la capacidad de los espermatozoides para desplazarse activamente en línea recta o en una dirección definida, lo cual es esencial para alcanzar y fertilizar el óvulo. Este parámetro es un indicador clave de la calidad espermática y se mide durante el análisis seminal como el porcentaje de espermatozoides que presentan movimiento activo y dirigido. Una alta motilidad progresiva está asociada con una mayor fertilidad, ya que permite a los espermatozoides superar los obstáculos del tracto reproductivo femenino. En contraste, aquellos con movimientos irregulares o limitada motilidad tienen menor probabilidad de éxito en la fecundación (29).

Además, la evaluación de la motilidad espermática en gatos domésticos puede realizarse mediante sistemas de análisis asistido por computadora (CASA), que proporcionan mediciones precisas y objetivas de los parámetros de movimiento de los espermatozoides. Estos sistemas permiten analizar aspectos como la velocidad, la linealidad y la amplitud del desplazamiento, ofreciendo una evaluación detallada de la calidad seminal. La implementación de tecnologías como CASA ha mejorado significativamente la precisión en la evaluación de la motilidad espermática en felinos (30).

7.5.2. Concentración espermática

La concentración espermática se refiere al número de espermatozoides presentes en un mililitro (ml) de semen, siendo un parámetro clave para evaluar la calidad reproductiva en gatos. Este valor puede variar significativamente entre individuos y también dentro del mismo animal en diferentes momentos, dependiendo de factores como la edad, la salud general, la frecuencia de eyaculación y las condiciones ambientales. En gatos domésticos, la concentración espermática es generalmente menor que en otras especies, como los perros, pero se considera un indicador crucial del potencial fértil. Este parámetro puede verse influido por la raza y otros factores individuales, y su análisis es fundamental para determinar la viabilidad y calidad del semen en estudios reproductivos felinos (31).

Por otro lado, la concentración espermática en gatos domésticos puede verse afectada por diversos factores, incluyendo la estacionalidad reproductiva. Estudios han demostrado que, en condiciones de fotoperiodo controlado, se observan variaciones significativas en la calidad seminal, incluyendo la concentración de espermatozoides, lo que sugiere una influencia del ambiente lumínico en la función reproductiva de los felinos (32).

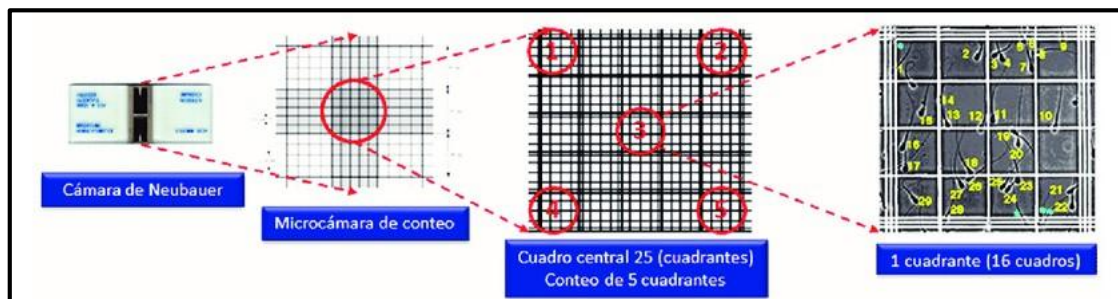


Figura 2. Concentración espermática mediante la cámara de Neubauer.

Fuente: (31).

7.5.3. Vitalidad (Tinción Eosina)

La prueba de tinción con Eosina es un método empleado para evaluar la viabilidad espermática, basado en la integridad de la membrana celular. Los espermatozoides vivos mantienen su membrana intacta, lo que impide la entrada del colorante Eosina, mientras que los muertos o dañados, debido a una membrana comprometida, permiten que este los tiña. Este contraste visual facilita identificar y clasificar los espermatozoides según su estado (33).

Esta prueba es ampliamente utilizada para evaluar la viabilidad espermática en diversas especies animales, incluyendo felinos. Este método permite diferenciar entre espermatozoides vivos y muertos basándose en la integridad de la membrana plasmática: los espermatozoides vivos

mantienen su membrana intacta y no se tiñen, mientras que los muertos, con membranas dañadas, se colorean de rosa o rojo. Esta técnica es esencial en estudios de reproducción asistida y en la evaluación de la calidad seminal en programas de conservación de especies (34).

Para realizar la prueba, una muestra de semen se mezcla con la solución de Eosina y luego se analiza bajo el microscopio. Los espermatozoides teñidos indican daño o muerte celular, y si más del 50% de la muestra presenta esta condición, se interpreta como una alta proporción de espermatozoides no viables, lo que sugiere una baja calidad seminal. Sin embargo, es importante complementar esta técnica con otras pruebas, ya que no diferencia entre espermatozoides muertos y aquellos en proceso de degeneración, que aún podrían retener cierta capacidad para la fertilización (33).

7.5.4. Integridad funcional de la membrana plasmática. (Prueba de HOST)

El test de host o prueba hipo osmótica es una técnica utilizada para evaluar la viabilidad y la integridad funcional de la membrana plasmática. Esta prueba consiste en mezclar una muestra de espermatozoides con una solución hipotónica que crea una diferencia de presión osmótica entre el exterior e interior de los espermatozoides. esta diferencia de presión hace que los espermatozoides que tienen una membrana intacta absorben agua a través de su membrana, lo que provoca un sanchamiento del citoplasma y la formación de una protuberancia en el extremo de la cabeza del espermatozoide (35).

Los espermatozoides que tienen una membrana espermática intacta y funcional son capaces de absorber agua y formar estas protuberancias dando un aspecto curvo en la morfología del cuerpo y cola del espermatozoide, mientras que aquellos con una membrana dañada no pueden hacerlo (36).

7.6. Factores que influyen en la viabilidad espermática

7.6.1. Obesidad

La obesidad ha sido identificada en varios estudios como un factor que afecta negativamente la calidad espermática, no solo en humanos, sino también en animales como los gatos. El exceso de peso corporal puede interferir con procesos esenciales de la fertilidad, como la reacción acrosomal, un mecanismo clave para la fecundación. Este proceso, que forma parte de la exocitosis, implica la fusión de las membranas del acrosoma con la membrana plasmática del espermatozoide, facilitando la penetración de las barreras del óvulo. Un aumento en la grasa

corporal puede alterar este proceso, disminuyendo la capacidad de los espermatozoides para fertilizar el óvulo, lo que en última instancia reduce la viabilidad en gatos obesos (37).

La obesidad en gatos puede afectar negativamente la calidad espermática, disminuyendo la fertilidad. El exceso de grasa corporal puede alterar la función testicular y la producción de espermatozoides. Además, la obesidad está asociada con un estado inflamatorio crónico y estrés oxidativo, que pueden dañar el ADN espermático y reducir la viabilidad de los espermatozoides. Mantener un peso saludable en los gatos es esencial para preservar su salud reproductiva y general (38).

7.6.2. Temperatura

La temperatura testicular es un factor crucial para la espermatogénesis, ya que los testículos no poseen una capa de tejido adiposo que los aisle adecuadamente del calor. Para una función óptima, la temperatura del escroto debe mantenerse entre 2° y 4°C por debajo de la temperatura corporal del gato. Exponer los testículos a temperaturas superiores a 42°C durante 30 minutos puede inducir una muerte celular significativa, disminuyendo la producción de espermatozoides y afectando la calidad del eyaculado. Esto resalta la importancia de mantener un ambiente adecuado para los testículos en los gatos, ya que el calor excesivo puede comprometer seriamente su fertilidad (39).

Además, la exposición prolongada a temperaturas elevadas puede afectar negativamente la calidad del semen en los gatos. Estudios han demostrado que un aumento de la temperatura testicular puede disminuir la motilidad y la viabilidad de los espermatozoides, comprometiendo la fertilidad del animal. Por ello, es fundamental garantizar que los gatos no estén expuestos a condiciones de calor extremo y que su entorno favorezca la adecuada termorregulación testicular (40).

7.6.3. Químicos

La exposición a compuestos químicos, como los organofosforados, también puede tener efectos perjudiciales sobre la fertilidad en los gatos. Los organofosforados, que se encuentran comúnmente en plaguicidas y pesticidas, pueden ingresar al organismo felino a través de la piel, la inhalación o la ingestión. Incluso exposiciones leves o intermitentes pueden afectar la producción de gonadotropinas y alterar la función testicular, provocando daños en los testículos y alteraciones en la morfología de los espermatozoides. La exposición a estos químicos puede ser un factor de riesgo importante para la calidad espermática en gatos, afectando tanto la cantidad como la funcionalidad de los espermatozoides (39).

Además de los organofosforados, otros químicos como los piretroides, presentes en productos de control de plagas, también pueden impactar negativamente en la fertilidad felina. Estos compuestos, aunque menos tóxicos que los organofosforados, pueden alterar el equilibrio hormonal al interferir con la función endocrina testicular. Estudios han demostrado que la exposición crónica a bajos niveles de piretroides puede reducir la motilidad espermática y provocar anomalías en la morfología de los espermatozoides, afectando significativamente la calidad seminal. Por lo tanto, el manejo adecuado de estos productos y la protección de los gatos frente a su exposición es fundamental para preservar su salud reproductiva (41)

7.6.4. Estrés oxidativo

El estrés oxidativo es otro factor que influye negativamente en la viabilidad espermática en gatos. Este fenómeno ocurre cuando hay un exceso de radicales libres de oxígeno en el organismo, lo que puede dañar las células, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, incluyendo los espermatozoides. Los radicales libres pueden alterar la estructura celular, impidiendo que los espermatozoides se muevan y funcionen correctamente. Dado que los espermatozoides felinos contienen componentes altamente sensibles al estrés, como proteínas y ácidos nucleicos, el estrés oxidativo puede comprometer la capacidad de los espermatozoides para fertilizar el óvulo. La exposición constante a factores de estrés, como el estrés ambiental o físico, aumenta la producción de radicales libres y reduce la calidad del semen en gatos (42).

Además, el estrés oxidativo, caracterizado por un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la capacidad antioxidante del organismo, puede afectar negativamente la calidad seminal en los gatos. Este desequilibrio puede dañar componentes celulares esenciales de los espermatozoides, como las membranas plasmáticas, mitocondrias, acrosomas y ADN, comprometiendo su funcionalidad y viabilidad. La acumulación de ROS puede inducir la peroxidación lipídica de las membranas espermáticas, disminuyendo la motilidad y capacidad fecundante de los espermatozoides. Además, el daño oxidativo al ADN espermático puede resultar en infertilidad o en descendencia con anomalías genéticas. Por lo tanto, es fundamental mantener un equilibrio redox adecuado en el organismo felino para preservar la integridad y funcionalidad de los espermatozoides (43).

7.7. Transporte de testículos

El transporte adecuado de los testículos para análisis o procedimientos específicos requiere preservar los órganos en condiciones controladas que garanticen la viabilidad espermática. En el caso de los gatos, los testículos deben colocarse en recipientes estériles, como frascos

diseñados para muestras médicas, junto con una solución estéril como cloruro de sodio al 9%. Es fundamental conservar una temperatura constante durante el transporte; para el almacenamiento temporal, se recomienda mantenerla en un rango de 15°C a 20°C (44).

En el contexto de técnicas de reproducción asistida, la manipulación y transporte de los espermatozoides puede requerir el uso de medios de cultivo específicos y temperaturas ajustadas al procedimiento, que podrían variar según los objetivos del análisis o la técnica empleada. Además, para almacenamiento a largo plazo, los espermatozoides pueden criopreservarse a temperaturas extremas, generalmente alrededor de -196°C en nitrógeno líquido. Este manejo cuidadoso es crucial para mantener la calidad del material biológico y garantizar resultados óptimos en las evaluaciones o procedimientos reproductivos (45).

7.8. Recuperación de espermatozoides del epidídimo.

7.8.1. Técnica de flujo retrogrado.

La técnica de flujo retrógrado es un método eficiente y comúnmente utilizado para la recuperación de espermatozoides del epidídimo en gatos. Este procedimiento implica la introducción de una cánula en la porción caudal del epidídimo, a través de la cual se infunde una solución especial de lavado. Esta solución no solo facilita la liberación de los espermatozoides al separar las células circundantes, sino que también puede estar enriquecida con nutrientes esenciales que contribuyen a mantener la viabilidad espermática durante el proceso de recuperación (46).

El lavado se realiza aplicando presión controlada para que la solución fluya en sentido retrógrado a través del epidídimo y los conductos deferentes, lo que permite liberar los espermatozoides. Los espermatozoides recuperados se recolectan en un recipiente estéril para su posterior análisis o uso en técnicas de reproducción asistida. Este método es altamente eficaz y se considera una herramienta clave en la recuperación de gametos, especialmente en casos donde los espermatozoides epididimarios son necesarios para estudios o aplicaciones reproductivas específicas en gatos (46).

