



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO
SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico
Veterinario

Autor: Simbaña Bone Richard
Alexander

Tutor:
Chicaiza Sánchez Luis Alonso

LATACUNGA – ECUADOR

Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Simbaña Bone Richard Alexander, con cédula de ciudadanía No. 0802704726, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”**, siendo el Dr. Mg. Luis Alonso Chicaiza Sánchez Tutor 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, 21 de julio del 2025



Richard Alexander Simbaña Bone
C.C: 0802704726
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 **SIMBAÑA BONE RICHARD ALEXANDER**, identificado con cédula de ciudadanía **0802704726** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”**, 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: Abril – Agosto 2025

Tutor: Dr. Mg. Luis Alonso Chicaiza Sánchez

Tema: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”**

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, **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 21 días del mes de julio del 2025.



Richard Alexander Simbaña Bone
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”, de Simbaña Bone Richard Alexander, 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, 21 de julio del 2025



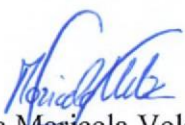
Dr. Luis Alonso Chicaiza Sánchez, Mg.
C.C: 0501308316
DOCENTE TUTOR

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, el postulante: Simbaña Bone Richard Alexander, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”**, 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, 21 de julio del 2025



MVZ. Dina Maricela Veloz Veloz, MSc.
C.C: 1720299302
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Dr. Miguel Ángel Gutiérrez Reinoso, Mg.
C.C: 0502236623
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Dr. Rafael Alfonso Garzón Jarrin, PhD.
CC: 0501097224
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Esta investigación de pregrado y el resultado de mi formación, se la debo a muchas personas e instituciones, que no me alcanzaría esta página para detallar sus nombres, cualidades y virtudes, en mi memoria siempre estará el beneficio que recibí de ustedes, más bien le doy gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas hasta culminar mis estudios, a cada uno de los docentes que desde el primer semestre me han entendido, comprendido y apoyado en cada paso que he dado en la carrera. A mi tutor Dr. Alonso Chicaiza que más que un docente fue un amigo, muchas gracias por sus consejos le estaré muy agradecido y a mis lectores que me han tenido mucha paciencia a lo largo de este proyecto.

Richard Alexander Simbaña Bone

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo con todo mi amor a mi hijo Noah, quien ha sido mi mayor inspiración y la razón detrás de cada esfuerzo. A mi pareja Clau, por su apoyo incondicional por ser mi compañera en este viaje. A mis padres, Ricardo y Carmen, por su amor su paciencia y por inculcarme los valores que me han permitido llegar hasta donde me encuentro hoy en día. A mi hermano Dylan por su constante apoyo y ánimos y por ser una parte fundamental de mi vida. A los amigos que forme en toda mi estadía y formación universitaria tanto dentro como fuera de ella. Este logro es un reflejo del amor y la unión de amistades y sobre todo nuestra familia

Richard Alexander Simbaña Bone

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN”.

Autor:

Simbaña Bone Richard Alexander

RESUMEN

La investigación se realizó en el sistema de producción de alpacas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Salache, Parroquia Eloy Alfaro Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, con el objetivo de evaluar la calidad del semen de alpaca macho según la frecuencia de recolección, considerando los indicadores de calidad seminal, comportamiento sexual (libido) y características morfométricas. Se aplicó una investigación descriptiva, metodología observacional, diseño no experimental, las variables analizadas, características macroscópicas y microscópicas del semen, frecuencia de colección, evaluación de libido, morfometría y calidad de fibra. De acuerdo a las características macroscópicas del semen en relación a la frecuencia de extracción se observó que el pH es fluctuante entre 7.1 a 7.3 manteniendo en el pH normal en camélidos sudamericanos que es de 6.5 - 7.5. mientras que el 100% de las muestras colectadas presentaron color traslucido, de la misma forma las características microscópicas se evidencia que existe una disminución progresiva en la media de la concentración de semen, las frecuencias de dos y tres veces por semana, presenta niveles más altos de anomalías en la semana 1, una media de 30 y la semana 3, una media de 65.3, en relación a los espermatozoides vivos, el Animal 1, mantiene porcentajes elevados en las tres semanas, en la uno 70, en la dos 70 y baja a 55 en la semana 3, además en la evaluación de la libido frente a maniquí y hembra receptiva se concluye que la presencia de una hembra receptiva estimula más el comportamiento de acercamiento, de acuerdo con la morfometría se establece que no es significativo. Por otro lado, el diámetro de la fibra el animal 3 presenta el valor más alto (28.03 μm). La edad del animal 1, es relevante porque el mayor desempeño en calidad seminal y morfometría, podría estar influenciado por su mayor desarrollo fisiológico; y finalmente en la morfometría, el animal 1 es quien presenta mejores resultados.

Palabras clave: alpaca, calidad seminal, libido, morfometría, electroeyaculación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EVALUATION OF SEMEN QUALITY IN MALE ALPACAS ACCORDING TO THE FREQUENCY OF SEMEN EXTRACTION"

Author:

ABSTRACT

This research was conducted within the alpaca production system at the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources in Technical University of Cotopaxi, Salache, Eloy Alfaro Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province. Evaluating the quality of male alpaca semen based on collection frequency, was its objective, considering the seminal quality indicators, sexual behavior (libido), and morphometric characteristics. A descriptive study with an observational methodology and a non-experimental design was applied. The variables analyzed included macroscopic and microscopic semen characteristics, collection frequency, libido evaluation, morphometry, and fiber quality. According to the macroscopic semen characteristics in relation to collection frequency, pH fluctuated between 7.1 and 7.3, remaining within the normal range for South American camelids (6.5–7.5). All collected samples (100%) showed a translucent color. Regarding microscopic characteristics, a progressive decrease in semen concentration was observed at collection frequencies of two and three times per week. Higher levels of abnormalities were recorded during week 1 (mean: 30) and week 3 (mean: 65.3). For live spermatozoa, Animal 1 consistently maintained high percentages across all weeks: 70% in week 1, 70% in week 2, and 55% in week 3. Libido assessment revealed that the presence of a receptive female stimulated a stronger approach behavior compared to a dummy. Morphometric differences were found to be statistically non-significant. However, regarding fiber diameter, Animal 3 had the highest value (28.03 μm). The age Animal 1 appeared relevant, as its better seminal and morphometric performance might be influenced by more advanced physiological development. Ultimately, Animal 1 demonstrated the most favorable morphometric results.

Keywords: alpaca, semen quality, libido, morphometry, electroejaculation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	
xiv ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3

5. OBJETIVOS:	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
7.1. Características reproductivas de los camélidos sudamericanos	6
7.1.1 Colección de semen en camélidos sudamericanos	6
7.1.2 Extracción de semen por el método de vagina artificial	7
7.1.3 Método de extracción de semen con electroeyaculador	7
7.1.4 Protocolo	8
7.1.5 Factores relacionados a la colección de semen en alpacas	9
7.1.6 Frecuencia de colección de semen de alpaca macho	9
7.1.7 Duración de la copula en camélidos sudamericanos	10
7.1.8 Efectos de la edad sobre la capacidad reproductiva de las alpacas	11
7.1.9 Influencia de la condición corporal en la producción de semen	11
7.2. Evaluación de las características del semen de camélidos sudamericanos	12

7.2.1	Evaluación de las características macroscópicas	12
7.2.1.1	Volumen	12
7.2.1.2	Color	13
7.2.1.3	pH	13
7.2.2	Evaluación de las características microscópicas	13
7.2.2.1	Concentración espermática	13
7.2.2.2	Motilidad espermática	14
7.2.2.3	Motilidad Masal	14
7.2.2.4	Viabilidad espermática	15
7.3.	Anatomía, fisiología y comportamiento sexual del macho	15
7.3.1	Anatomía y fisiología del macho	15
7.3.2	Comportamiento sexual	17
7.4.	Correlaciones fenotípicas y genéticas entre medidas corporales y parámetros seminales en camélidos sudamericanos	19
7.4.1	Evaluación morfométrica	19
7.4.2	Influencia de la calidad de fibra de alpacas en la calidad seminal.	20
7.4.3	Influencia de la condición corporal	22

8. HIPÓTESIS:	23
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	23
9.1. Localización.....	23
9.1.1 Datos geográficos	23
9.2. Materiales	23
9.2.1 Materiales de oficina	23
9.2.2 Materiales de campo	23
9.2.3 Materiales de laboratorio	24
9.3. Diseño de la investigación	24
9.3.1 Investigación descriptiva	24
9.3.2 Método observacional.....	25
9.4. Estudio de caso	25
9.5. Diseño no experimental	25
9.6. Enfoque correlacional transaccional	26
9.7. Metodología de campo	26
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
10.1. EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCION DE SEMEN SOBRE PARAMETROS MACROSCOPICOS	27

10.1.1 EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCION DE SEMEN SOBRE PARAMETROS MICROSCOPICOS	28
10.2. ANALISIS DE LA LIBIDO SEXUAL DEL MACHO FRENTE AL ESTIMULO DE LA HEMBRA Y MANIQUI	35
10.3. CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE ALPACAS MACHOS COMO ANIMAL TIPO PARA REPRODUCTOR.	36
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	42
Impactos técnicos	42
Impactos sociales	42
Impactos económicos	43
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
Conclusiones	43
Recomendaciones	43
13. BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ACTIVIDADES Y RESULTADOS	4
TABLA 2. EVALUACIÓN DE LA LIBIDO EN UN PERIODO DE 20 MINUTOS	19
TABLA 3. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE SEMEN PARA DETERMINAR EL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.....	29

TABLA 4. ANORMALIDADES	31
TABLA 5. VIVOS	33
TABLA 6. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LA MORFOMETRÍA	36
TABLA 7. ANOVA DE UN FACTOR	37
TABLA 8. CALIDAD DE LA FIBRA	38
TABLA 9. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LARGO DE LA FIBRA, PESO DEL MANTO Y PESO DE LAS BRAGAS.	38
TABLA 10. RELACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN, LIBIDO SEXUAL Y EDAD CON LA MEJOR CARACTERÍSTICA MORFOMÉTRICA	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. RECUENTO DE ESPERMATOZOIDES	14
FIGURA 2. VISTA PREPUCIAL	16
FIGURA 3. PORCIÓN LIBRE DEL PENE RECUBIERTA CON LA MUCOSA PREPUCIAL	16

FIGURA 4. PORCIÓN LIBRE DEL GLANDE DE PENE NO RECUBIERTA CON LA MUCOSA PREPUCIAL	16
FIGURA 5. DIAGRAMA DE LA ADHESIÓN PREPUCIAL EN LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS, A) ADHESIÓN PREPUCIAL, B) PREPUCIO Y C) PENE	17
FIGURA 6. MEDIDAS ZOOMÉTRICAS EN ALPACAS SURI	20
FIGURA 7. PARTES DE LA FIBRA DE ALPACA	21
FIGURA 8. RIZOS	21
FIGURA 9. LONGITUD DE MECHA	21
FIGURA 10. CUADRO DE ESCALAS DE EVALUACIÓN	22
FIGURA 11. POTENCIAL HIDROGENO (PH)	28
FIGURA 12. CONCENTRACIÓN DE SEMEN PARA DETERMINAR EL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.	29
FIGURA 13. PRESENCIA DE ANORMALIDADES PRESENTES EN EL SEMEN PARA DETERMINAR EL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.	32
FIGURA 14. PRESENCIA DE VIVOS PRESENTES EN EL SEMEN EN LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.....	33
FIGURA 15. PRESENCIA DEL LIBIDO EN EL SEMEN EN LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.....	35
FIGURA 16. PRESENCIA DE LA MORFOMETRÍA EN EL SEMEN EN LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.....	37
FIGURA 17. PRESENCIA DE LA MORFOMETRÍA EN EL SEMEN EN LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.....	39
FIGURA 18. PRESENCIA DE LA MORFOMETRÍA EN EL SEMEN EN LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO	

DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN.....
41

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMEN DE ALPACA MACHO SEGÚN LA FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN DE SEMEN

Fecha de inicio: Inicio de asignatura Proyecto de Titulación I

Fecha de finalización: Finalización de Proyecto de Titulación II

Lugar de ejecución:

Barrio Salache, Parroquia Ignacio Flores, Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Medicina Veterinaria

Equipo de Trabajo:

Dr. Alonso Chicaiza, Richard Simbaña

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Análisis Conservación y aprovechamiento de la Biodiversidad Local

Sub líneas de vinculación de la carrera:

Fisiología animal y Reproducción

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La reproducción en camélidos sudamericanos está condicionada por su fisiología particular, su comportamiento sexual y su entorno ecológico, lo que requiere un manejo técnico adecuado para lograr eficiencia reproductiva,

La eficiencia reproductiva en los sistemas de crianza de alpacas (*Vicugna pacos*) es un componente crítico para el mejoramiento genético, la producción sostenible de fibra de calidad, así mismo el uso de tecnologías reproductivas, como la inseminación artificial y la recolección sistemática de semen, requiere un conocimiento profundo de los factores que afectan la calidad seminal y el desempeño reproductivo del macho, su correcta implementación permite mejorar la eficiencia reproductiva, conservar recursos genéticos valiosos y avanzar hacia sistemas de producción más tecnificados y sostenibles.

En la perspectiva de mejorar las condiciones productivas y reproductivas se implementa técnicas de biotecnologías reproductivas, el análisis del semen es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad de los machos y seleccionar reproductores de alto valor genético, para lo cual es una tarea importante el investigar la forma de extraer semen de alpacas con características fenotípicas deseables, por tanto la optimización de su reproducción mediante el uso de técnicas como la recolección y evaluación del semen es clave para programas de mejoramiento genético.

La técnica de extracción de semen con electro eyaculador facilita la obtención de semen con el fin de masificar la técnica de inseminación artificial en los sectores productivos de la Provincia de Cotopaxi.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Directos:

- Estudiantes de la Carrera de Medicina Veterinaria
- Productores de alpacas de la Provincia de Cotopaxi.

Indirectos:

- Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Habitantes de las comunidades dedicadas a la crianza de alpacas.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los camélidos sudamericanos, entre ellos la alpaca (*Vicugna pacos*), presentan un patrón reproductivo peculiar, determinado principalmente por su condición de especies de celo inducido, lo que limita en cierta medida la eficiencia reproductiva y la planificación de programas de mejoramiento genético. Dentro de sus características reproductivas más relevantes se encuentra la prolongada duración de la cópula, la eyaculación intracervical y continua, así como la notable viscosidad del semen, factores que representan un desafío para la colecta y el manejo seminal (1). Además, la competencia jerárquica entre machos por el dominio reproductivo y los comportamientos específicos de aceptación o rechazo de la hembra complican aún más este proceso.

El edema o leve tumefacción de los labios vulvares, generalmente mínimo, dificulta la identificación precisa del estro, y la fase de cortejo suele ser breve, oscilando entre unos pocos minutos hasta un máximo de diez. No obstante, si los intentos de cortejo se extienden más allá de cinco minutos, es común que la cópula no se concrete, debido a la disminución de la receptividad de la hembra y a la variabilidad en la libido y maduración sexual del macho, factores determinantes en el éxito reproductivo (Miranda-de la Lama & Villarroel, 2023).

A pesar de la relevancia económica y productiva de la alpaca, la fisiología reproductiva del macho y la calidad seminal han sido poco exploradas. Diversos estudios sobre técnicas de colecta, como la utilización de vagina artificial, no han reportado resultados satisfactorios debido a la ausencia de protocolos adaptados a la especie y a su particular comportamiento copulatorio (2). Como alternativa, se ha recurrido al uso de electroeyaculadores, logrando extraer volúmenes reducidos de semen, que fluctúan entre 0,50 y 1,50 ml, limitando la aplicación práctica de programas de inseminación artificial en sistemas de crianza de alpacas (3).

Todas estas limitaciones relacionadas con la duración y posición de la cópula, el sitio intracervical de depósito seminal y el tipo de eyaculación representan obstáculos significativos para el desarrollo de biotecnologías reproductivas aplicables a la alpaca. En este contexto, surge la necesidad de profundizar en la caracterización seminal y optimizar los métodos de recolección bajo condiciones controladas. Por ello, el presente estudio tiene como propósito analizar la calidad del semen de alpaca macho en función de la frecuencia de extracción,

considerando además la influencia de determinadas características fenotípicas del animal como factor complementario. Con ello se busca establecer parámetros que permitan diseñar protocolos más eficientes de colecta, evaluación y conservación seminal, facilitando la implementación de programas de inseminación artificial y contribuyendo a la mejora genética y productividad en los sistemas de crianza de alpacas bajo las condiciones del CEID

5. OBJETIVOS:

5.1. General

- Evaluar la calidad del semen de alpaca macho según la frecuencia de recolección, considerando los indicadores de calidad seminal, comportamiento sexual (libido) y características morfométricas.

5.2. Específicos

- Determinar el efecto de diferentes frecuencias de extracción de semen sobre los parámetros macroscópicos (volumen, color y pH) y microscópicas (concentración, motilidad, anormalidades y viabilidad) en alpacas macho.
- Analizar el comportamiento sexual (libido) de los machos frente al estímulo de hembra o maniquí, en relación con la frecuencia de extracción seminal.
- Caracterizar morfométricamente a los alpacas machos y establecer su relación con la calidad del semen, la libido sexual y la edad

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y Resultados

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Determinar el efecto de diferentes frecuencias de extracción de semen sobre los parámetros macroscópicos (volumen, color y pH) y	Extracción de semen con Electroeyaculador Análisis de laboratorio de las muestras	Volumen de eyaculado. Análisis color. Análisis de pH. Resultados de laboratorio en relación a la	Registro de datos Cuadro comparativo

microscópicas (concentración, motilidad, anormalidades y viabilidad) en alpacas macho.	obtenidas según frecuencia de recolección	concentración, motilidad, anormalidades y espermatozoides vivos.	
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Analizar el comportamiento sexual (libido) de los machos frente al estímulo de hembra o maniquí, en relación con la frecuencia de extracción seminal.	<p>Selección del reproductor según la prueba de desvaine del pene</p> <p>Estímulo sexual con hembra receptiva y maniquí</p> <p>Registro de comportamiento por tiempo determinado- 20 min.</p>	<p>3 alpacas machos para la evolución</p> <p>Grado de interés sexual y habilidad de monta</p> <p>Medidas de variables</p>	<p>Registro individual</p> <p>Registro de frecuencias de acercamientos y montas</p> <p>Registro de datos.</p>
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Caracterizar morfométricamente a los alpacas machos y establecer su relación con la calidad del semen, la libido sexual y la edad	<p>Categorización morfométrica de los animales</p> <p>Toma de muestras de fibra del sector costillar.</p> <p>Envío al laboratorio para su respectivo análisis.</p>	<p>Sistematización de medidas morfométricas</p> <p>Numero de muestras</p> <p>Análisis de micras de fibra por animal.</p>	<p>Registros de categorización morfométrica.</p> <p>Registro.</p> <p>Resultados del laboratorio.</p>

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Características reproductivas de los camélidos sudamericanos

El comportamiento reproductivo de los camélidos domésticos presenta deficiencias significativas, con tasas de natalidad que no alcanzan el 50 % en los sistemas de crianza comunitarios. Estos animales poseen características reproductivas que los distinguen de otros tipos de ganado. El macho influye en la fertilidad general del rebaño, un macho reproductor es usado para 20 a 30 hembras (4).

El macho, por su parte, puede copular entre 5 y 50 minutos, depositando el semen directamente en los cuernos uterinos. Este es de consistencia viscosa, lo que dificulta su evaluación inmediata. La edad exacta de inicio de la pubertad no está claramente definida; si bien los machos muestran interés sexual hacia el año de vida, apenas un 8 % presenta una liberación completa de las adherencias prepuciales. A los dos años, aproximadamente el 70 % de los machos ya es capaz de copular, y a los tres años la totalidad ha liberado dichas adherencias (5)(6).