7.8.2. Diluyentes de semen

7.8.2.1. Función de los diluyentes

En la preservación y almacenamiento de semen felino, los diluyentes desempeñan un papel fundamental. Estos medios están diseñados para proporcionar los nutrientes esenciales que los

espermatozoides necesitan para mantener su viabilidad celular. Además, protegen las células espermáticas contra daños físicos o químicos y regulan el pH del medio para evitar alteraciones perjudiciales. En muchos casos, los diluyentes también incluyen antibióticos que ayudan a prevenir el crecimiento de bacterias y microorganismos que podrían comprometer la calidad del semen (47).

7.8.3. Motilidad individual progresiva (MIP)

La motilidad individual progresiva (MIP) de los espermatozoides en gatos es un parámetro esencial para evaluar su capacidad reproductiva. Se refiere al porcentaje de espermatozoides que se desplazan activamente en línea recta o en una dirección definida, lo cual es crucial para que puedan atravesar el tracto reproductivo femenino y alcanzar el óvulo para la fertilización. Una MIP elevada indica una mayor probabilidad de éxito reproductivo, mientras que una motilidad reducida puede estar asociada con problemas de fertilidad. La evaluación de la MIP se realiza mediante análisis microscópico del semen, observando el movimiento de los espermatozoides y clasificándolos según su movilidad. Este análisis es fundamental en estudios de reproducción asistida y en la valoración de la salud reproductiva de los felinos (48).

7.8.4. Tris + yema de huevo

El tris o citrato de sodio combinado con yema de huevo es ampliamente reconocido como un medio diluyente eficaz en la recuperación y conservación de espermatozoides, especialmente en especies como los felinos. Esta solución no solo estabiliza el pH, protegiendo a los espermatozoides contra cambios ambientales adversos, sino que la yema de huevo desempeña un papel crucial gracias a su composición bioquímica. Rica en lípidos como los fosfolípidos y el colesterol, la yema fortalece las membranas celulares de los espermatozoides, reduciendo el daño por estrés osmótico y las fluctuaciones térmicas.

Adicionalmente, las proteínas presentes en la yema interactúan con la superficie de los espermatozoides, minimizando la acción de agentes dañinos como las especies reactivas de oxígeno (ROS) y protegiéndolos de procesos oxidativos que podrían comprometer su viabilidad. Este efecto protector es fundamental durante la recuperación y manejo *in vitro* de espermatozoides, especialmente en el contexto de técnicas como la criopreservación o el transporte a temperaturas controladas. Por estas propiedades, el tris con yema de huevo no solo facilita la recuperación celular, sino que también mejora la calidad espermática al mantener su integridad estructural y funcional por periodos más prolongados (49).

El uso de diluyentes basados en Tris combinado con yema de huevo ha demostrado ser eficaz en la criopreservación de semen en diversas especies, incluyendo felinos. La yema de huevo aporta lipoproteínas de baja densidad que protegen las membranas espermáticas durante el proceso de congelación y descongelación, mejorando la viabilidad y funcionalidad de los espermatozoides (49).

8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis General

¿Existe una relación significativa entre las características corporales, la morfometría testicular y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía?

¿No existe una relación significativa entre las características corporales, la morfometría testicular y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía?

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Área de investigación

La investigación se realizó en el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, específicamente en las parroquias urbanas: San Buenaventura, La Matriz, Eloy Alfaro (San Felipe), Ignacio Flores (La Laguna), Juan Montalvo (San Sebastián).

Latacunga

Ubicación Geográfica: Longitud 0°56'00"Sur, 78°37'00"Oeste



Figura 3. Mapa del cantón Latacunga

Fuente: Google Maps (50)

9.2. Unidad de la investigación

La población total fue de 32 felinos, y la ejecución de la investigación se realizó con toda la población sin realizar un muestreo. Se realizó la orquiectomía específicamente de animales domésticos, los cuales conviven con las personas.

Tabla 2. Población de felinos para la orquiectomía

GATO	NOMBRE GATOS	RAZA	EDAD	PESO (kg)
1	Rey	Mestizo	1 año	3,2
2	Torete	Mestizo	2 años	3,7
3	Geycoloro	Mestizo	3 años	4,8
4	Nieve	Mestizo	6 meses	2,6
5	Saltarín	Mestizo	2 años	3,8
6	Asrael	Mestizo	2 años	2,9
7	Lunar	Mestizo	3 años	3,5
8	Diego	Mestizo	2 años	3,8
9	Bernardo	Mestizo	1 año	3,7
10	Tortugo	Mestizo	1 año, 4 meses	4,15
11	Duke	Mestizo	1 año	3,1
12	Carlitos	Mestizo	1 año	3,65
13	Israel	Mestizo	2 años	4,3
14	Peluso	Mestizo	1 año	3,2
15	Junior	Mestizo	7 meses	2,4
16	Mocca	Mestizo	8 meses	4,7
17	Mario Fernando	Mestizo	1 año	2,5
18	Lalo	Mestizo	1 año	3,6
19	Palillo	Mestizo	1 año	4,6
20	Tomy	Mestizo	6 meses	2,1
21	Juanito	Mestizo	2 años	4,1
22	Pancho	Mestizo	1 año	3,15
23	Suco	Mestizo	1 año	3,1
24	Canelo	Mestizo	9 meses	2,8

25	Emilio	Mestizo	1 año	2,8
26	Zam	Mestizo	3 años	2,3
27	Ares	Mestizo	2 años	3,5
28	Palillo	Mestizo	1 año	3,8
29	Tito	Mestizo	3 años	4,5
30	Lucho	Mestizo	2 años	3,2
31	Nico	Mestizo	1 año	3,6
32	Pepe	Mestizo	3 años	4,1

Fuente: Directa.

9.3. Tipo de estudio

Este es un estudio de carácter cuantitativo y cualitativo, no experimental descriptivo, debido a que es una investigación clínica y de laboratorio sobre las características corporales, la morfometría testicular y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios en gatos que han sido sometidos a orquiectomía, teniendo como base la recopilación y el análisis de datos.

9.4. Materiales

9.4.1. Materiales de campo

- Calibrador de mediciones
- Guantes de examinación estériles
- Cloruro de Sodio
- Rotuladores
- Frascos para muestra de orina
- Estilete
- Balanza gramera
- Bisturís
- Equipo de disección
- Huevos
- Tubos Eppendorf
- Puntas de pipetas
- Cámara de Neubauer
- Porta objetos
- Cubre objetos

9.4.2. Equipos

- Microscopios
- Microscopio de fluorescencia
- Balanza gramera
- Baño María
- Placa térmica

9.4.3. Materiales de Experimentación

- Testículos

9.5. Manejo del experimento

9.5.1. Recolección de muestras

Se recolectaron muestras espermáticas de los 32 gatos post orquiectomía de las parroquias urbanas de la ciudad de Latacunga.

9.5.2. Proceso

9.5.2.1. Recepción de fichas clínicas de los animales

Se recopilaron las fichas clínicas de los pacientes seleccionados para el estudio, las cuales contenían información detallada y específica sobre cada individuo. Los datos registrados incluyeron nombre, sexo, raza, peso, edad y constantes fisiológicas (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura, entre otras), así como el historial clínico relevante. Esta información fue fundamental para la clasificación y caracterización de las muestras, además de garantizar la homogeneidad de las variables de interés.


 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA			
SAN JOSE FICHA PRE QUIRÚRGICA			
Propietario:	Danny Martinez	Celular:	0958824410
Nombre de la mascota:	Polusa	Raza:	Mestizo
Sexo:		Peso:	3.2
Edad:	1 año	Cond corporal 1/5:	3
ANTES DE LA ORQUIECTOMÍA			
TESTÍCULO IZQUIERDO		TESTÍCULO DERECHO	
LARGO: 1.5	ANCHO: 1 cm	LARGO: 1.4	ANCHO: 0.7
PROFUNDIDAD: 0.8		PROFUNDIDAD: 0.8	

Figura 4. Ficha pre quirúrgica de los gatos.

Fuente: Directa.

9.5.2.2. Orquiectomía

La orquiectomía, también llamada castración, es una intervención quirúrgica realizada en gatos machos para remover los testículos, ya sea con objetivos reproductivos, de salud o para controlar su población (51). En este estudio, las cirugías se realizaron siguiendo un protocolo estandarizado basado en la literatura científica y adaptado a las condiciones de los pacientes.

El protocolo anestésico consistió en una premedicación con acepromacina (0.03 mg/kg) y ketamina (5-10 mg/kg) administradas por vía intramuscular, proporcionando una sedación segura y efectiva. Para minimizar el dolor perioperatorio, se infiltró lidocaína al 2% en el paquete vascular de cada testículo antes de la extracción. La técnica quirúrgica seleccionada fue la técnica "preescrotal", que permite un acceso directo y eficiente a los testículos mediante una incisión mínima. Todas las cirugías fueron realizadas en condiciones de asepsia rigurosa para garantizar la calidad de las muestras y prevenir posibles contaminaciones.



Figura 5. Orquiectomía de los gatos.

Fuente: Directa.

9.5.2.3. Recolección y transporte de muestras

Una vez completada la orquiectomía, los testículos extirpados fueron recolectados inmediatamente para su posterior análisis. Las muestras se colocaron en frascos estériles conteniendo solución salina isotónica al 0.9%, manteniendo un volumen adecuado para evitar la deshidratación y preservar las características morfológicas y funcionales de los tejidos. La

solución salina fue seleccionada por su compatibilidad con los tejidos y su capacidad para mantener la viabilidad celular durante el transporte.

Los frascos fueron depositados en un cooler, diseñado para mantener una temperatura estable de 4 a 5 °C, siguiendo las recomendaciones descritas en la literatura científica. Esta temperatura es óptima para preservar las células espermáticas epididimarias, minimizando el daño celular y garantizando su viabilidad hasta el momento del procesamiento en el laboratorio. El transporte de las muestras se realizó de forma inmediata y cuidadosa para evitar fluctuaciones de temperatura, vibraciones excesivas o exposición a agentes externos que pudieran comprometer la calidad de las muestras.

Además, es crucial considerar el tiempo de transporte desde la recolección hasta el laboratorio, ya que periodos prolongados pueden comprometer la calidad de las muestras, incluso bajo condiciones de temperatura controlada. Por ello, se recomienda que el procesamiento de las muestras ocurra en un intervalo no mayor a 4 horas tras la orquiectomía, para garantizar la viabilidad de las células espermáticas epididimarias. Adicionalmente, la utilización de medios enriquecidos con antioxidantes durante el transporte puede ofrecer una protección adicional contra el daño oxidativo, especialmente en muestras destinadas a estudios de fertilidad o criopreservación. Este enfoque integral asegura que las condiciones de manejo sean óptimas y que las muestras lleguen en el mejor estado posible para análisis avanzados (52).



Figura 6. Transporte de muestras.

Fuente: Directa.

9.5.2.4. Toma de datos morfométricos

Una vez recepcionadas las muestras, se procedió a medir las características morfométricas de los testículos utilizando un calibrador de precisión. Se registraron las dimensiones de longitud, medida desde el extremo proximal hasta el distal; ancho, correspondiente a la dimensión transversal máxima en la parte más ancha del testículo; y profundidad, definida como la dimensión perpendicular a las dos anteriores. Todas las mediciones fueron expresadas en milímetros (mm) y documentadas en una ficha técnica diseñada para este propósito. Posteriormente, los testículos fueron pesados en una balanza gramera, registrando su peso total en gramos (gr).

A continuación, el epidídimo fue separado cuidadosamente del cuerpo testicular mediante una incisión longitudinal en la región de la cola del epidídimo, realizada con bisturí y tijeras quirúrgicas, para garantizar una separación precisa sin dañar el tejido. Finalmente, se registraron de manera independiente los pesos del testículo y del epidídimo.



Figura 7. Toma de datos morfométricos de los testículos post orquiectomía.

Fuente: Directa.

9.5.2.5. Recuperación de espermatozoides epididimarios

Para la recuperación de los espermatozoides epididimarios, se empleó el método de flujo retrógrado, una técnica ampliamente utilizada por su eficacia en la obtención de células espermáticas desde el conducto epididimario (53).

El proceso comenzó con la preparación de una jeringa de insulina, cargada con 1.75 ml de una solución de medio de lavado Tris + Yema de Huevo al 40%, seleccionada por su capacidad para mantener la viabilidad celular y proteger los espermatozoides durante la manipulación. Este

medio contiene compuestos que estabilizan las membranas celulares y minimizan el daño oxidativo.

Posterior a ello se insertó cuidadosamente el bisel de la jeringa en la luz del conducto deferente, asegurando un acceso adecuado sin dañar las estructuras circundantes. A continuación, se inoculó lentamente el diluyente dentro del conducto, generando una presión controlada que permitió la salida de los espermatozoides junto con el medio hacia un tubo falcon estéril de 15 ml. Durante este proceso, se garantizó la preservación de las condiciones de esterilidad y temperatura para evitar la contaminación de las muestras y preservar la calidad de las células espermáticas.