En cuanto a la conducta sexual, se observa que se emplean machos enteros; en respuesta, las hembras preñadas no permiten que las monten nuevamente, rechazando al macho al levantar la cabeza y escupirle, lo que indica que ya han sido cubiertas. El exceso de fibra dificulta la reproducción; el macho no puede hacer una buena cópula, perjudicando el tiempo de monta. El productor asume erróneamente que la hembra cubierta está preñada (7).

Para seleccionar a los mejores animales, es fundamental conocer los caracteres fenotípicos que están relacionados con la expresión de la capacidad genética, de modo que puedan ser utilizados como indicadores fenotípicos. (8).

Esta actividad sexual parece estar influenciada principalmente por el tipo de manejo; así, en sistemas de crianza extensiva, la reproducción se relaciona con la disponibilidad de forraje hacia el final del periodo gestacional y durante los primeros meses de vida de las crías (9).

7.1.1 Colección de semen en camélidos sudamericanos

Se han empleado diversos métodos para la recolección de semen en los camélidos silvestres (CSA), incluyendo fundas vaginales, fístula uretral, electroeyaculación y el uso de una vagina artificial con un maniquí. Según algunos autores, la recolección de semen en los CSA presenta complicaciones debido a la forma y duración de la cópula (10). La efectividad de la colección de semen está relacionada con una producción espermática adecuada y la calidad

del semen. Aunque las técnicas de recolección de semen están bien desarrolladas y se consideran procedimientos rutinarios en otros animales, en camélidos esta práctica es bastante complicada y no existe un protocolo estandarizado debido a sus características reproductivas. Las características seminales son también muy variables y dependen de la forma de colección y existen varios factores que afectan su calidad (11)(12).

7.1.2 Extracción de semen por el método de vagina artificial

De todas estas metodologías, la VA es la más utilizada para colectar el semen de alpaca para determinar los componentes químicos del semen, determinar volumen y calidad de espermatozoides. La cópula es extremadamente larga lo que dificulta la extracción con VA. Este método requiere, previo a su uso, el llenado de agua caliente (45°C aproximadamente). El agua suministrada se enfría rápidamente necesita reposición a poco tiempo. Esto significa que necesita renovar el agua en repetidas ocasiones. En este sentido se desarrolló una VA termoeléctrica (VAte), cuya finalidad es la de mantener constante la temperatura de un ambiente artificial (VA). Para ello la VAte consta de un sistema electrónico que se encarga de censar la temperatura y a través de un control automático mantener la temperatura deseada por un largo período de tiempo, manteniendo la temperatura constante (37-38°C) durante el período de colecta (13).

La vagina artificial está diseñada para contener aire a presión y agua caliente, manteniendo una temperatura entre 38 y 40 °C. Para asegurar una temperatura constante, se cubrió la vagina artificial con una frazadilla eléctrica y se colocó dentro de un maniquí. Los machos fueron entrenados durante 15 días para la recolección de semen, y después de un período de descanso de una semana, se llevó a cabo la colecta de semen para el estudio. La frecuencia de recolección de semen fue de dos veces por semana (2).

7.1.3 Método de extracción de semen con electroeyaculador

La técnica de electroeyaculación se fundamenta en la obtención de material seminal mediante la aplicación de estímulos eléctricos controlados a través de un electrodo introducido en el recto del animal. Esta metodología permite la recolección de semen en alpacas sin necesidad de utilizar hembras en celo, lo que la convierte en una alternativa eficaz especialmente en condiciones de manejo reproductivo asistido. Para su aplicación, los machos tanto alpacas como llamas deben ser previamente anestesiados, ya que el procedimiento, aunque no invasivo, puede generar incomodidad si se realiza en estado consciente. La cantidad de semen obtenida mediante esta técnica suele ser reducida, oscilando entre 0,1 y 0,5 ml, aunque

suficiente para fines de evaluación andrológica, criopreservación o inseminación artificial en investigaciones reproductivas controladas (11).

Antes de realizar la electroeyaculación en camélidos sudamericanos, es fundamental vaciar el recto del animal para evitar la tensión rectal y permitir un contacto más directo de la sonda con las glándulas sexuales accesorias o la base del pene. Una vez introducida la sonda en el recto, con los electrodos orientados ventralmente, se activa el botón del dispositivo durante 4 segundos y luego se interrumpe por otros 4 segundos, repitiendo este ciclo varias veces hasta inducir la eyaculación (14).

La técnica de electroeyaculación se realiza mediante la inserción de una sonda en el recto del macho, lo que permite estimular las estructuras reproductivas internas y provocar, en secuencia, la protrusión del pene, la erección y finalmente la eyaculación. La calidad del semen recolectado depende en gran medida del voltaje empleado durante la estimulación; en alpacas, los protocolos más utilizados establecen un rango de voltaje entre 2 y 10 voltios, lo cual permite minimizar el estrés del animal y, al mismo tiempo, obtener eyaculados con parámetros adecuados de volumen, concentración y motilidad espermática.

7.1.4 Protocolo

En los protocolos utilizados para la electroeyaculación en camélidos sudamericanos, se emplean habitualmente fármacos anestésicos y/o sedantes para reducir el estrés y facilitar la manipulación del animal. Entre los más comunes se encuentran la xilacina, utilizada como relajante muscular, y la ketamina, con efecto disociativo. En cuanto a la estimulación eléctrica, uno de los esquemas básicos consiste en aplicar voltajes de entre 2 y 3 voltios con una duración promedio de 3 segundos, seguidos de una disminución a 0 voltios y un periodo de descanso de 1 a 2 segundos, tras lo cual se reinicia el ciclo al voltaje anterior (15).

En un protocolo de doble voltaje, se emplearon estímulos de 10 voltios durante 4 segundos, intercalados con 1 segundo de reposo, manteniendo esta alternancia durante un periodo de 4 a 8 minutos; posteriormente, se incrementó la estimulación a 12 voltios, conservando los mismos intervalos y duración. Otro esquema reportado consiste en la aplicación de 60 cargas eléctricas de 2 segundos cada una, con un voltaje de 14 voltios, una intensidad de 4 amperios y una frecuencia de 25 ciclos por segundo, dejando un intervalo de descanso de 2 segundos entre cada pulso (Díaz et al., 2022). Mediante este último método se obtuvo un volumen promedio de semen de $1,0 \pm 0,47$ ml, con una concentración espermática de $384.705/\text{mm}^3$, motilidad del $48,2 \pm 15,6$ % y un pH de $7,1 \pm 0,2$, parámetros que indican una

respuesta fisiológica aceptable para fines de evaluación reproductiva o aplicación en biotecnologías de la reproducción (11).

7.1.5 Factores relacionados a la colección de semen en alpacas

El impacto de las altas temperaturas afecta la espermatogénesis, siendo los espermatoцитos y espermátidas los más perjudicados debido al estrés oxidativo. Las dificultades en el manejo y la evaluación de las características físico-químicas del semen de los camélidos sudamericanos sugieren que estas características pueden estar relacionadas con ciertos hábitos (17).

En estudios realizados en llamas, se ha reportado que las características seminales varían según las estaciones del año. La alpaca macho es capaz de exhibir una intensa actividad copulatoria, la cual es más pronunciada durante los primeros días, pero disminuye gradualmente a medida que avanza el tiempo de permanencia con las hembras. Esta actividad es considerablemente menor durante la segunda mitad del empadre, que dura entre 45 y 60 días. La dificultad en la recolección de semen se atribuye, entre otras causas, a las características peculiares de la monta (posición de cúbito ventral), que dura aproximadamente entre 20 y 30 minutos. Además, el temperamento nervioso de estos animales complica su manejo (18).

7.1.6 Frecuencia de colección de semen de alpaca macho

Entre las técnicas utilizadas para la obtención de semen en camélidos sudamericanos se encuentran la aspiración vaginal y el uso de vagina artificial, ambas con una frecuencia de colección de dos veces por semana. En la técnica de aspiración vaginal, el semen se recoge directamente de la vagina de la hembra tras la cópula, mediante un espéculo y un tubo de vidrio graduado previamente temperado a 37 °C, siendo el tiempo promedio de cópula de 17 ± 6 minutos. Esta técnica resulta sencilla de aplicar y ha demostrado permitir la obtención de un volumen mayor de eyaculado, con mejor calidad en términos de motilidad espermática y porcentaje de espermatozoides vivos, además de presentar una viscosidad significativamente menor en comparación con el semen recolectado mediante vagina artificial. Por otro lado, en la colección con vagina artificial, el tiempo de cópula registrado fue de 18 ± 5 minutos, y aunque esta técnica permite mayor control en condiciones experimentales, la calidad del semen, en especial en lo relativo a la fluidez y motilidad, puede ser inferior respecto a la aspiración vaginal, lo que debe considerarse al seleccionar el método según el objetivo reproductivo o investigativo (18).

En tal sentido, la recolección de semen se llevó a cabo utilizando una hembra receptiva, con una duración máxima de cópula de 20 minutos. Finalizada cada sesión, los eyaculados fueron colocados en una estufa de cultivo a 37–38 °C, y el procesamiento se inició de inmediato. Se observó que la frecuencia de colecta de tres veces por semana provocó una disminución en la viabilidad espermática, aunque incrementó significativamente el número total de espermatozoides obtenidos por semana, con un aumento del 114 % en el total de espermatozoides, del 105,4 % en los espermatozoides motiles y del 73 % en los espermatozoides vivos, en comparación con la frecuencia de una sola colecta semanal. Asimismo, el mantenimiento de la temperatura interna de la vagina artificial entre 37 y 38 °C durante el procedimiento resulta esencial para conservar la calidad seminal (1).

7.1.7 Duración de la copula en camélidos sudamericanos

Copula es la unión sexual de un macho y una hembra en especies no humanas a través de sus órganos externos, el contacto directo de ambos sexos para poder crear un nuevo ser, está incluido el cortejo y el apareamiento regulados por actos reflejos y se da solo en la hembra durante el celo. La cópula en las especies de camélidos sudamericanos presenta una duración promedio bastante prolongada. En el caso de la alpaca, se han reportado rangos de duración que varían entre 10 y 50 minutos (21) así como entre 8 y 25 minutos (22) en diferentes estudios. El tiempo promedio de cópula ha sido calculado en el último estudio, aunque no se especifica el valor exacto en el texto proporcionado, comportamiento reproductivo y copulación es una de las características asociadas con la adquisición del potencial reproductivo pleno que culmina con la copulación y la deposición de semen en el tracto reproductivo de la hembra (19).

En un estudio realizado en Huancavelica -Pero con el objetivo de determinar el efecto de la duración de cópula sobre la ovulación y preñez en alpacas se dividieron al azar en tres grupos de hembras de acuerdo a la duración de la cópula: G1 (n=15) 20 minutos, G2 (n= 16) 35 minutos y G3 (n=16) 50 minutos). sugiriendo que la mayor duración de la cópula tendría algún efecto positivo sobre ellas, alcanzando mejores resultados en el Grupo 3 de 50 minutos (Urviola et al., 2021). Si la hembra está en período de aceptación de macho, se dejará montar en pie y luego adoptará la posición de cúbito ventral con los cuatro miembros debajo del cuerpo (21).

En los camélidos sudamericanos, la monta presenta una duración prolongada, que puede extenderse hasta 50 minutos, siendo común observar a varias hembras en celo reunidas en torno al macho a la espera de ser montadas. Durante la cópula, que suele durar entre 5 y 30 minutos, la hembra permanece generalmente tranquila en posición de cúbito ventral, aunque en casos de

fatiga puede adoptar la posición lateral derecha o izquierda sin interrumpir el acto. El macho, por su parte, no manifiesta agresividad mientras se encuentra copulando, lo que permite verificar con facilidad la correcta posición del pene para favorecer una monta exitosa (22).

Este comportamiento copulatorio reviste especial importancia en los camélidos, dado que la cópula actúa como estímulo primario para la liberación de la hormona luteinizante (LH), necesaria para inducir la ovulación; este reflejo neuroendocrino tiene un papel más determinante que la retroalimentación hormonal del estrógeno folicular, por lo que la ovulación en estas especies se considera inducida por cópula.

7.1.8 Efectos de la edad sobre la capacidad reproductiva de las alpacas

La selección de reproductores en alpacas se realiza mayormente mediante la evaluación visual, aunque esta práctica a menudo difiere del comportamiento productivo en características como el peso vivo, el peso del vellón y el diámetro de fibra, la campaña de producción tiene una mayor influencia sobre el peso vivo al nacimiento, al destete, el peso en la primera esquila y el peso del vellón en la primera esquila. (23).

La dimensión testicular es indicador en la evaluación del potencial reproductivo del macho se emplea como criterio para predecir la producción diaria de semen, se ha encontrado una elevada correlación entre la medición escrotal, el peso testicular y la producción total de semen (24).

7.1.9 Influencia de la condición corporal en la producción de semen

La evaluación de la condición corporal de las alpacas se realizó mediante la palpación en el área de las vértebras lumbares de la alpaca, tomando como base anatómica de referencia la apófisis espinosa de la columna vertebral, cerca de las últimas costillas. mediante la escala de evaluación de 1 a 5; mientras que para la medición de la media del diámetro de fibra (MDF), se tomó una muestra del vellón de aproximadamente 10 gr. de la zona lateral central entre la línea superior e inferior del animal a la altura de la décima costilla (25). En la mayoría de los establecimientos, se puede determinar el estado corporal de los animales en situaciones donde pesarlos puede resultar poco práctico. Es importante tener en cuenta que el peso no siempre se correlaciona adecuadamente con las reservas corporales (26).

La evaluación del estado o condición corporal ha sido objeto de múltiples investigaciones, y se han propuesto diversos métodos para llevarla a cabo. El sistema de

puntuación se basa en la palpación y observación de diferentes áreas del cuerpo para determinar el nivel de cobertura de grasa (27).

El estrés perjudicial, conocido como diestrés, provoca un aumento en los niveles de catecolaminas y cortisol en la sangre, lo que conlleva al consumo de glucógeno tanto en los músculos como en el hígado (28).

7.2 Evaluación de las características del semen de camélidos sudamericanos

El semen son secreciones de los órganos accesorios del aparato reproductor masculino, contiene espermatozoides, la porción líquida de dicha suspensión, que se forma durante la eyaculación, se conoce como plasma seminal de volumen muy variable, de 0,4 a 6,6 ml, en alpacas de Condori Bolivia es de 0.5 a 2 ml (Chiri, 2002). En general el volumen varía de acuerdo al método de extracción empleado, el volumen del eyaculado se determinó por lectura directa, registrándose el volumen colectado en el tubo Falcón (mL) (11).

La evaluación del semen de los CSA, es analizar las características de cada variable, estas observaciones permiten explicar la amplitud de los rangos de las variables seminales reportados por los diferentes autores, la evaluación de las características del semen es necesaria para implementar planes de manejo reproductivo y que los métodos tradicionales de estimación de la calidad de los eyaculados se han basado principalmente en la evaluación de la movilidad individual, la morfología espermática y el número total de espermatozoides (12).

7.2.1 Evaluación de las características macroscópicas

7.2.1.1 Volumen

El volumen del semen está compuesto por las secreciones de diversas glándulas. Los testículos y el epidídimo aportan solo el 5 % del contenido, que incluye principalmente espermatozoides y testosterona. Por otro lado, las vesículas seminales contribuyen entre el 46 % y el 80 % del volumen, proporcionando enzimas responsables de la coagulación del semen y fructosa. La próstata aporta entre el 13 % y el 33 %, incluyendo varias sustancias, como el antígeno prostático específico, que participa en la licuefacción del semen. Finalmente, las glándulas bulbouretrales y uretrales contribuyen entre el 2 % y el 5 %, proporcionando sustancias lubricantes y, ocasionalmente, anticuerpos que pueden causar infertilidad (29).

7.2.1.2 Color

El color de los eyaculados puede variar desde blanco lechoso hasta blanco cristalino, siendo el blanco normal un indicador de buena calidad seminal. Se deben descartar los eyaculados que presenten una coloración grisácea, rojiza (que puede indicar la presencia de sangre debido a lesiones en el pene o la uretra), marrón (por contaminación con heces fecales), o amarillenta (debido a la presencia de material purulento u orina con mal olor o sedimentos anormales) (30).

7.2.1.3 pH

El pH del semen fue determinado mediante el uso de tiras reactivas de color, aplicando una gota del eyaculado directamente sobre la tira indicadora extraída del tubo de recolección. Se considera como rango fisiológico normal un pH comprendido entre 6,2 y 6,8 (11). No obstante, estudios como los de Fernández-Baca y Calderón (1966) reportaron valores próximos a la neutralidad, con una ligera tendencia hacia la alcalinidad, registrándose un promedio de 7,5 y valores extremos que oscilaron entre 7,0 y 8,0. En cuanto a la filancia del semen de camélidos sudamericanos, esta hace referencia a la característica de formar hilos debido a su alta viscosidad, lo cual constituye una barrera significativa para los procesos de dilución

7.2.2 Evaluación de las características microscópicas

7.2.2.1 Concentración espermática

La concentración espermática es determinada en una cámara de conteo (cámara de Neubauer), es la determinación precisa de número de espermatozoides por mililitro presentes en el eyaculado seminal, se cuentan en el microscopio óptico con un aumento de 10X a 40X, empleando por comodidad un contador manual. El contaje se puede realizar, contando todos los espermatozoides que se encuentran dentro de todos los cuadros de la cámara o aquellos que están en los cuadros centrales y externos, para la concentración se coloca 0.1 ml de semen en un vial con 0.9 ml de agua, se homogeniza y se coloca en una cámara de Neubauer. Los espermatozoides se cuentan en un microscopio a un aumento de 40X (31).

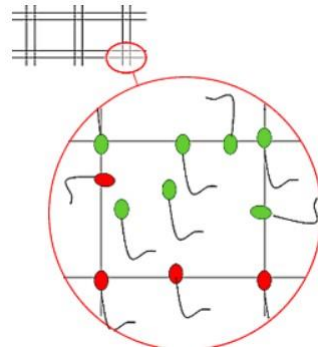


Figura 1. Recuento de espermatozoides

Fuente: Genética y reproducción diciembre (2006)

7.2.2.2 Motilidad espermática

La motilidad espermática es la capacidad de los espermatozoides para moverse rápido y en línea recta. Es normal que, en cualquier muestra de semen, haya espermatozoides más lentos, pero si la mayoría de los espermatozoides son lentos y no se mueven de forma adecuada, se dice que existe baja motilidad espermática. Para determinar la motilidad espermática antes y después de la descongelación, se utilizó un analizador de semen digital (ISAS CASA), junto con una micropipeta de 10-100 μL , un portaobjetos y un cubreobjetos. El portaobjetos y el cubreobjetos se calentaron en una placa térmica a una temperatura de 38 $^{\circ}\text{C}$. Luego, se colocaron 10 μL de semen diluido en el portaobjetos y se cubrió con la lámina de cubreobjetos. La muestra preparada se llevó al microscopio del equipo ISAS CASA para su evaluación con un lente de 10x, tomando tres puntos de referencia para determinar el porcentaje de espermatozoides que presentan un movimiento rectilíneo y progresivo (considerado correcto), descartando aquellos que muestran un movimiento circular (anormal). Se analiza los espermatozoides que se mueven en progresión, se mueven insitu o los que no se mueven (22) (31).

7.2.2.3 Motilidad Masal

La motilidad en remolino, definida como el movimiento colectivo en espiral del total de espermatozoides presentes en la muestra, ha sido descrita por Ávalos et al. (2018) como un indicador cualitativo del vigor espermático. No obstante, su valoración como parámetro diagnóstico del potencial reproductivo de un semental presenta limitaciones, ya que no refleja de manera precisa la fisiología ni la funcionalidad real de la población espermática viable. Además, la existencia de múltiples técnicas procedimentales para su evaluación contribuye a una falta de estandarización que afecta directamente la repetibilidad de los resultados. La

mayoría de los métodos empleados se basan en observaciones visuales, altamente subjetivas, lo que incrementa significativamente la variabilidad interlaboratorio y entre operadores, comprometiendo la confiabilidad del dato como criterio objetivo de selección reproductiva (32).