La recuperación de espermatozoides epididimarios es una técnica esencial en la biotecnología reproductiva felina, especialmente en situaciones donde la obtención de semen por métodos convencionales no es viable. El método de flujo retrógrado, que implica la infusión de un medio diluyente a través del conducto deferente para liberar los espermatozoides contenidos en el epidídimo, ha demostrado ser eficaz en la obtención de células espermáticas viables. Estudios en caninos han utilizado diluyentes a base de Tris y yema de huevo, destacando la capacidad de la yema de huevo para proteger las membranas celulares durante el proceso de congelación y descongelación. Aunque la aplicación directa de estos resultados a felinos requiere precaución, la similitud en los principios biológicos sugiere que diluyentes similares podrían ser beneficiosos en la recuperación y preservación de espermatozoides en gatos (54).



Figura 8. Recuperación de espermatozoides epididimarios.

Fuente: Directa.

9.5.3. Evaluación espermática

9.5.3.1. Concentración espermática

La determinación de la concentración espermática se realizó utilizando una cámara de Neubauer, un método ampliamente reconocido en la evaluación de muestras seminales. Para ello, se preparó una dilución inicial consistente en 5 μL de la muestra general mezclados con 95 μL de agua destilada en un tubo Eppendorf, logrando una proporción 1:20 que facilita el conteo preciso.

A continuación, se cargaron 10 μL de esta dilución en cada lado de la cámara de Neubauer, asegurando una distribución homogénea y evitando burbujas de aire. La cámara se dejó reposar durante 5 minutos para permitir la sedimentación de los espermatozoides y facilitar el conteo.

El cálculo de la concentración espermática se llevó a cabo contando el número de espermatozoides presentes en cinco cuadros grandes de la cuadrícula seleccionados al azar. Los valores obtenidos se sumaron y se multiplicaron por la constante de la cámara de Neubauer (10^6) y se dividió por el volumen total de la muestra que se cargó en la cámara en (ml), expresando la concentración espermática en millones de espermatozoides por mililitro (55).



Figura 9. Concentración espermática mediante Cámara de Neubauer.

Fuente: Directa.

9.5.3.2. Motilidad individual progresiva

La evaluación de la motilidad individual progresiva se realizó para determinar el porcentaje de espermatozoides móviles con capacidad de desplazarse de manera efectiva hacia adelante, un indicador clave de la calidad seminal.

Para el análisis, se depositaron 10 μL de la muestra en un portaobjetos limpio y se cubrió con un cubreobjetos previamente precalentado a 37 °C para replicar las condiciones fisiológicas

ideales. La temperatura fue controlada para evitar choques térmicos que pudieran afectar la movilidad celular.

El análisis se llevó a cabo utilizando un microscopio óptico, alternando entre los objetivos de 20X y 40X para obtener un enfoque claro y preciso. En cada campo visual, se evaluó el movimiento de los espermatozoides, clasificándolos según su capacidad de desplazarse de forma lineal y progresiva.

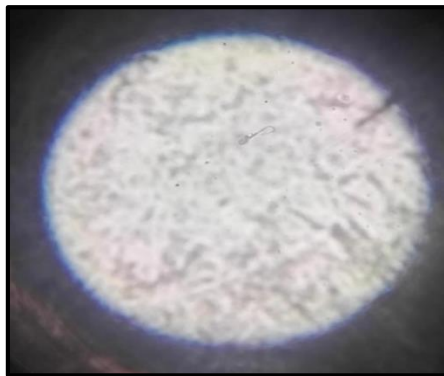


Figura 10. Motilidad individual progresiva.

Fuente: Directa.

Se utilizó una tabla de clasificación estandarizada que permitió categorizar los espermatozoides de la siguiente manera:

Tabla 3. Motilidad individual progresiva evaluada en una escala de 0 a 5.

Escala	Porcentaje	Clasificación
0	0%	No hay movimiento visible
1	1-4%	Los espermatozoides se mueven, pero no de manera rectilínea o son inmóviles.
2	5-24%	La mayoría de los espermatozoides se mueven, pero no de manera rectilínea o son inmóviles.
3	25-49%	La mayoría de espermatozoides se mueven de manera rectilínea, pero a una velocidad lenta.
4	50-74%	La mayoría de espermatozoides se mueven de manera rectilínea y a una velocidad moderada.

5	75-100%	La mayoría o todos los espermatozoides se mueven de manera rectilínea y a una velocidad rápida.
---	---------	---

Fuente: (56).

9.5.3.3. Vitalidad y Morfología

La evaluación de vitalidad y morfología espermática se realizó utilizando la tinción con Eosina al 2%, un método que permite diferenciar espermatozoides vivos de muertos en función de la integridad de sus membranas celulares (57). Para ello, se mezclaron 10 µL de la muestra seminal con 10 µL de Eosina al 2%, y se preparó un frotis sobre un portaobjetos, el cual se dejó secar al aire durante 3 minutos. Bajo un microscopio óptico con aumentos de 40X a 100X, los espermatozoides vivos, con membranas celulares intactas, que no absorbieron el colorante se observaron claros, mientras que los espermatozoides muertos, con membranas dañadas, se tiñeron de rosa o rojo. Se contó un total de 100 espermatozoides por muestra para calcular el porcentaje de vitalidad espermática utilizando la fórmula:

$$\text{Porcentaje de vitalidad} = \frac{\text{Número de espermatozoides vivos}}{\text{Total de espermatozoides evaluados}} \times 100$$

Además de la evaluación de la vitalidad, se realizó un análisis morfológico para identificar anomalías en la cabeza, pieza intermedia y cola de los espermatozoides, como formas irregulares, residuos citoplasmáticos o estructuras anormales. El porcentaje de espermatozoides con anomalías se calculó dividiendo el número de espermatozoides anormales entre el total de espermatozoides observados, lo que permitió determinar la calidad estructural de la muestra. Todo el procedimiento se realizó siguiendo un control de calidad riguroso para asegurar la precisión y reproducibilidad de los resultados.

El procedimiento realizado es crucial, ya que estudios recientes han destacado la importancia de combinar técnicas de tinción como la eosina con análisis morfológicos avanzados para obtener una evaluación más precisa de la calidad seminal. Métodos adicionales, como la tinción con nigrosina, permiten observar la estructura detallada de los espermatozoides, mejorando la detección de anomalías que podrían pasar desapercibidas con análisis convencionales. Esta combinación de técnicas proporciona información integral sobre la funcionalidad espermática, siendo especialmente útil en programas de reproducción asistida y conservación de especies felinas (58).

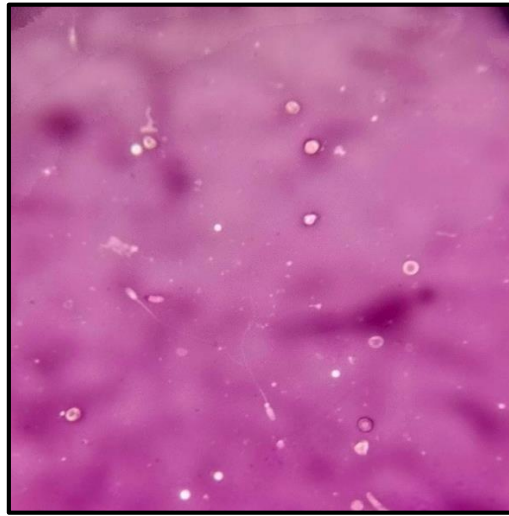


Figura 11. Vitalidad y Morfología espermática.

Fuente: Directa.

9.5.3.4. Integridad funcional de la membrana plasmática (Test de HOST)

El Test de HOST es una prueba que permite evaluar la integridad funcional de la membrana plasmática de los espermatozoides, siendo un indicador clave de la viabilidad celular. El principio de este test se basa en la capacidad de los espermatozoides vivos, con membranas plasmáticas intactas, para responder a un medio hipoosmótico, lo que les permite incorporar agua, provocando un hinchamiento característico en su cola. Este proceso de hinchamiento es observable bajo el microscopio y es indicativo de la viabilidad celular, ya que los espermatozoides muertos, con membranas comprometidas, no pueden experimentar este cambio morfológico (59).

En la realización del test, se preparó una mezcla en un tubo Eppendorf, combinando 50 μL de la solución hipoosmótica de HOST con 10 μL de la muestra seminal. Esta mezcla se incubó en un baño María a 37°C durante 30 minutos, permitiendo que los espermatozoides se adapten al medio y respondan según su viabilidad. Después del período de incubación, se colocó 10 μL de la muestra sobre un portaobjetos y se observó bajo el microscopio en varios campos. Los espermatozoides vivos, al haber incorporado agua en el ambiente hipoosmótico, presentaron un cambio morfológico notable en la cola, que adopta una forma similar a la letra "U", indicando una alta integridad de la membrana. En contraste, los espermatozoides muertos no mostraron este cambio morfológico y mantuvieron su estructura original sin alteraciones. La viabilidad espermática se cuantifica como el porcentaje de espermatozoides que presentan el cambio

morfológico característico en su cola, lo que proporciona una evaluación precisa de la funcionalidad de la membrana plasmática y, por ende, de la calidad del semen (60).

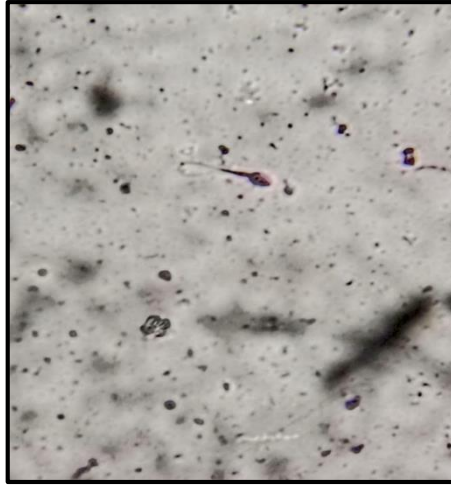


Figura 12. Test de HOST (integridad funcional de la membrana plasmática).

Fuente: Directa.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Relación de la edad y características corporales de los gatos con las características morfométricas testiculares.

Para abordar el primer objetivo, se analizó la relación entre la edad y el peso de los gatos con las dimensiones testiculares (largo, ancho y profundidad). Los resultados permiten comprender cómo las variables corporales influyen directamente en el desarrollo testicular.

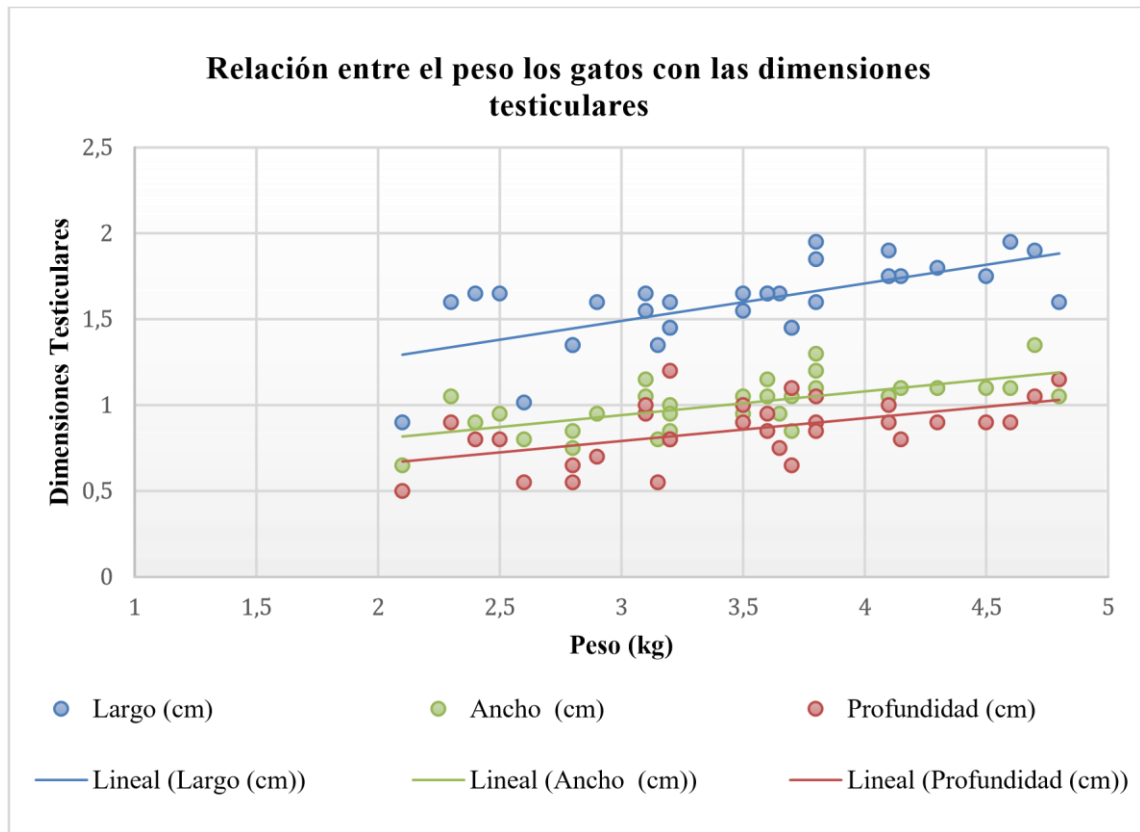


Figura 13. Relación del peso los gatos con las dimensiones testiculares.