7.2.2.4 Viabilidad espermática

La evaluación de la viabilidad de los espermatozoides se basa en procedimientos microscópicos que utilizan métodos de tinción simples o duales. Entre los más populares se encuentran la tinción eosina-nigrosina (EN) y la doble tinción. Estas técnicas se fundamentan en el principio de que las células muertas absorben la eosina a través de la membrana celular, lo que les confiere una tinción roja. Esto permite diferenciar entre espermatozoides viables e inviables, facilitando así la evaluación de la calidad del semen (33).

7.3 Anatomía, fisiología y comportamiento sexual del macho

7.3.1 Anatomía y fisiología del macho

Para comprender la fisiología reproductiva del macho en los camélidos sudamericanos, es fundamental conocer los órganos involucrados en este proceso, entre ellos el escroto y los testículos, el epidídimo y el conducto deferente, las glándulas accesorias, el pene y el prepucio. En la alpaca adulta, los testículos se encuentran en un escroto no colgante ubicado en la región perineal; son pequeños, de forma elíptica y se orientan con el eje mayor en sentido vertical o con una inclinación dorsocaudal oblicua. Durante el desarrollo embrionario, los testículos se forman en el interior del abdomen, en posición medial respecto al mesonefros, y descienden caudalmente hasta alcanzar el anillo inguinal profundo, luego atraviesan la pared abdominal para emerger en el anillo inguinal superficial, que corresponde a una ampliación del orificio por donde pasa el nervio genitocrural, completando finalmente su trayecto al descender al fondo del escroto. El tamaño testicular constituye un criterio importante para la selección de reproductores, ya que guarda una relación directa con la producción espermática, el desarrollo de la gónada y la manifestación del libido, por lo que, junto con la condición corporal, representa uno de los principales indicadores de capacidad reproductiva en los machos (24) (34).

Este proceso es crucial para asegurar que los espermatozoides estén completamente maduros y listos para la fertilización, está estrechamente adherido al testículo, con cierta práctica se puede palpar su cabeza, cuerpo y cola (35) (21).



Figura 2. Vista Prepucial

Fuente: Dionisio (36)



Figura 3. Porción libre del pene recubierta con la mucosa prepucial

Fuente: Dionisio (36)



Figura 4. Porción libre del glande de pene no recubierta con la mucosa prepucial

Fuente: Dionisio (36)

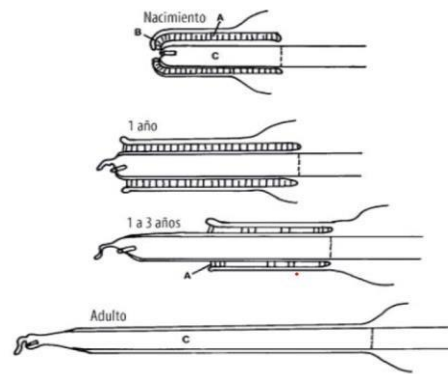


Figura 5. Diagrama de la adhesión prepucial en los camélidos sudamericanos, a) adhesión prepucial, b) prepucio y c) pene
Fuente: Dionisio (36)

7.3.2 Comportamiento sexual

Los machos pueden producir semen fértil cuando tienen alrededor de un año, a esa edad las adherencias naturales del pene con el prepucio impiden a más del 90% de los machos copular normal, a los 2 años el 70% ya lo tiene libre, mientras que 100% es a los 3 años, de ahí se generalizada sea destinar los machos a la reproducción. La ovulación en alpacas y llamas es inducida por la cópula, la eyaculación seminal es intrauterina, se ha encontrado la existencia de un Factor Inductor de la Ovulación en el plasma seminal. Este movimiento tiene como objetivo detectar la entrada de la vagina e iniciar la penetración, que puede continuar hasta alcanzar los cuernos uterinos (37).

A diferencia de otras especies, la hembra de camélido no presenta ciclos estrales definidos, sino que, en ausencia de cópula, puede mantenerse en un estado continuo de receptividad sexual durante un período de hasta 40 días, interrumpido solo por fases de rechazo que no superan las 48 horas (6).

Existen hembras que, al observar al macho, adoptan la posición de cópula sentada, en cubito esternal, con los cuatro miembros por debajo del cuerpo, lo que facilita el servicio al macho. Este comportamiento es crucial para seleccionar las hembras más receptivas y asegurar el éxito del empadre (38) (39).

7.3.2.1 Líbido sexual en machos

La libido, o impulso sexual, ha sido definida como la disposición y entusiasmo de un animal para intentar montar y servir a una hembra. Por otro lado, la habilidad de apareamiento describe la capacidad física del animal para completar el servicio. La capacidad de apareamiento se mide por el número de servicios alcanzados por el animal bajo condiciones estipuladas, e

incluye aspectos como la libido y la habilidad para la monta. Además, el tiempo de reacción se refiere al intervalo que transcurre entre el reconocimiento por parte del macho de un estímulo apropiado y la finalización del servicio. Estos factores son fundamentales para evaluar la efectividad reproductiva de los machos en el contexto del empadre (40). El término libido utilizado por primera vez por Freud para referirse a la fuerza por la cual el instinto sexual se representa en la mente, se ha utilizado cada vez más para referirse a algunos aspectos de la conducta sexual en los grandes animales domésticos (41).

Se entiende por libido la atracción o apetito sexual del macho frente a hembras en celo. En los Camélidos presenta características particulares con relación a las otras especies de rumiantes (39).

7.3.2.2 Evaluación de libido sexual

La evaluación de la libido en camélidos sudamericanos puede realizarse mediante diversos métodos, siendo uno de los más comunes el denominado “método del test”, el cual se basa en la asignación subjetiva de una puntuación para valorar tanto el interés sexual del macho como su habilidad de monta. Si bien no se han reportado estudios específicos sobre evaluación de la libido sexual en camélidos sudamericanos, se puede tomar como referencia el procedimiento utilizado en bovinos, como el descrito por Urviola et al., (42).

Diversos estudios han explorado métodos para la evaluación de la libido y la capacidad de servicio en especies domésticas, los cuales, aunque desarrollados principalmente en ovinos, resultan útiles como referencia para establecer protocolos adaptables a camélidos sudamericanos. Shingón (43) llevó a cabo un estudio sobre la evaluación de la libido y la capacidad de servicio en carneros de pelo, aplicando una prueba de rendimiento sexual que consistió en exponer individualmente a cada macho a una oveja inmovilizada con estro inducido durante 10 minutos en un corral de 4 × 4 metros, repitiendo la prueba dos veces con un intervalo de 10 días.

En cuanto a camélidos, Incahuanaco et al. (2021) analizaron la eficiencia reproductiva de machos de alpaca en relación con el tamaño testicular y los niveles hormonales durante la época reproductiva en condiciones de puna seca, con el objetivo de establecer la relación entre edad, concentración de testosterona y fertilidad de las hembras. Los resultados indicaron que el tamaño testicular varía en función de la edad del macho y que la concentración de testosterona se incrementa significativamente antes y después de la cópula, evidenciándose que una mayor

masa testicular se asocia con niveles más elevados de testosterona, influenciados por factores como la alimentación y el clima, lo cual repercute directamente en el desempeño reproductivo.

Tabla 2. Evaluación de la libido en un periodo de 20 minutos

Escala	Frecuencia (en 20 minutos)
Muy alta C.S	7 o más intentos
Alta C.S	4, 5 y 6 intentos
Media C.S	2 y 3 intentos
Baja C.S	0 y 1 intentos

Fuente: Blockey, (1987)

7.4 Correlaciones fenotípicas y genéticas entre medidas corporales y parámetros seminales en camélidos sudamericanos

En el ámbito de la selección reproductiva de camélidos sudamericanos (especialmente alpacas y llamas), la identificación de correlaciones fenotípicas y genéticas entre las medidas corporales (morfometría) y los parámetros seminales es clave para optimizar la elección de machos reproductores, reducir los costos de evaluación seminal directa y mejorar los programas de mejoramiento genético.

Las correlaciones fenotípicas y genéticas entre las medidas corporales y los parámetros seminales en camélidos sudamericanos permiten predecir, con eficiencia aceptable, la capacidad reproductiva de los machos. Su integración en programas de mejoramiento puede aumentar la eficiencia reproductiva y genética del hato, especialmente en zonas altoandinas donde el acceso a laboratorios de análisis seminal es limitado.

7.4.1 Evaluación morfométrica

Este enfoque permite una comprensión más precisa de las características morfológicas y estructurales de los organismos o del terreno, facilitando comparaciones y análisis en diversas disciplinas (44). La morfometría es una herramienta para cuantificar y analizar la variación morfológica la cual se refiere al estudio cuantitativo de la variación de las formas biológicas utilizando variables lineales como distancias, ángulos y proporciones que son analizadas por

métodos estadísticos multivariados, la producción científica en este campo se ha incrementado en las últimas décadas. Los estudios morfométricos indican si las variables de la forma de la estructura en estudio son o no distintas en las distintas etapas y en qué zona específica (45).

Muñoz (46) en su trabajo de grado realizado en la Universidad de Chile, llevó a cabo un estudio de caracterización morfométrica sobre un rebaño de alpacas de la raza Huacaya, con el objetivo de evaluar el comportamiento de diversas medidas corporales a lo largo del desarrollo del animal. Para ello, se midieron quince variables morfológicas previamente definidas: peso vivo, largo y ancho de la cabeza, distancia entre ojos, distancia de nariz a ojos, largo de las orejas, largo y perímetro del cuello, perímetro torácico, perímetro abdominal, largo dorsal, altura a la cabeza, altura a la cruz, altura a la grupa y distancia entre caderas.

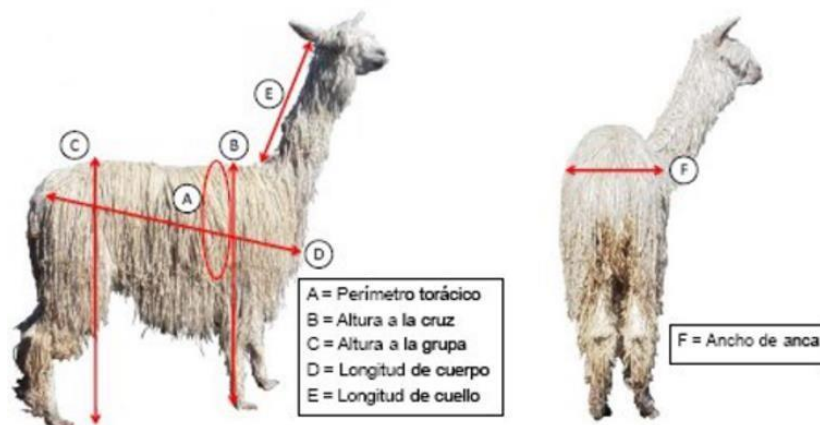


Figura 6. Medidas zoométricas en alpacas Suri

Fuente: Quispe, (2016)

7.4.2 Influencia de la calidad de fibra de alpacas en la calidad seminal.

No existe una correlación directa probada entre ambos caracteres, pero sí hay evidencia de interferencia fisiológica o desequilibrios si se selecciona solo por un rasgo por tanto en programas de mejoramiento, es crucial equilibrar los objetivos de producción de fibra con la preservación de la capacidad reproductiva. La calidad de la fibra de alpaca está determinada por el color, el diámetro y longitud de la fibra (48) (49).

El rizo se refiere a las ondas o el número de ondulaciones que se presentan a lo largo de la fibra. Se mide por el número de ondulaciones y la amplitud, que es la distancia de las ondas. Por otro lado, la longitud es el largo de la fibra y se mide en centímetros (cm) (Aguilar, 2012).



Figura 7. Partes de la fibra de alpaca

Fuente: Aguilar, 2012



Figura 8. Rizos

Fuente: Aguilar, 2012

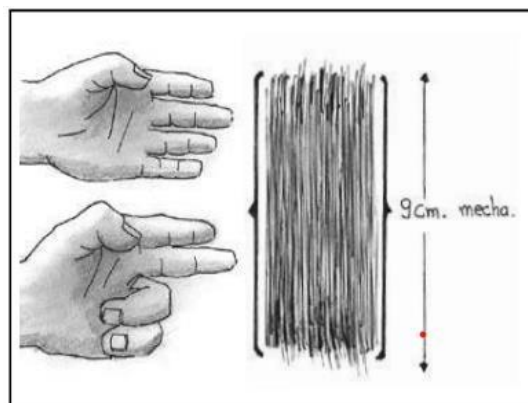


Figura 9. Longitud de mecha

Fuente: Aguilar, 2012

Según la clasificación propuesta por Quispe (47) la fibra de alpaca puede agruparse en distintas categorías en función de su finura medida en micras. La Alpaca Huarizo, correspondiente a una fibra gruesa con un diámetro superior a 29 micras, representa aproximadamente el 46 % del total. Le sigue la Alpaca Medium Fleece, que incluye fibras semifinas con diámetros entre 26,6 y 29 micras, y que abarca el 22 % de la producción. En una categoría de mayor calidad se encuentra la Alpaca Fleece, con fibras finas cuyo diámetro oscila entre 23,1 y 26,5 micras, representando el 20 % del total. Finalmente, solo un 12 % de la fibra corresponde a la Alpaca Baby, considerada como extrafina, con diámetros inferiores a 23,1 micras, y que es altamente valorada en la industria textil por su suavidad y calidad superior.

7.4.3 Influencia de la condición corporal

La condición corporal (CC) es un indicador del estado nutricional y metabólico de un animal. En los camélidos sudamericanos (alpacas y llamas), la CC tiene una influencia significativa sobre la función reproductiva, particularmente sobre la espermatogénesis y la calidad del semen. Un adecuado balance energético y proteico es necesario para el mantenimiento del tejido testicular, la producción hormonal y la integridad del espermatozoide. Así mismo, Shingón (43), realiza un trabajo de investigación Influencia de la Condición corporal sobre la frecuencia de monta de Alpacas machos, en este sentido, es muy importante definir en qué variables debe concentrarse cada productor según el tipo de explotación. La mayoría de las características de importancia económica están reguladas por una gran cantidad de genes y, además, están fuertemente influenciadas por factores ambientales. Esto implica que los productores deben considerar tanto la genética como el entorno al tomar decisiones sobre la gestión y mejora de sus animales (51).



Figura 10. Cuadro de escalas de evaluación

Fuente: Morales, (2023)

8. HIPÓTESIS:

Ha: La calidad de semen depende de las características fenotípicas y la frecuencia de extracción de semen en alpaca macho.

Ho: La calidad de semen no depende de las características fenotípicas y la frecuencia de extracción de semen en alpaca macho.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Localización

El estudio se realizará en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga sector Salache en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

9.1.1 Datos geográficos

Longitud: 0°59'53.3"S Latitud:

78°37'27.8"W

Altitud: 2757,59 m.s.n.m.

9.2 Materiales

9.2.1 Materiales de oficina

- Resma de papel □ Internet (horas)
- Anillados
- Empastados
- Copias
- Lápiz, marcadores, esferográficos
- Memory flash

9.2.2 Materiales de campo

- Electro eyaculador
- Guantes de manejo
- Tubos de falcón
- Gasas o algodón
- Papel aluminio
- Termómetro

- Cooler
- Sogas
- Jeringas de 20 ml
- Catéteres de inseminación
- Guantes ginecológicos
- Lubricante en gel

9.2.3 Materiales de laboratorio

- Contenido eyaculado
- Guantes
- Microscopio simple
- Cámara de Neubauer
- Tubos de falcón de 15ml
- Vasos de precipitación
- Jeringas de 3, 5ml
- Tubos con muestras seminales
- Gotero
- Puntas de pipetas
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Colorantes (eosina)
- Termómetro
- Rampilla metálica
- Agua destilada
- Diluyente Andromed CSS One Step
- Baño Maria

9.3 Diseño de la investigación

9.3.1 Investigación descriptiva

Es un procedimiento utilizado para describir las características del fenómeno, sujeto o población a estudiar. A diferencia del método analítico, este enfoque no se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno, sino que se limita a observar lo que sucede sin buscar una explicación. Su objetivo principal es recopilar datos y proporcionar una descripción detallada de las características observadas busca las características del fenómeno estudiado que le interesan al investigador, se emplea cuando se tiene poca información del fenómeno

9.3.2 Método observacional

La observación se emplea principalmente para registrar eventos que ocurren de forma natural en la vida de los animales, permitiendo al investigador obtener información directa sobre su comportamiento, morfología o interacciones. Este método puede clasificarse en dos modalidades: observación directa e indirecta. La observación directa ocurre cuando el investigador presencia el fenómeno en tiempo real y en su contexto natural, permitiéndole analizar el objeto de estudio sin intermediarios. Por otro lado, la observación indirecta se lleva a cabo mediante el análisis de registros previos, como documentos escritos, fotografías, grabaciones de video u otros medios audiovisuales. En este caso, el investigador no interactúa con el objeto de estudio en el momento de la observación, pero aun así accede a información valiosa a través de fuentes documentadas.

9.4 Estudio de caso

Este tipo de investigación observacional se basa en el estudio de un individuo o de un pequeño grupo de ellos. En la cual se investiga en profundidad sobre las diferentes experiencias y comportamientos de los sujetos de estudio, esto nos permiten comprender mejor las diferencias en el comportamiento de los animales.

9.5 Diseño no experimental

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos

Este diseño permitió evaluar de forma sistemática el impacto de cada tratamiento sobre cada grupo analizado.

Factor A - Animal

A1 - LA

A2 - Manolo

A3 - 814

Factor B - Semanas

S1

S2

S3

Factor C - Características del semen

C1 - macroscópicas

C2 - microscópicas

9.6 Enfoque correlacional transaccional

Se enfoca en investigar la relación entre dos o más variables, aunque no se puede establecer causalidad, se pueden hacer predicciones basados en las correlaciones observadas. En estos diseños lo que se mide es la relación entre variables en un tiempo determinado. La diferencia entre los diseños transeccionales descriptivos y los correlacionales causales puede expresarse gráficamente.

Variables

- Características macroscópicas del semen
- Características microscópicas del semen
- Frecuencia de colección
- Evaluación de libido
- Morfometría
- Calidad de fibra

9.7 Metodología de campo

La investigación se llevó a cabo con tres machos, utilizando una alpaca hembra receptiva y un maniquí con el propósito de estimular la conducta de monta y facilitar la extracción de semen. El proceso se inició con el entrenamiento de los machos para el desenvaine y la habituación al estímulo eléctrico. La recolección de semen se realizó mediante electroeyaculación, aplicando un protocolo basado en estímulos eléctricos de entre 10 y 16 voltios, con ciclos de estimulación de 5 segundos seguidos por periodos de reposo de entre 5 y 10 minutos.

Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación de la calidad seminal tanto a nivel macroscópico como microscópico, relacionando los parámetros de calidad y cantidad del eyaculado con la frecuencia de colección. Adicionalmente, se evaluaron la condición corporal y la libido sexual de los ejemplares, los cuales también fueron sometidos a esquila y mediciones

morfométricas. Se tomaron muestras de fibra en la región costillar para el análisis del diámetro en un laboratorio especializado, y de manera simultánea se midió la longitud de mecha de la fibra para complementar el estudio fenotípico.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 10.1 EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCIÓN DE SEMEN

SOBRE PARAMETROS MACROSCÓPICOS

Al analizar la figura 11, en la determinación del potencial hidrogeno (pH), para lo cual se considera la frecuencia de la extracción (expresada en semanas), en tres animales evaluados (ANIMAL_1, ANIMAL_2 y ANIMAL_3), se puede manifestar que los resultados en la semana uno se presenta un valor inicial uniforme: evidenciando que todos los animales evaluados presentaron un pH constante de 7.0, lo que indica un estado basal similar en la calidad seminal, siendo este neutro, típico del semen de los mamíferos.