Fuente: Directa

Los resultados de la figura 13 muestran una correlación positiva moderada entre el peso corporal de los gatos y las dimensiones de sus testículos, evidenciando la influencia de factores como el estado físico general y la nutrición en el desarrollo testicular. En particular, los gatos con un peso superior a 3.5 kg presentan un incremento notable en la longitud de sus testículos, superando consistentemente los 1.6 cm. Este hallazgo sugiere que el peso corporal, como reflejo del estado nutricional y metabólico, desempeña un rol fundamental en la maduración reproductiva.

La observación de que los gatos más pesados tienen testículos más grandes refuerza la hipótesis de que, en condiciones metabólicamente favorables, el cuerpo prioriza el desarrollo reproductivo. Este resultado concuerda con el estudio de Araujo et al. (61), que evaluó felinos neotropicales y concluyó que el peso corporal influye significativamente en las dimensiones testiculares, estableciendo una relación directa entre ambos parámetros.

Sin embargo, Mujica Lengua (62), al investigar las dimensiones testiculares en animales domésticos, observó una dispersión considerable en sus valores, lo que sugiere que, además del

peso corporal, otros factores pueden desempeñar un papel importante en el tamaño testicular. Esto resalta la necesidad de considerar múltiples variables, como la genética, las condiciones ambientales y los niveles hormonales, para comprender plenamente el desarrollo testicular.

En conjunto, estos resultados destacan que el peso corporal es un factor clave en el desarrollo testicular, aunque su impacto puede variar dependiendo de la especie y otros factores asociados.

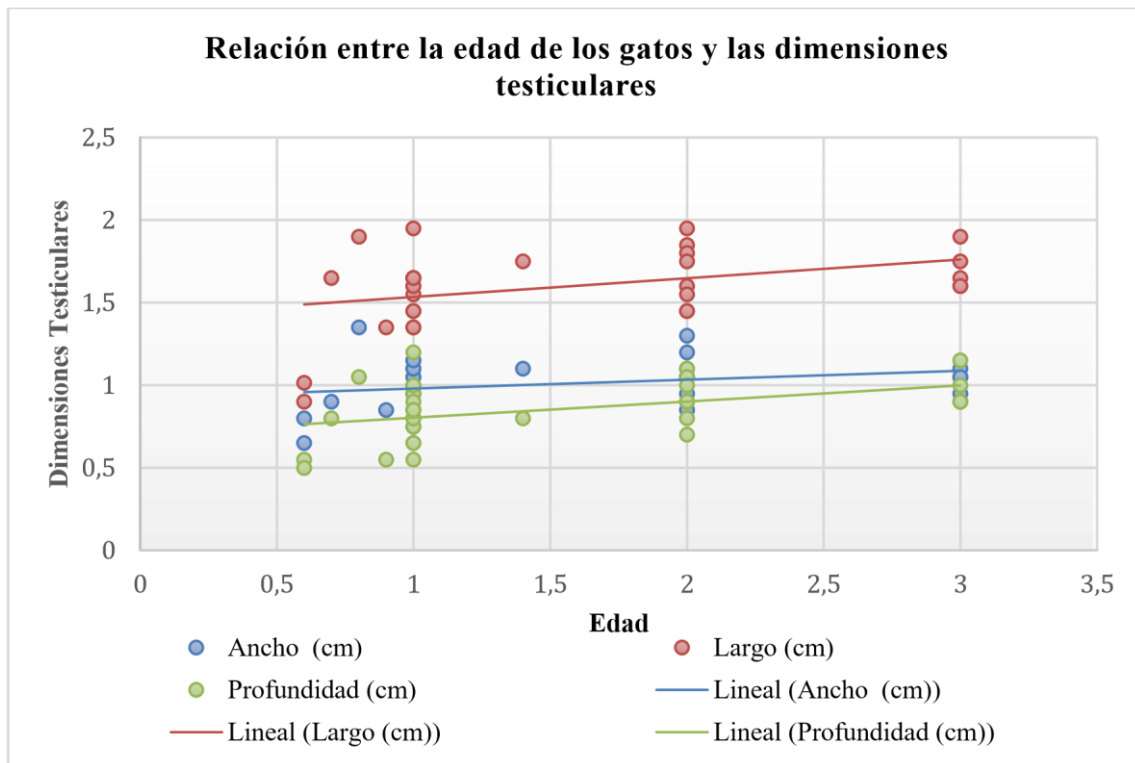


Figura 14. Relación entre la edad de los gatos con las dimensiones testiculares.

Fuente: Directa

En la figura 14, se puede observar que los gatos de mayor edad tienen dimensiones testiculares más grandes en términos de longitud, ancho y profundidad. En particular, los gatos mayores de 2 años muestran testículos con un promedio de 1.8 cm de longitud, superando a los gatos más jóvenes, cuyos testículos miden menos de 1.5 cm en promedio. Este aumento en el tamaño testicular refleja el proceso gradual de maduración sexual, en el cual los testículos alcanzan un tamaño óptimo para cumplir funciones reproductivas como la producción, maduración y almacenamiento de esperma.

El crecimiento testicular con la edad está estrechamente relacionado con los cambios hormonales que ocurren durante el desarrollo del animal. En los gatos más jóvenes, donde el desarrollo aún no ha culminado, se observa una mayor variabilidad en las dimensiones

testiculares. Esto podría deberse a diferencias individuales en el ritmo de maduración, influenciado por factores como la genética, la salud general y las condiciones ambientales; mientras que los mayores muestran medidas más uniformes, indicando que el desarrollo testicular ha llegado a una etapa estable y funcional.

Estos resultados coinciden con los de Araujo et al. (61), quienes encontraron una relación directa entre la edad y el desarrollo testicular en felinos neotropicales, con un aumento en las dimensiones a medida que alcanzan la madurez. Por otro lado, Mujica Lengua (62) observó que, aunque en animales domésticos las dimensiones testiculares tienden a aumentar con la edad, existe una significativa dispersión en los valores, lo que sugiere la influencia adicional de factores genéticos y ambientales.

En síntesis, la edad y otros factores, como el peso y las condiciones ambientales, son determinantes en el desarrollo testicular y la capacidad reproductiva de los gatos.

Definición de la relación entre la edad y características corporales con las características cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides epididimarios

Para este objetivo, se analizó cómo la edad y el peso de los gatos afectan los parámetros espermáticos, como motilidad progresiva, concentración y velocidad de los espermatozoides.

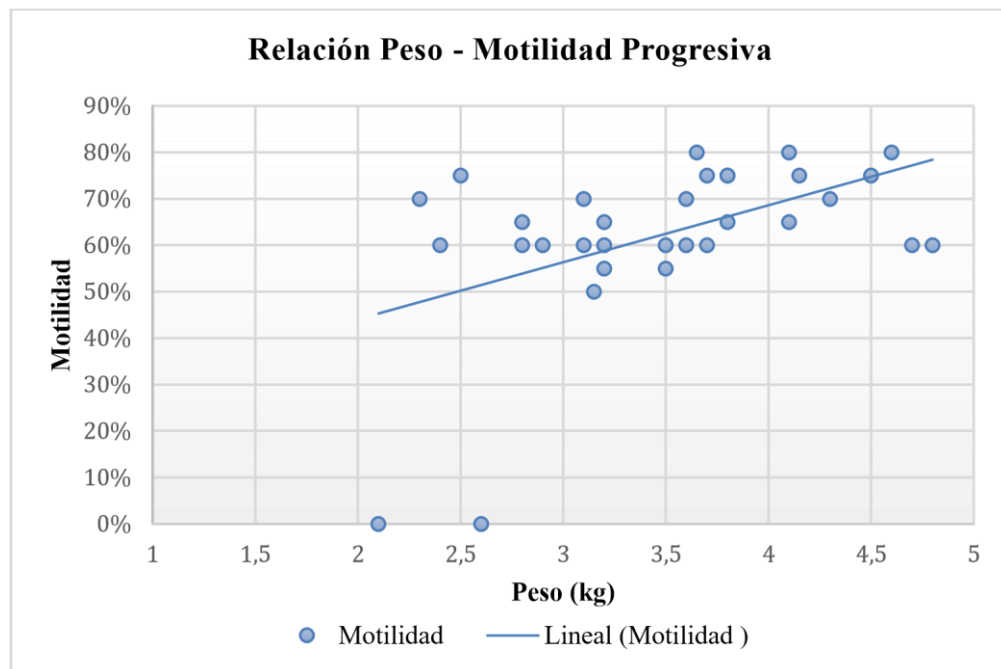


Figura 15. Relación entre el peso del gato y la motilidad espermática.

Fuente: Directa

En la figura 15, los resultados muestran una ligera correlación positiva entre el peso y la motilidad progresiva. Los gatos con mayor peso corporal presentaron mejores índices de motilidad, posiblemente debido a una mejor condición corporal que favorece la viabilidad celular.

Los gatos que pesaban más de 3.5 kg tuvieron una motilidad promedio que alcanzaba niveles superiores al 70%, lo que indica una correlación significativa con una condición corporal favorable. Por el contrario, los gatos con pesos inferiores mostraron una motilidad reducida, con valores promedios del 50%, lo que sugiere que el peso es un factor clave en la calidad espermática.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Araujo et al. (61), quienes observaron que, en felinos neotropicales, el peso corporal influye significativamente en características seminales como la motilidad espermática. Sin embargo, Núñez Favre et al. (63), en un estudio sobre la influencia del fotoperiodo natural en la morfología espermática de gatos domésticos, identificaron que factores ambientales también desempeñan un papel relevante en la calidad seminal. Esto sugiere que, aunque el peso corporal es un factor importante, la motilidad espermática depende de una interacción compleja entre variables físicas y ambientales.

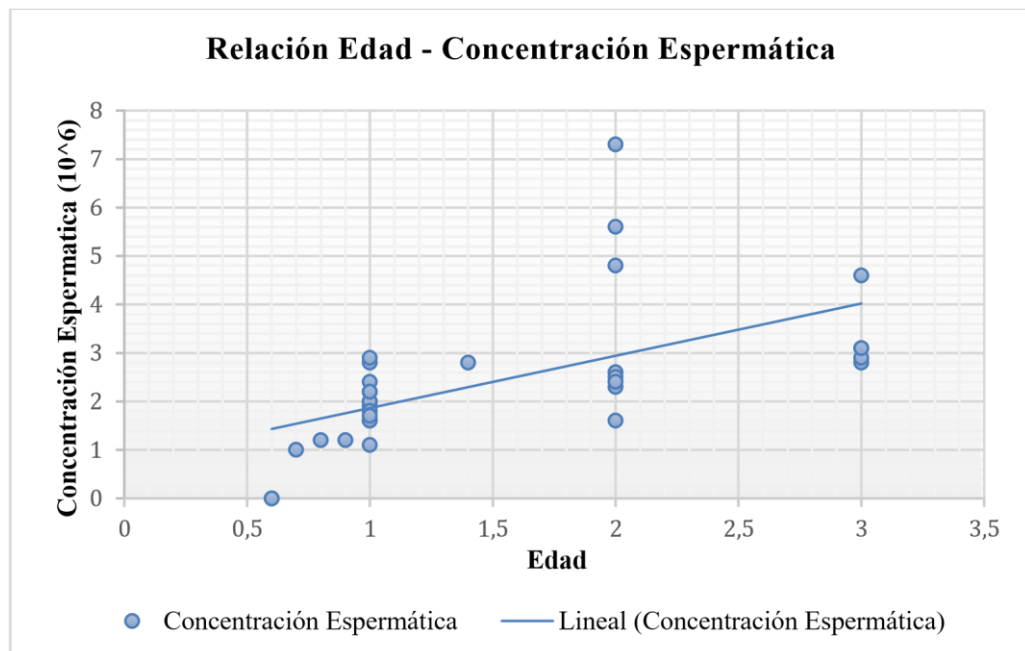


Figura 16. Relación entre la edad de los gatos y la concentración espermática (10^6) Fuente: Directa

Por otro lado, en la figura 16 se observa que la concentración espermática es significativamente mayor en gatos de edades intermedias, específicamente entre 1 y 2 años, con valores que superan los 5 millones de espermatozoides por mililitro. Es decir, los gatos más jóvenes y los de edades avanzadas presentan una reducción notable en estos valores, indicando menor eficiencia en la producción espermática durante estas etapas. Durante el periodo de madurez reproductiva, los niveles de producción espermática alcanzan su punto más alto, disminuyendo posteriormente debido al envejecimiento, asociado a procesos como la degeneración testicular, o al desarrollo incompleto en etapas tempranas.

Estos hallazgos coinciden con lo señalado por García et al. (64), quienes indicaron que la calidad seminal en gatos domésticos varía con la edad, afectando la concentración espermática. Además, García (24) destacó que las características bioquímicas del plasma seminal influyen en la calidad del semen, subrayando la relevancia de la edad en gatos y otras especies. Cabe destacar que en gatos de 6 meses no se detectó carga espermática, confirmando que a esta edad no han alcanzado la madurez reproductiva, lo que refuerza la relación entre la edad y la capacidad reproductiva.

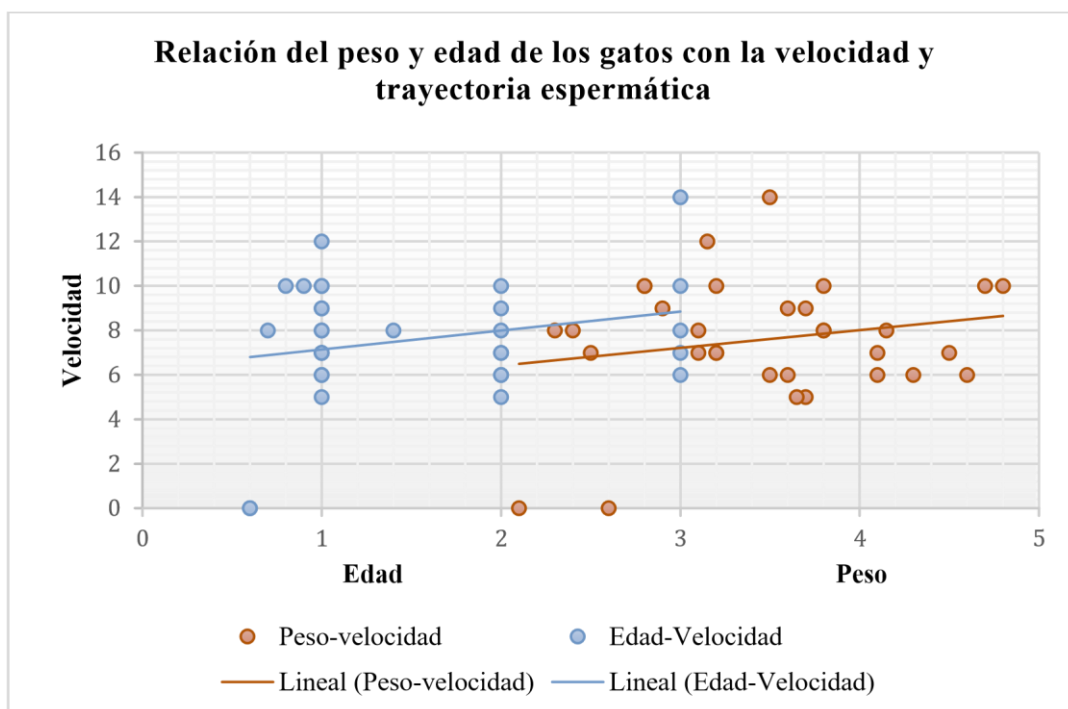


Figura 17. Relación del peso y edad de los gatos con la velocidad y trayectoria espermática.

Fuente: Directa.

Además, en la figura 17 se distingue que los gatos con mayor peso y edad mostraron trayectorias rectilíneas más consistentes y velocidades espermáticas superiores a los 0.7 mm/s. Esto sugiere

que la madurez y el desarrollo corporal también influyen en la funcionalidad mecánica de los espermatozoides.

Es decir, a medida que el animal alcanza un desarrollo más completo en términos de peso y edad, es probable que se logre una mejor calidad espermática debido a la optimización de los mecanismos biológicos involucrados, como la producción de energía mitocondrial y la integridad estructural del flagelo, que son esenciales para un movimiento eficiente.

Estos hallazgos son similares a los reportados por Araujo et al. (61), quienes describieron que la biometría testicular y las características seminales en felinos neotropicales están influenciadas por factores como la edad y el peso, sugiriendo que estas variables tienen un impacto directo en la calidad del movimiento espermático. Además, García et al. observaron que gatos con mejor estado corporal y en edades tempranas muestran una mayor eficiencia en la motilidad progresiva, confirmando la relevancia del peso y la edad en la dinámica espermática (64).

La velocidad y la trayectoria espermática, por tanto, no solo son indicadores del estado de los espermatozoides, sino también marcadores indirectos de la salud reproductiva general del individuo. Estos parámetros son cruciales en estudios de fertilidad, ya que la capacidad de los espermatozoides para desplazarse de manera eficiente hacia el óvulo es un requisito fundamental para la fecundación.

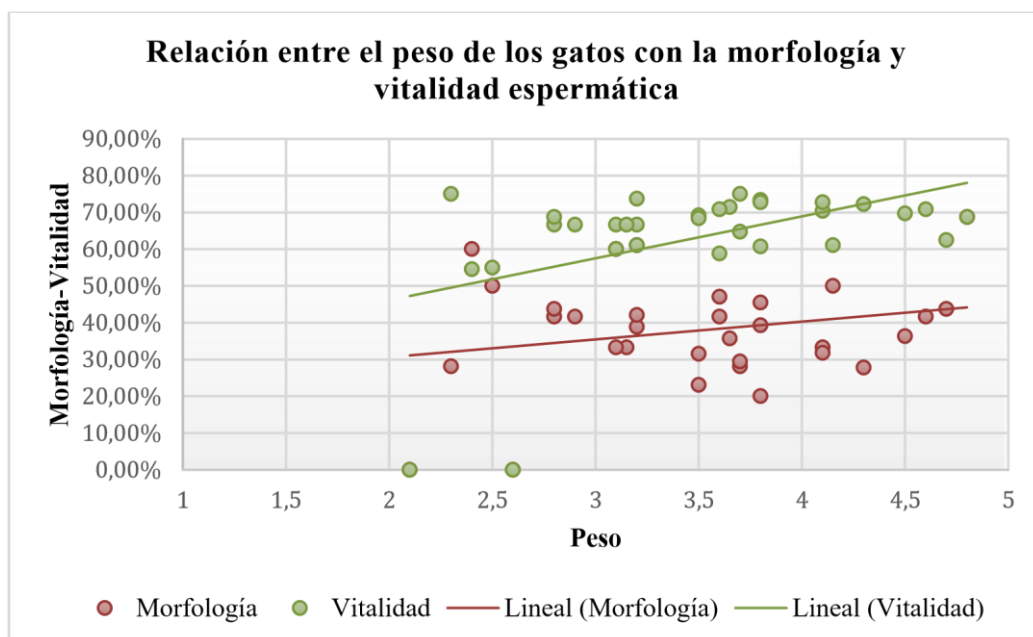


Figura 18. Relación entre el peso de los gatos con la morfología y vitalidad.

Fuente: Directa.

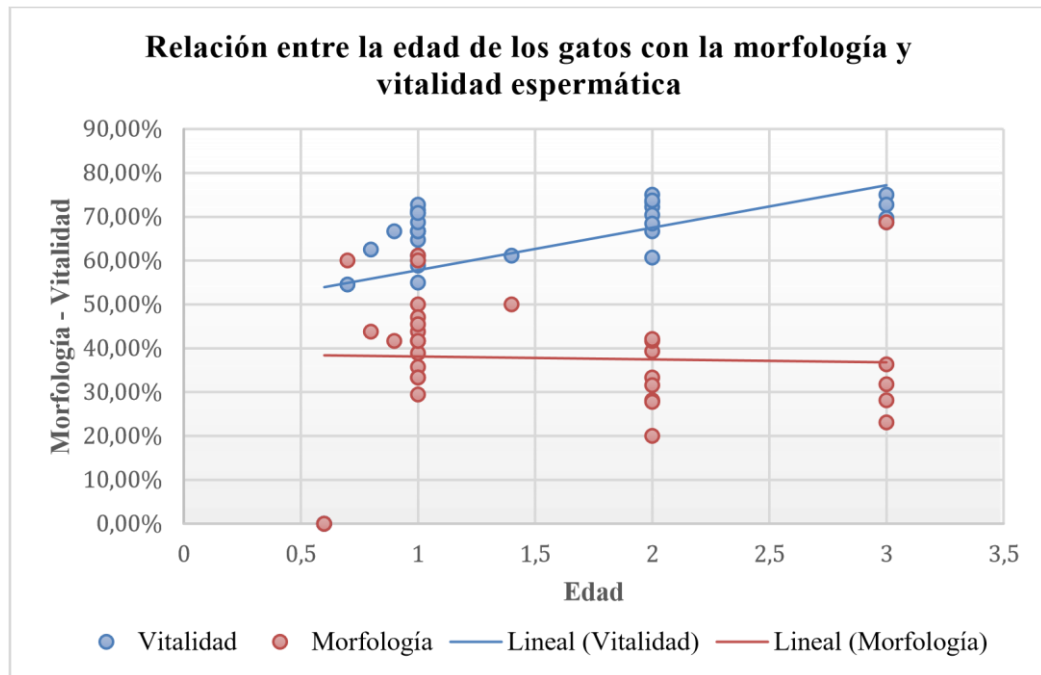


Figura 19. Relación entre la edad de los gatos con la morfología y vitalidad.

Fuente: Directa

En la figura 18 y 19 se puede observar la relación entre la edad y peso de los gatos con la vitalidad y morfología espermática, donde la vitalidad mostró una correlación positiva tanto con la edad como con el peso de los animales en estudio. En gatos de mayor peso (>3.5 kg), los índices de vitalidad superaron el 70%, mientras que en los de menor peso se observaron valores inferiores al 50%. Esto sugiere que una buena condición corporal mejora la viabilidad celular.

Por otro lado, la morfología de los espermatozoides, muestra una relación favorable con la edad adulta y un peso corporal adecuado; es decir, en los gatos adultos con un peso óptimo, más del 65% de los espermatozoides presentaron una morfología normal, lo que refleja un sistema reproductivo más desarrollado y funcional. En cambio, en los gatos más jóvenes y con menor peso, se observó un porcentaje significativamente mayor de anomalías espermáticas, superando el 40%.

Estos hallazgos concuerdan con lo descrito por Stornelli et al. (28) quienes reportaron resultados similares, indicando que la morfología espermática en gatos domésticos puede estar influenciada por factores como la edad y el estado corporal. Mientras que, en un estudio de Núñez Favre et al. (63), sobre la influencia del fotoperiodo natural en la morfología espermática de gatos domésticos, se observó que factores ambientales también pueden afectar la morfología

y vitalidad espermática, sugiriendo que no solo el peso y la edad son determinantes en estos parámetros.

Esto sugiere que tanto la madurez reproductiva alcanzada con la edad como un estado corporal saludable son factores clave para la producción de espermatozoides de buena calidad. Los gatos jóvenes y con baja condición corporal, al encontrarse en etapas tempranas de desarrollo, presentan un sistema reproductivo aún en formación, lo que explica una mayor incidencia de anomalías morfológicas en estas condiciones.

Estos datos refuerzan la importancia de considerar factores como la edad y el peso para garantizar la calidad estructural y funcional de los espermatozoides en programas de fertilidad.

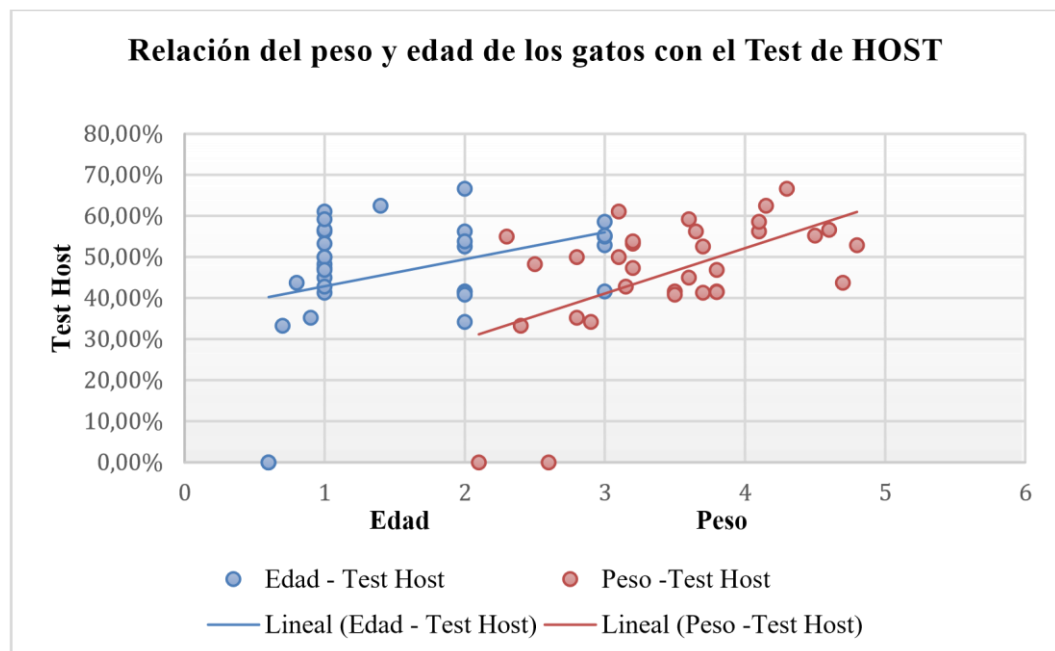


Figura 20. Relación del peso y edad de los gatos con el Test de HOST.

Fuente: Directa.

En la figura 20, el Test de HOST muestra que los gatos con mayor peso y edad presentan índices superiores de integridad funcional de la membrana espermática. En promedio, los valores de HOST en gatos con peso mayor a 3.5 kg superaron el 70%, mientras que los gatos más ligeros apenas alcanzaron el 50%.