Mientras que en la semana 2 se presentó un aumento diferenciado del pH, entre el ANIMAL_1 y ANIMAL_3 quienes muestran un incremento a 7.3, sugiriendo un cambio en la composición seminal ante la frecuencia de extracción, con relación al ANIMAL_2 quien mantiene el pH de 7.0. Esta variación podría indicar que los animales 1 y 3 responden al estímulo repetido con ajustes fisiológicos que alteran el pH seminal, que posiblemente mejoran las condiciones para la movilidad espermática.

Por otro lado, la semana 3 permite determinar cambios leves en la composición seminal, el ANIMAL_1 mantiene el valor elevado de 7.3, estableciendo un pH más alcalino. El ANIMAL_2 sube levemente a 7.1, lo que puede indicar una respuesta tardía a la frecuencia de extracción. Y finalmente el ANIMAL_3 regresa al pH inicial de 7.0, mostrando una variabilidad individual.

Con base en lo anterior se puede manifestar que los valores presentados en el análisis seminal del pH mostraron diferencias individuales a lo largo de las tres semanas de evaluación. Estos resultados indican que la frecuencia de extracción podría influir en la calidad del semen.

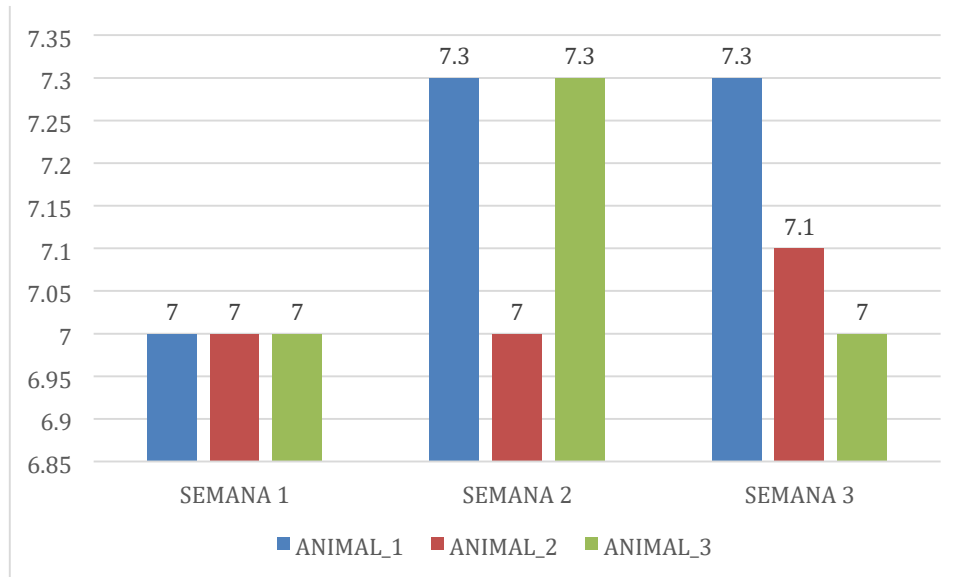


Figura 11. Potencial Hidrogeno (pH)

En la figura 11 en relación al pH del semen se observa que hay un aumento transitorio del pH en la semana 2, particularmente en los animales 1 y 3, el cambio en pH no es constante ni progresivo; hay una fluctuación puntual en la semana 2, El pH fisiológico óptimo del semen suele estar entre 7.0 y 7.5 en muchas especies, Un pH de 7.3 sigue siendo aceptable, pero los cambios abruptos podrían estar asociados a: cambios en la dieta, estrés, estado de salud, contaminación del eyaculado por orina o secreciones.

Para el análisis del color del eyaculado se diseña una escala arbitraria con las siguientes características: oscuro, translucido y sanguinolento. Se puede manifestar que el 100% de las muestras colectadas presentaron color translucido, frente al 0% de oscuros y sanguinolentos respectivamente. El estudio realizado por Apaza (2020) mide un pH de 7.1, con tendencia a alcalinidad y el color que predominó fue el blanco translucido. Siendo el pH normal en camélidos sudamericanos de 6.5 – 7.5.

10.1.1 EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE EXTRACCION DE SEMEN SOBRE PARAMETROS MICROSCOPICOS

Al analizar la tabla 3. Se puede determinar que existe una disminución progresiva en la media de la concentración de semen: En la semana 1: la media es de 73.3, ocupando el primer lugar, la semana 2 presenta una media de 67.0 y finalmente la semana 3 presento una media de 56.0, respectivamente. Lo que permite establecer que a mayor frecuencia de extracción (días/semana), disminuye la concentración seminal.

La mediana también asciende ligeramente de 40.0 a 55.0, lo cual indica que esta tendencia pueda estar influenciada por algunos factores.

Mientras que la desviación estándar disminuye drásticamente desde la semana 1 de (94.5) hasta la semana 3 a (18.5), lo que indica que los valores se hacen más consistentes con el tiempo.

Referente a la asimetría esta es positiva en todas las semanas, la semana 1 y 2 tienen valores > 1 (1.39 y 1.57), indicando una cola larga a la derecha, es decir, que existen algunos valores que son altos por lo tanto elevan la media. Por otro lado, la semana 3 tiene una asimetría más moderada (0.242), lo que sugiere una distribución más simétrica.

Tabla 3. Análisis de la concentración de semen para determinar el efecto de diferentes frecuencias de extracción.

Descriptivas			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
Media	73.3	67.0	56.0
Mediana	40.0	51.0	55.0
Desviación estándar	94.5	37.6	18.5
Asimetría	1.39	1.57	0.242
Error est. asimetría	1.22	1.22	1.22

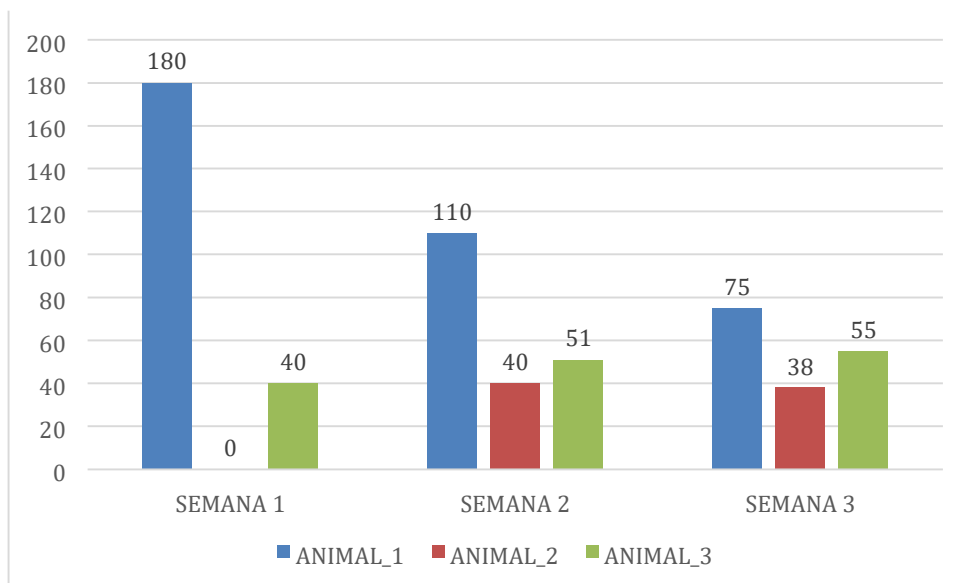


Figura 12. Concentración de semen para determinar el efecto de diferentes frecuencias de extracción.

Al analizar la figura 12, se puede determinar que existe una disminución progresiva en las medias en la semana 1, evidenciando esta respuesta en el animal 2 y animal 3 respectivamente, estableciendo que no existen diferencias significativas entre las semanas, pudiendo determinar que la concentración de semen disminuye a mayor frecuencia de extracción, respectivamente.

Los resultados obtenidos en la tabla 3 y reflejados en la figura 12 indican que la frecuencia de una extracción semanal registró una mayor concentración espermática en comparación con las frecuencias de dos y tres veces por semana. Este hallazgo sugiere que un mayor intervalo entre extracciones favorece la acumulación y maduración de espermatozoides en el epidídimo, optimizando la densidad espermática por eyaculado.

Este patrón coincide con lo descrito por Fernández-Baca (1991), quien señaló que, en camélidos sudamericanos, períodos prolongados sin extracción permiten una mayor reserva espermática, lo que repercute directamente en la concentración del eyaculado (52). De igual manera, estudios recientes en alpacas confirman que la extracción excesivamente frecuente reduce la concentración debido a una menor disponibilidad de espermatozoides epididimarios por colecta (21).

Por tanto, estos resultados respaldan el uso de una frecuencia moderada de extracción seminal como estrategia favorable para obtener muestras con mayor concentración, lo cual es clave en programas de inseminación artificial y conservación genética (53).

Bravo y cols. (1997) manifiesta que, en colectas diarias frecuentes, algunos machos llegaron a eyacular solo plasma seminal al tercer día consecutivo de colecta diaria, Bravo et al. (y Garnica et al., 1995) observó mortalidad espermática y vitalidad muy baja al coleccionar con demasiada frecuencia

Johana Elizabeth Garcés Cabrera (2017), en su estudio evaluación de las características macroscópicas y microscópicas de semen fresco de alpaca, con intervalos de extracción (2, 4 y 6 días) concluye que un intervalo de extracción de 6 días (con oligoelementos) produjo la mejor calidad seminal corroborando que la administración de oligoelementos y vitaminas puede mejorar significativamente la calidad del semen en camélidos sudamericanos, especialmente en alpacas y llamas. Estos nutrientes son esenciales para la espermatogénesis, la motilidad espermática, la integridad del espermatozoides según Bravo y Alarcon (2015).

ANORMALIDADES

Al analizar la tabla 4, se pudo determinar que la semana 1 presenta una media del (30), mientras que la mediana presenta un valor promedio de (10), lo que indica que la mayoría de los animales presentaron baja proporción de anomalías. Mientras que presenta asimetría alta (positiva con un valor de 1.63), respectivamente. Estableciendo que una alta dispersión ($DE = 43.6$) sugiere gran variabilidad individual.