Araujo et al. (61) encontraron que, en felinos neotropicales, las características seminales, incluyendo la integridad de la membrana plasmática evaluada por el test de HOST, están influenciadas por el peso corporal. Este resultado confirma que la condición corporal influye directamente en la viabilidad espermática, al asegurar una mejor capacidad de respuesta de las membranas a las condiciones osmóticas.

Sin embargo, Núñez Favre et al. (63) en su estudio sobre la influencia del fotoperiodo natural en la morfología espermática de gatos domésticos, se observó que factores ambientales pueden también afectar la integridad de la membrana espermática, sugiriendo que la edad y el peso no son los únicos factores determinantes en los resultados del Test de HOST.

Esta prueba es de gran importancia ya que es una herramienta clave para evaluar la integridad funcional de los espermatozoides, permitiendo seleccionar los mejores candidatos para la reproducción.

Relación del peso, dimensión y largo de los testículos con las características cuantitativas y cinéticas de los espermatozoides epididimarios

En el tercer objetivo, se estudió la influencia de las dimensiones testiculares en la calidad espermática, donde se encontraron los siguientes resultados:

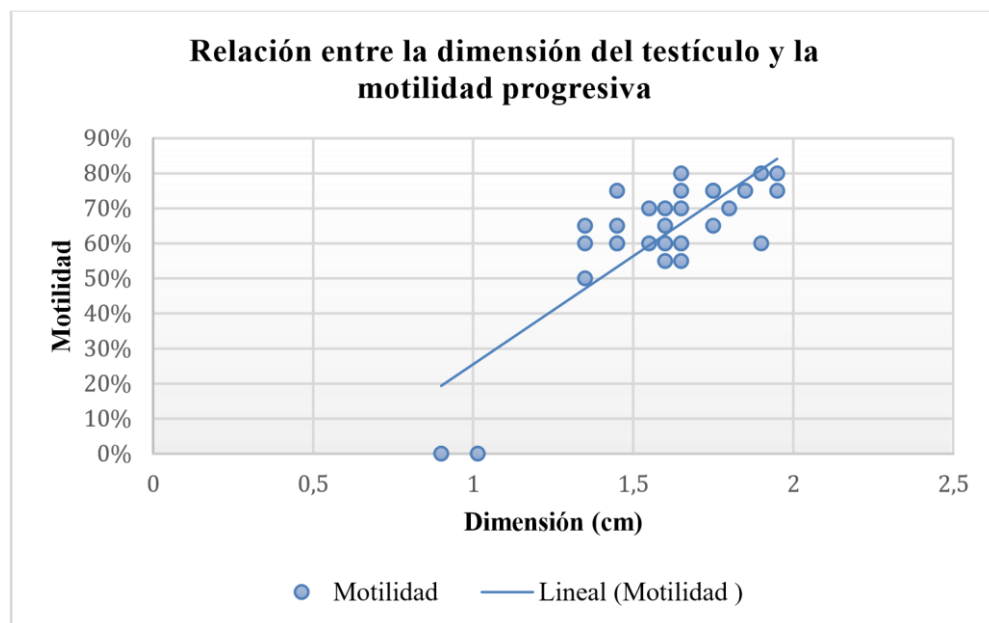


Figura 21. Relación entre la dimensión del testículo y la motilidad progresiva.

Fuente: Directa

En la figura 21, se puede distinguir que los testículos de mayor longitud están asociados con índices de motilidad espermática significativamente más altos. En testículos con longitudes superiores a 1,7 cm, se observaron motilidades que alcanzaban el 80%, mientras que, en aquellos de menor longitud, los índices de motilidad rara vez superaron el 60%. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Araujo et al. (61), quienes, al evaluar felinos neotropicales, observaron que parámetros testiculares como el volumen y diámetro se relacionan directamente con la calidad seminal, incluyendo la motilidad espermática.

Sin embargo, García et al. (64) indicaron que, aunque existe una relación entre las dimensiones testiculares y la motilidad, factores como la composición del plasma seminal también influyen significativamente en la calidad del semen.

A pesar de ello, esto confirma que el tamaño testicular no solo es un indicador de desarrollo, sino también un predictor de la eficiencia reproductiva; es decir al establecer relaciones claras entre las dimensiones testiculares y la motilidad espermática permite mejorar los criterios de selección en la evaluación reproductiva.

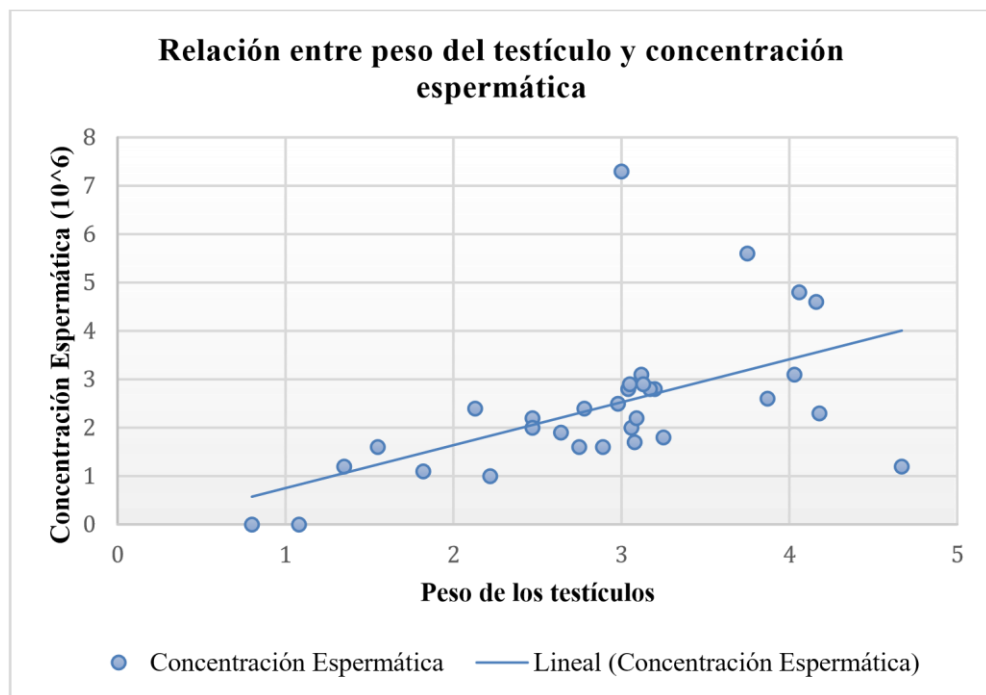


Figura 22. Relación entre peso del testículo y concentración espermática.

Fuente: Directa.

En la figura 22 se observa que los testículos de mayor peso presentan concentraciones espermáticas significativamente más altas, estableciendo una relación clara entre el tamaño testicular y la capacidad reproductiva en gatos. En particular, los testículos que superaban los 3 gramos registraron una concentración promedio de 7 millones de espermatozoides por mililitro, en comparación con los de menor peso, que alcanzaron apenas 4 millones por mililitro en promedio.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Araujo et al. (61), quienes señalaron que un mayor volumen testicular se asocia con una mayor concentración de espermatozoides en felinos neotropicales. Asimismo, García et al. (64) destacaron que, aunque existe una correlación entre el tamaño testicular y la concentración espermática, las características bioquímicas del plasma

seminal también influyen en la calidad del semen, afectando tanto la cantidad de espermatozoides sin alteraciones estructurales como su viabilidad tras la congelación.

Estos resultados subrayan la importancia del volumen testicular como indicador de la eficiencia en la producción espermática y del desempeño del sistema reproductivo en gatos. Además, refuerzan la idea de que el tamaño testicular puede ser un criterio clave para evaluar la capacidad reproductiva de los felinos. Este enfoque resulta especialmente valioso tanto para investigaciones científicas como para aplicaciones prácticas, como la selección y manejo en programas de reproducción asistida o estudios poblacionales. El uso de parámetros volumétricos ofrece herramientas confiables para valorar la salud reproductiva y el potencial de fertilidad en gatos.

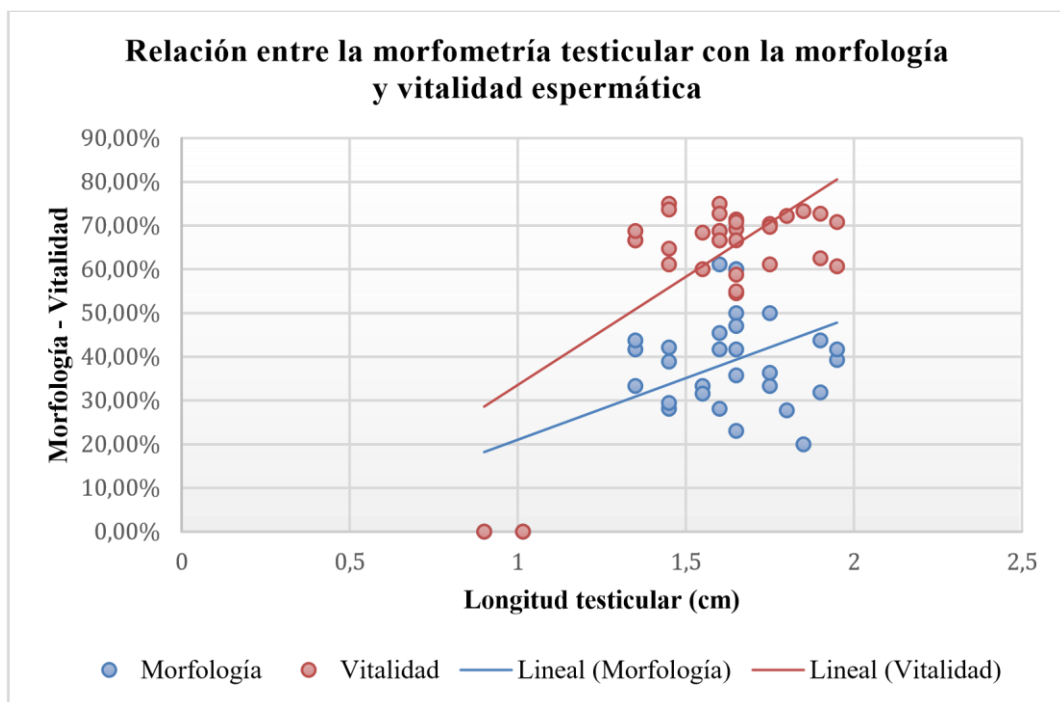


Figura 23. Relación entre la morfometría testicular con la morfología y vitalidad espermática. Fuente: Directa.

En la figura 23 se evidencia una relación significativa entre la morfometría testicular y la morfología espermática, indicando que los testículos mejor desarrollados tienden a producir espermatozoides con menos anomalías estructurales. En estos casos, las anomalías espermáticas se mantuvieron por debajo del 30%, mientras que los testículos con un desarrollo inferior presentaron anomalías que superaron el 40%, lo que resalta la influencia directa del desarrollo testicular en la calidad de los gametos.

Además, la vitalidad espermática también mostró una correlación positiva con el tamaño testicular. Los testículos de mayor volumen alcanzaron un índice promedio de vitalidad del 70%, reflejando una mayor proporción de espermatozoides viables, mientras que los de menor tamaño registraron un promedio reducido del 50%, lo que sugiere una menor eficiencia en la funcionalidad espermática.

Allende y Arisnabarreta (65) destacaron que la fisiología espermática, incluyendo la morfología y vitalidad de los espermatozoides, está influenciada por las condiciones del ambiente testicular durante la espermatogénesis. Además, estudios sobre felinos neotropicales han demostrado que mayores dimensiones testiculares se asocian con una mejor morfología espermática (61), reforzando la importancia de la morfometría testicular en la calidad seminal.

Estos resultados subrayan la importancia de incluir evaluaciones morfométricas en los protocolos reproductivos, ya que estas mediciones están directamente relacionadas con la calidad espermática y, por ende, con el potencial reproductivo de los individuos. Incorporar estas evaluaciones en programas de reproducción asistida podría optimizar la selección de machos con mejores perspectivas reproductivas, mejorando así la eficiencia y los resultados en el manejo de poblaciones y en proyectos de conservación o producción animal.

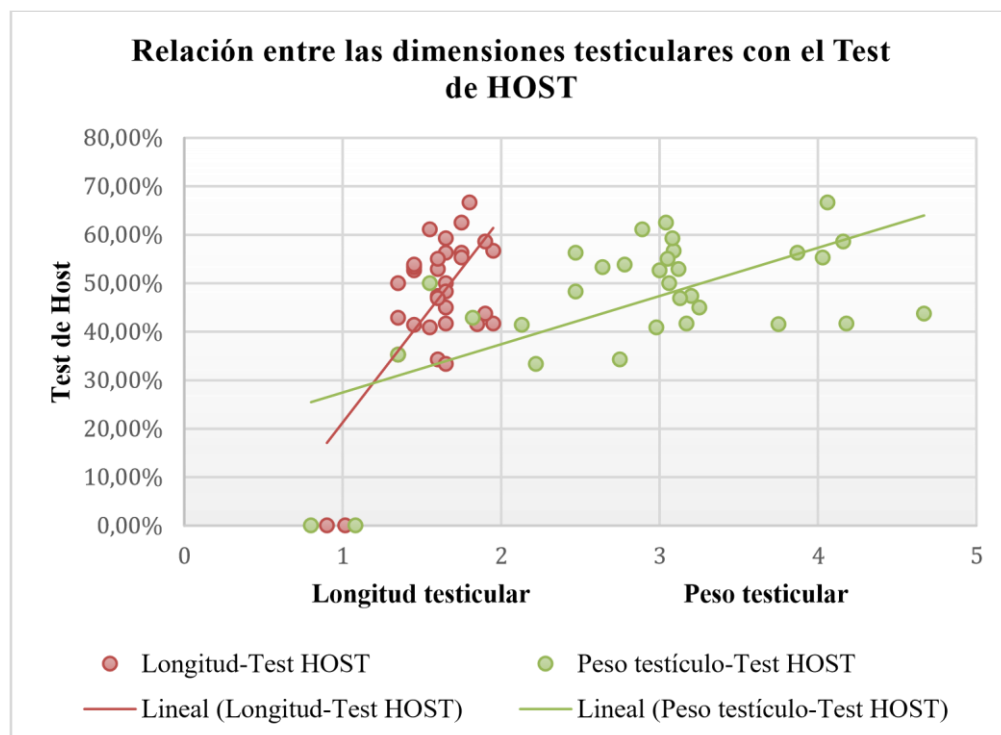


Figura 24. Relación entre las dimensiones testiculares con el Test de HOST.

Fuente: Directa.

En el análisis de la relación del Test de HOST, la figura 24 muestra que los testículos con mayor peso y longitud presentaron mejores índices de integridad funcional. En testículos que pesaban más de 3.2 g, los valores de HOST superaron el 75%, indicando una alta viabilidad espermática.

Por el contrario, los testículos de menor peso y longitud mostraron índices de HOST por debajo del 50%, lo que sugiere una menor capacidad funcional de las membranas espermáticas. Aunque no se identificaron estudios específicos que relacionen directamente las dimensiones testiculares con el Test de HOST en felinos, Araujo et al. (61) sugirieron en un estudio sobre felinos neotropicales que las dimensiones testiculares influyen en la calidad espermática.

Adicionalmente, Allende y Arisnabarreta (65) destacaron en su revisión sobre fisiología espermática y evaluación seminal que la integridad de la membrana plasmática es clave para la funcionalidad espermática, lo que resulta fundamental en la interpretación de los resultados del Test de HOST. Estos hallazgos refuerzan la importancia de evaluar tanto las características físicas de los testículos como la funcionalidad de las membranas espermáticas para comprender mejor el potencial reproductivo de los felinos.

Es decir que incorporar el Test de HOST como complemento a las evaluaciones testiculares permite una aproximación más integral y precisa para medir la funcionalidad reproductiva.

11. IMPACTOS

11.1. Impacto Técnico

Este estudio representa una innovación en la comprensión de la relación entre las características corporales, la morfometría testicular y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía. La implementación de metodologías estandarizadas, como el análisis morfométrico y espermático, sienta bases técnicas para futuros trabajos en biotecnología reproductiva y manejo clínico veterinario. Además, este proyecto proporciona un protocolo detallado para la evaluación y preservación de la calidad espermática, lo que puede ser utilizado en programas de reproducción asistida y conservación genética, especialmente en especies felinas en peligro de extinción.

11.2. Impacto Social

El conocimiento generado beneficia directamente a veterinarios, estudiantes y propietarios de gatos, ya que ofrece herramientas prácticas para mejorar la salud y el bienestar animal. Indirectamente, la comunidad de Latacunga también se beneficia, ya que el control poblacional

de gatos contribuye a la convivencia armónica entre los animales y las personas. Este estudio promueve además la educación sobre la importancia del cuidado y manejo responsable de las mascotas, fomentando una mejor relación entre los seres humanos y los animales.

11.3. Impacto Ambiental

Este estudio aporta al manejo sostenible de la biodiversidad al evaluar la viabilidad de espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía y su potencial uso en crioconservación. La aplicación de estas técnicas en reproducción asistida puede contribuir a la preservación genética de felinos domésticos y silvestres, reduciendo la necesidad de capturas y favoreciendo la diversidad genética. Además, un mejor conocimiento sobre la reproducción felina permite diseñar estrategias más eficaces de control poblacional, disminuyendo el impacto de gatos ferales en los ecosistemas.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 4. Presupuesto de las actividades del proyecto

LABORATORIO			
Materiales	Cantidad	Precio	Total
Platina calefactora	1	\$ -	\$ -
Microscopio óptico	1	\$ -	\$ -
Cámara Neubauer	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Baño María	1	\$ -	\$ -
Refrigeradora grande	1	\$ -	\$ -
Termómetro digital	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Caja de bisturí	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Pinza hemostática	1	\$ -	\$ -
Pipeta mecánica 10-100ul	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Caja Portaobjetos	2	\$ 9,00	\$ 18,00
Caja Cubre objetos	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Rollo de papel absorbible	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Caja Guantes nitrilo	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Vasos de precipitación	1	\$ -	\$ -
Tubos Falcón de 15 ml	50	\$ 0,30	\$ 15,00
Gradilla	1	\$ 7,00	\$ 7,00
Caja Puntas amarillas	1	\$ 9,00	\$ 9,00
Caja Jeringas de 5 ml	1	\$ 7,00	\$ 7,00
Caja Tubos Eppendorf 2ml	1	\$ 10,00	\$ 10,00

Agua destilada	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Rotulador	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Gel refrigerante	10	\$ 1,00	\$ 10,00
Diluyente	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Test Host	1	\$ -	\$ -
Solución salina	4	\$ 6,00	\$ 24,00
Cubeta de huevo	3	\$ 4,00	\$ 12,00
Tinsión eosina	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Caja Placas petri	5	\$ 6,00	\$ 30,00
SUBTOTAL			\$ 483,00
CAMPO			
Materiales	Cantidad	Precio	Total
Calibrador (pie de rey)	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Báscula digital grande	1	-	-
Fichas clinicas de cada gato	32	\$ 0,15	\$ 4,80
Kit de disección	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Orquiectomía	32	\$ 20,00	\$ 640,00
Frasco recolector esteril	32	\$ 0,30	\$ 9,60
Caja Bolsas Ziploc	1	\$ 5,00	\$ 10,00
Cooler	1	\$ 45,00	\$ 45,00
Jaulas individuales para gato	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Bascula pequeña	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Marcador/rotulador	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Botella de alcohol	1	\$ 3,00	\$ 3,00
SUBTOTAL			\$ 803,40
TOTAL GASTOS			\$1.286,40

Fuente: Directa

13. CONCLUSIONES

- El peso y la edad de los gatos tienen una correlación directa con las dimensiones testiculares (longitud, ancho y profundidad), mostrando que un peso superior a 3.5 kg y edades cercanas a los dos años optimizan el desarrollo testicular. Este resultado refuerza la importancia de mantener un estado corporal favorable para promover un adecuado desarrollo reproductivo y funcionalidad testicular.
- Los parámetros de calidad espermática, como la motilidad progresiva, la concentración espermática y la integridad funcional de la membrana plasmática (HOST), logran alcanzar niveles significativos en gatos con condiciones corporales óptimas y edades de madurez reproductiva. En particular, los gatos con peso adecuado presentan una motilidad superior al 70% y una concentración que supera los 5 millones de espermatozoides por mililitro, indicando una interacción positiva entre estado físico y calidad celular.
- Las dimensiones testiculares están directamente relacionadas con la calidad espermática. Testículos de mayor longitud y peso generan espermatozoides con mayor motilidad, morfología normal y vitalidad. Estos hallazgos subrayan que la morfometría testicular no solo es un indicador clave de la calidad espermática, sino también un reflejo de la salud reproductiva del individuo.
- El estudio confirma que las características corporales, la morfometría testicular y la viabilidad de los espermatozoides epididimarios están interrelacionados en gatos post-orquiectomía, lo que evidencia la influencia de factores como el peso, la edad y las dimensiones testiculares en la calidad reproductiva. Estos hallazgos ofrecen un marco científico sólido para optimizar protocolos clínicos en medicina veterinaria, mejorando tanto la conservación genética como las prácticas reproductivas en felinos domésticos y salvajes.

14. RECOMENDACIONES

- Fomentar estudios que analicen el impacto de factores genéticos y ambientales en el desarrollo testicular de gatos de distintas razas y contextos, integrando además la crioconservación espermática como estrategia para optimizar la reproducción asistida y la conservación genética.

- Implementar estrategias nutricionales personalizadas para cada etapa de desarrollo felino, asegurando una condición corporal óptima que favorezca la calidad espermática.
- Considerar la importancia de la salud general del gato como un factor crítico en la viabilidad espermática, mediante controles veterinarios regulares que aborden posibles problemas sistémicos o endocrinos que puedan afectar la producción de esperma.
- Incorporar mediciones morfométricas como práctica de rutina en los análisis reproductivos de gatos, tanto en clínicas veterinarias como en programas de conservación genética.
- Desarrollar protocolos estandarizados para correlacionar dimensiones testiculares con parámetros espermáticos específicos. Esto permitirá establecer umbrales de referencia que faciliten la identificación de individuos con potencial reproductivo óptimo o con anomalías que requieran intervención.
- Ampliar la investigación sobre la relación entre características corporales y reproductivas en felinos, considerando factores genéticos, ambientales y comportamentales. Esto permitirá optimizar la reproducción asistida y contribuir a la conservación genética.

15. BIBLIOGRAFIA

1. Corbet, N. J., Burns, B. M., Johnston, D. J., Wolcott, M. L., Corbet, D. H., Venus, B. K., Li, Y., McGowan, M. R., Holroyd, R. G. Male traits and herd reproductive capability in tropical beef cattle. 2. Genetic parameters of bull traits. *Animal Production Science* [Internet]. 2016 [citado 5 Jul 2024]; Vol. 53(2), p. 101–113. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/AN12163>
2. Bourdon, R. M., & Brinks, J. S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. *Journal of Animal Science* [Internet]. 2018 [citado 5 Jul 2024]; Vol. 62(4), p. 958–967. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/JAS1986.624958X>
3. Fernández, A. Guía básica para la esterilización canina y felina. *Fundamentos en la práctica veterinaria* [Internet]. 2019 [citado 5 Jul 2024]; Disponible en: <https://n9.cl/n2jbn>
4. Santiani, A., Rosales, M. y Chalco, C. Caracterización básica y funcional del semen del Perro sin Pelo del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [Internet]. 2020 [citado 5 Jul 2024]; Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000400042&script=sci_abstract&tlng=en
5. Cheuquemán, C., Sánchez, R., Risopatrón, J. Nuevas Tendencias en Biotecnologías Reproductivas: Un Ejemplo en Felinos Domésticos [Internet]. 2019 [citado 5 Jul 2024]; Disponible en: <https://n9.cl/u0dtuc>
6. Universidad Estatal a Distancia. Anatomía de animales silvestres [Internet]. 2017 [citado 18 Jul 2024]; Disponible en: https://multimedia.uned.ac.cr/pem/anatomia_especies_silvestres/pant/reproductor/masc.html
7. Redacción HuffPost. Esta es la función de las púas del pene del gato [Internet]. España: HuffPost; 2023 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.huffingtonpost.es/sociedad/esta-funcion-puas-pene-gato-hpe1.html>
8. Maldonado S, Belén M. Evolución testicular felina: estudio histológico, inmunohistoquímico y ultraestructural [Internet]. Universidad Complutense de Madrid; 1994 [citado 18 Jul 2024]; Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/7cef49f4-b5f3-4691-8cd0-eb0ff8767aad>
9. Wamiz. Testículos de los gatos: 3 cosas que todo dueño debería saber [Internet]. España: Wamiz; 2024 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://wamiz.es/gato/consejos/182179/testiculos-de-los-gatos-3-cosas-que-tododueno-deberia-saber>
10. Atlas de histología vegetal y animal. Universidade de Vigo. [Internet]. 2022 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/7-microvirtual/testiculo.php>
11. Kenhub. Escroto: Anatomía, irrigación, inervación y función [Internet]. Kenhub; 2023 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/escroto>

12. Kenhub. Epidídimo: anatomía e histología [Internet]. Kenhub; 2023 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomiaes/epididimo-es>
13. Aparato reproductor del gato y la hembra felina [Internet]. Animales y biología; 2017 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://animalesbiologia.com/gatos/anatomia/aparato-reproductor-del-gato-y-lahembra-felina>
14. Hill's Pet. Cómo manejar las obstrucciones urinarias en gatos macho [Internet]. Hill's Pet; 2023 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.hillspet.es/catcare/healthcare/male-cat-urinary-blockage>
15. PetDarling. ¿Cómo es el pene de gato? ¡Tiene pinchos y un hueso! [Internet]. PetDarling; 2014 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.petdarling.com/pene-de-gato/>
16. Mascoterismo. Características y enfermedades del pene de gato macho [Internet]. Mascoterismo; 2022 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://mascoterismo.com/aparato-reproductor-gato-macho/>
17. Universidad Nacional Autónoma de México. Aparato reproductor del macho [Internet]. 2021 [citado 18 Jul 2024]; Disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo2/aparator eproductor-del-macho.html>
18. Manual de reproducción de animales de producción y compañía [Internet]. CONICET; 2015 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/115121/CONICET_Digital_Nro .b16aee79-a8fc-40d4-94ba-55612410374d_A.pdf?sequence=2
19. Olivera, M., Agr, S., Ruiz, T., Tarazona, A., y Giraldo, C. El espermatozoide, desde la eyaculación hasta la fertilización. En *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2006; Vol. 19(4). 426-436 pp.
20. Reproducción Asistida ORG. Formación de los espermatozoides: fases de la espermatogénesis [Internet]. Reproducción Asistida ORG; 2023 [citado 2025 Ene 11]. Disponible en: <https://www.reproduccionasistida.org/espermatogenesis/>
21. Zambelli D, Prati F. Evaluación ultrasonográfica de los parámetros morfométricos testiculares en el gato doméstico [Internet]. *Reprod Domest Anim*. 2006;41(2):137-140 [citado 21 Ene 2025]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1439-0531.2006.00659.x>
22. Gediendson G, et al. Características seminales en felinos neotropicales utilizando la técnica de cateterización uretral. *Rev Biol Trop* [Internet]. 2019 [citado 11 Ene 2025];67(4):975-986. Disponible en: <https://n9.cl/g62xl>
23. Musa, H. H., Ahmed, M. A., Ahmed, M. M., Amin, M. M., & Abo-Elkhair, R. Testicular morphometry and semen characteristics of ram lambs fed different levels of cottonseed cake. *Animal*. 2015; Vol. 9(9), 1561–1566 pp.
24. García MF, Stornelli MC, Nuñez Favre R, Rojas Zamora C, Stornelli MA. Caracterización morfológica y bioquímica del semen felino. [Internet]. Universidad Nacional de La Plata; 2021 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en:

- <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/134918>
25. Stornelli MA. Evaluación de semen en el gato doméstico: análisis de rutina y metodologías especiales felino. Universidad Nacional de La Plata; 2007.
 26. Improve Veterinary Education. Técnicas de Recolección de Esperma en Gatos [Internet]. Improve Veterinary Education; 2019 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://improveinternational.com/es/tecnicas-de-recoleccion-de-esperma-engatos/>
 27. García M, et al. Extracción y evaluación seminal en felinos. CONICET [Internet]. 2019 [citado 11 Ene 2025]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/115777>
 28. Stornelli MA, et al. Anormalidades espermáticas en el gato doméstico (*Felis silvestris catus*). Acta Microsc [Internet]. 2014 [citado 11 Ene 2025];23(3):372-377. Disponible en: <https://acta-microscopica.org/acta/article/download/173/117/>
 29. Cooper, T. G., Noonan, E., von Eckardstein, S., Auger, J., Baker, H.W., Behre, H.M., Haugen, T.B., Kruger, T., Wang, C., Mbizvo, M.T., & Vogelsong, K.M. World Health Organization reference values for human semen characteristics. Human Reproduction. Hum Reprod Update. 2010; Vol. 16(3), 231–245 pp.
 30. Madrigal-Valverde M, et al. Efecto de técnicas de selección espermática en espermatozoides congelados/descongelados de gato sobre la motilidad espermática analizada mediante sistema CASA. Int J Morphol [Internet]. 2017 [citado 2025 Ene 11];35(4):1495-1501. Disponible en: <https://n9.cl/3dko87>
 31. Luvoni, G. C., & Beccaglia, M. Reproductive physiology of male dogs. Theriogenology. 2011; 9(76), 1533–1542.
 32. Sánchez M. ¿Tendrán algo en común las gatas y las pilas? [Internet]. Cadena SER; 2024 [citado 18 Jul 2024]. Disponible en: <https://cadenaser.com/comunitatvalenciana/2024/11/25/tendran-algo-en-comun-las-gatas-y-las-pilas-duracellradio-villena/>
 33. Jara, D., y Paredes, E. Evaluación de dos métodos de selección espermática por centrifugación y flotación de esperma canino epididimario fresco y criopreservado. 2021; Tesis para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad de Cuenca. 81 pp.
 34. Reproducción Asistida ORG. Prueba de vitalidad: espermatozoides inmóviles vivos o muertos [Internet]. 2024 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-la-vitalidad-de-losespermatozoides/>
 35. Brito, L. F., Bartholazzi Junior, A., Oliveira, J. B., y Siqueira, A. Manual de andrologia e inseminação artificial em cães e gatos. Roca. 2005.
 36. López-Uruñuela, C., Gosalvez, J., y Fernández, J. L. Utilidad clínica de la prueba de vitalidad espermática. Revista Internacional de Andrología. 2009; Vol. 2(7), 43–48 pp.
 37. Evenson, D. P., Wixon, R., & Tsonis, C. G. The Sperm Chromatin Structure Assay (SCSA) and other sperm DNA fragmentation tests for evaluation of sperm nuclear

- DNA integrity as related to fertility. *Animal Reproduction Science*. 2002; Vol. 3–4(70), 107–121 pp.
38. Instituto Reproducción Cefer. Obesidad y calidad espermática [Internet]. Instituto Cefer; 2023 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.institutocefer.com/blog/obesidad-y-calidad-espermatICA/>
 39. Hughes, C., McKelvey, V., & Lewis, S. Human sperm DNA integrity assessed by the Comet and ELISA assays. *Mutagenesis*. 2002; Vol. 14(1), 71–75 pp.
 40. Aparato reproductor del gato macho: anatomía y función [Internet]. Veterinaria San Juan; 2023 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.veterinariasanjuan.com.ar/aparato-reproductor-gato-macho/>
 41. Organización Mundial de la Salud. Piretroides: impacto en la salud animal y humana [Internet]. OMS; 2018 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/ipcs/chemicals/pesticides/piretroides-impacto-salud.pdf>
 42. Benítez-González, E., Chamba-Ochoa, H., Sánchez-Sánchez, E., Luzón-Cevallos, F., Sánchez-Carrillo, J., Benítez-González, E., Chamba-Ochoa, H., Sánchez-Sánchez, E., Luzón-Cevallos, F., y Sánchez-Carrillo, J. Evaluación comparativa de dos métodos de recuperación espermática de epidídimos bovinos post-mortem. *Abanico Veterinario*. 2018 [citado 18 Jul 2024]; Vol. 8(1), 59–74 pp. <https://doi.org/10.21929/ABAVET2018.81.6>
 43. Cuenca Condoy, M., y Avellaneda Cevallos, J. Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 2017; Vol. 8(9), 1-11 pp.
 44. MSD Veterinary Manual. Examen de aptitud reproductiva de perros y gatos [Internet]. MSD Veterinary Manual; 2025 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://www.msdveterinary.com/es/manejo-y-nutrición/manejo-de-lareproducción-perros-y-gatos/examen-de-aptitud-reproductiva-de-perros-y-gatos>
 45. Conicet Digital. Criopreservación espermática y técnicas de reproducción asistida [Internet]. Repositorio Institucional CONICET; 2025 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/116205>
 46. Albers MI, Barrios DR. Concentración y morfología de los espermatozoides epididimarios obtenidos de toros postmortem [Internet]. *Rev. Fac. Cienc. Vet.* 2011;52(2):89-96 [citado 18 Oct 2024]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762011000200004
 47. Universidad Nacional Autónoma de México. Procesamiento de semen y congelación. Reproducción de los animales domésticos [Internet]. 2023 [citado 12 Ene 2025]. Disponible en: <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo21/procesamiento-de-semen.html>
 48. Filliers M, et al. Evaluación de la motilidad espermática en gatos domésticos mediante el sistema de análisis de semen asistido por computadora (CASA)

- [Internet]. *Anim Reprod Sci.* 2008 [citado 21 Ene 2025];104(1-2):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.06.004>
49. García MA, Herrera C, Gómez R, et al. Efecto de la yema de huevo sobre la criopreservación espermática de zánganos (*Apis mellifera*). *Vet Méx* [Internet]. 2019 [citado 12 Ene 2025];50(1):121-130. Disponible en: <https://n9.cl/8wdiy1>
50. Google. Latacunga, Ecuador [mapa]. Mountain View (CA): Google; 2024 [citado 9 Jul 2024]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Latacunga,+Ecuador>
51. Root MV. Orquiectomía en gatos. En: Cote E, editor. *Enciclopedia veterinaria: procedimientos quirúrgicos en animales pequeños*. 2da ed. New York: Veterinary Medicine Press; 2018. p. 235-240
52. Laborde S, Pérez L, Martínez A. Estrategias para la conservación y transporte de muestras biológicas en animales domésticos. *Rev Ciencias Vet* [Internet]. 2021 [citado 11 Ene 2025];33(4):156-163. Disponible en: <https://www.revistasvet.com/conservacion-muestras-biologicas>
53. Mioč, B., Šperanda, M., Vukičević, T., Kuterovac, K., Križek, D. Incidence and importance of the triple-yolked eggs in poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 2013. Vol. 4(69), 691–700 pp.
54. Argudo-Garzón D, Sánchez-García F, García-Roselló E, Iniesta-Cuerda M, Vicente-Fiel S, Gosálvez J, et al. Evaluación de dos diluyentes en la congelación de espermatozoides epididimarios de perros: Alcohol polivinílico y Yema de huevo. *Revista de Reproducción Animal* [Internet]. 2020 [citado 12 Ene 2025];36(2):123-130. Disponible en: <https://n9.cl/rg0lf>
55. Lozano-Hernández R, Saldivia M, Villavicencio A. Concentración espermática mínima requerida para inseminación intrauterina mediante capacitación por migración ascendente [Internet]. *Rev Obstet Ginecol Venez.* 2014 [citado 21 Ene 2025];74(3):177-183. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/og/v74n3/art06.pdf>
56. Ortega, L., Velasco, M., Barranquero, M., Aura, Mónica., Reus, R. ¿Qué valores son normales en el análisis de la movilidad espermática? [Internet]. 2023 [citado 9 Jul 2024]; Disponible en: <https://www.reproduccionasistida.org/analisis-de-lamovilidad-de-los-espermatozoides/>
57. González-González E, et al. Evaluación de la calidad seminal en gatos domésticos mediante tinción eosina-nigrosina [Internet]. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2017 [citado 21 Ene 2025];8(1):1-10. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/300/30049796001/html/>
58. González-Castillo E, López-Beltrán M, Sánchez-Torres F. Avances en la evaluación de la calidad seminal en mamíferos domésticos. *Rev Mex Reprod Anim* [Internet]. 2020 [citado 11 Ene 2025];45(3):112-120. Disponible en: <https://www.revistasmexicanas.org/rev-reprod-anim>
59. Bonaura MC, Núñez Favre R, Praderio RG, Tittarelli CM, García Mitacek MC, Stornelli MA. Efecto de la adición de dimetilformamida al diluyente tris base sobre la supervivencia del semen felino congelado-descongelado [Internet].

- Analecta Vet. 2014 [citado 11 Ene 2025];34(1-2):14-19. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/331175272>
60. Fernández, J. L., Muriel, L., Goyanes, V., Segrelles, E., Gosalvez, J., Enciso, M., LaFromboise, M., & De Jonge, C. Simple determination of human sperm DNA fragmentation with an improved sperm chromatin dispersion test. *Fertility and Sterility*. 2003;Vol. 84(4), 833-842 pp.
61. Araujo GR, Silva LD, Souza FF, et al. Biometría testicular y características seminales en felinos neotropicales utilizando la técnica de cateterización uretral. *Revista de Biología Tropical* [Internet]. 2018;66(4):1374-1386 [citado 21 Ene 2025]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S003477442019000400975&script=sci_arttext.
62. Mujica Lengua FR. Características biométricas testiculares e incidencia de anormalidades genitales en animales domésticos. Tesis de licenciatura [Internet]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2015 [citado 21 Ene 2025]. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/88498d44-be33-413eb79c-3ee85158dd99>.
63. Núñez Favre RA, Bonaura MC, García MF, Stornelli MC, De la Sota RL, Stornelli MA. Influencia del fotoperiodo natural sobre la morfología espermática en el gato doméstico (*Felis silvestris catus*) [Internet]. *Cs Morfol*. 2015;17(2):10-15 [citado 21 Ene 2025]. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/50718/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf
64. García MF, Núñez Favre R, Stornelli MA. Calidad de semen y su relación con la composición del plasma seminal [Internet]. En: 26° Jornadas de Jóvenes Investigadores AUGM; 2018 Oct 17-19; Mendoza, Argentina [citado 21 Ene 2025]. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13256/31salud-animal-garcia-maria-florenca-unlp.pdf
65. Allende R, Arisnabarreta E. Fisiología espermática, producción de semen y evaluación de la calidad seminal [Internet]. 2020 [citado 22 Ene 2025]. Disponible en: https://cmvsf2.org/web/wp-content/uploads/2021/03/Fisiolog%C3%ADaesperm%C3%A1tica_Allende-y-Arisnabarreta_2020_compressed.pdf