En la semana 2 se puede observar que existe un aumento marcado en la media con un valor de (68.7) y la mediana con un valor de (95), indicando que casi todos los animales presentaron altas anomalías espermáticas.

Por otro lado la semana 3, sigue presentando niveles aún altos de anomalías (media 65.3, mediana 85).

Tabla 4. Anormalidades

Descriptivas			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
Media	30.0	68.7	65.3
Mediana	10.0	95.0	85.0
Desviación estándar	43.6	50.0	47.6
Asimetría	1.63	-1.71	-1.54
Error est. asimetría	1.22	1.22	1.22

Mientras que al analizar la figura 13, se pudo determinar que existe un incremento claro de anomalías entre la semana 1 y las semanas 2 y 3, lo permite determinar una coincidencia con mayor frecuencia de extracción. Esta situación puede deberse a que una extracción muy frecuente disminuye la maduración espermática, altera la morfología y favorece defectos estructurales. El aumento en anomalías podría impactar negativamente la fertilidad de los machos, reduciendo la tasa de concepción. La frecuencia de extracción influye directamente en la calidad espermática, especialmente en parámetros morfológicos.

Los resultados reflejados en la tabla 4 y figura 13 indican que las frecuencias más elevadas de extracción seminal (dos y tres veces por semana) están asociadas con un incremento

significativo en las anomalías espermáticas, mientras que la frecuencia de una vez por semana presentó los valores más bajos.

Este fenómeno puede atribuirse a un menor tiempo de maduración espermática en el epidídimo cuando las extracciones son frecuentes, lo que puede conducir a defectos estructurales tanto en cabeza como en cola. Según Valdivia y col. (2016), la frecuencia de extracción influye directamente en la calidad celular del eyaculado en alpacas, observándose un aumento de defectos morfológicos cuando el periodo de reposo es insuficiente (54).

De manera similar, Paulenz et al. (2002) señalaron que las anomalías pueden incrementarse debido al estrés fisiológico que sufre el epitelio testicular ante colectas continuas, afectando el proceso espermatogénico. Estos hallazgos refuerzan la importancia de establecer frecuencias de extracción óptimas que aseguren la viabilidad y morfología normal de los espermatozoides para fines reproductivos (55).

Ordóñez et al. (2012–2013). Dice que las frecuencias excesivas provocan pérdida de calidad de semen, incluyendo morfología deteriorada, no se encontró un efecto significativo sobre la concentración espermática, pero sí un incremento en la proporción de espermatozoides con anomalías morfológicas a medida que la frecuencia de colectas era diaria.

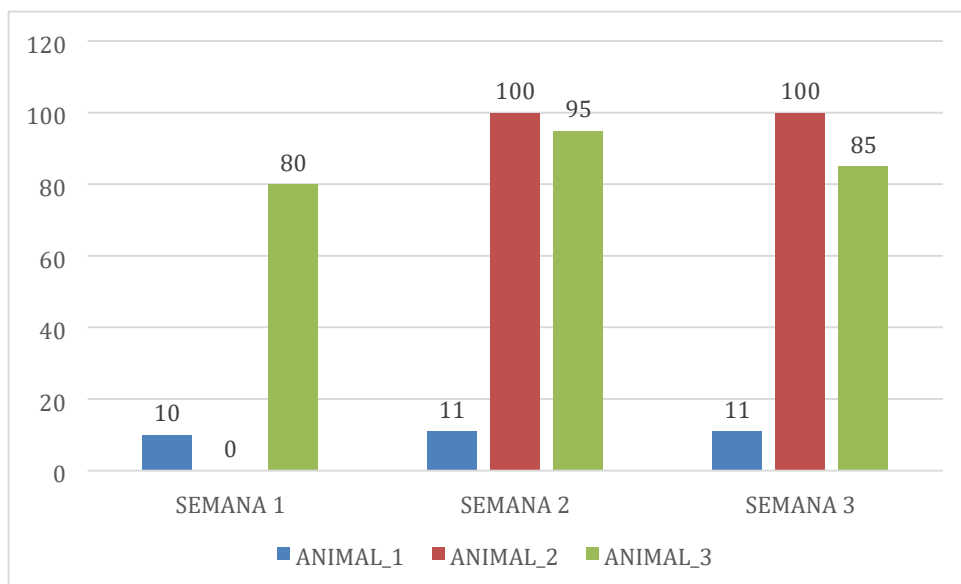


Figura 13. Presencia de anomalías presentes en el semen para determinar el efecto de diferentes frecuencias de extracción.

Al analizar la tabla 5 para la variable vivos, se puede determinar que esta presentó valores consistentemente bajos en todas las semanas, con medianas inferiores al 5%, lo que sugiere una viabilidad espermática comprometida. Las medias se mantuvieron alrededor del 24 en las semanas 1 y 2, disminuyendo ligeramente en la semana 3. Las distribuciones fueron altamente asimétricas y dispersas, con asimetría significativa positiva, lo cual refleja que algunos animales presentaron porcentajes elevados mientras la mayoría registró valores muy bajos. Estos resultados indican que la frecuencia de extracción no favorece la viabilidad espermática y podría estar asociada a efectos negativos sobre la calidad celular del semen. La viabilidad espermática es un indicador crítico de fertilidad. Resultados con medianas entre el 2% y 4% son biológicamente inadecuados para una reproducción exitosa. La presencia de valores tan bajos sugiere problemas fisiológicos o estrés por sobreestimulación/extracción frecuente.

Tabla 5. Vivos

Descriptivas			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
Media	24.3	24.0	19.7
Mediana	3.00	2.00	4.00
Desviación estándar	39.6	39.8	30.7
Asimetría	1.72	1.73	1.70
Error est. asimetría	1.22	1.22	1.22

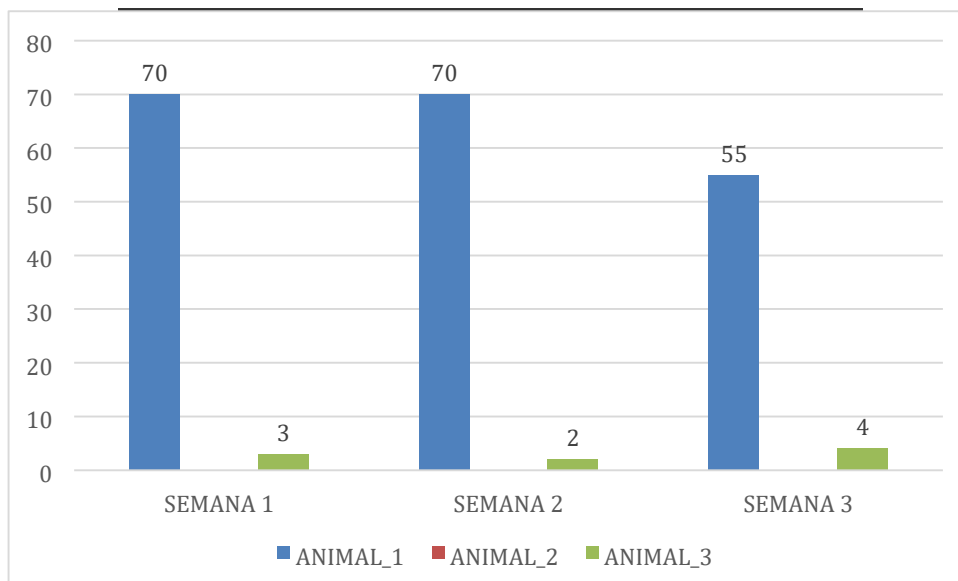


Figura 14. Presencia de vivos presentes en el semen en la determinación del efecto de diferentes frecuencias de extracción

Al analizar la figura 14, se puede observar que el Animal 1 mantiene porcentajes elevados de espermatozoides vivos en las tres semanas, con una ligera disminución en la semana 3. Por el contrario, el Animal 3 presenta valores muy bajos de viabilidad (<5%) durante todo el período evaluado, y el Animal 2 no muestra actividad espermática visible en la figura. Las diferencias individuales son notables, lo que evidencia que la respuesta a la frecuencia de extracción varía entre machos. La media general se ve elevada por un solo individuo, mientras que la mediana y la asimetría indican que la mayoría de los animales presentan viabilidad comprometida, esto resalta la necesidad de individualizar el manejo reproductivo en alpacas y evitar protocolos únicos en todos los ejemplares.

Los resultados evidencian que la frecuencia de una extracción semanal se asoció con el mayor porcentaje de espermatozoides vivos, mientras que las frecuencias de dos y tres veces por semana mostraron una disminución progresiva en la viabilidad celular.

Este comportamiento puede explicarse por el efecto que tiene la sobreestimulación sexual en la función espermatogénica y epididimaria. Una mayor frecuencia de extracción no solo reduce el tiempo de maduración espermática, sino que también puede inducir estrés oxidativo testicular, lo que compromete la integridad de la membrana plasmática espermática. Este efecto ha sido descrito por Aisen et al. (2000), quienes observaron que una recuperación incompleta entre colectas reduce la proporción de espermatozoides funcionalmente viables (56).

Asimismo, investigaciones en alpacas por Pacheco et al. (2018) han confirmado que el tiempo de reposo sexual es determinante para mantener una proporción adecuada de espermatozoides vivos, siendo el intervalo semanal el más favorable en términos de calidad biológica (57).

Bravo (2000) proporciona evidencia empírica en camélidos sudamericanos de que una alta frecuencia de extracción (hasta 3 veces al día) no reduce significativamente el porcentaje de espermatozoides vivos (vitalidad), aunque sí afectan otros parámetros como concentración y anomalías morfológicas

10.2 ANALISIS DE LA LIBIDO SEXUAL DEL MACHO FRENTE AL ESTIMULO DE LA HEMBRA Y MANIQUI

LIBIDO

Al analizar el grafico 15 en el analisis del libido sexual del macho frente al estímulo de la hembra y el maniquí, se puede manifestar que a mayor aproximación a la hembra, todos los animales mostraron un incremento perceptible en interés de acercamientos (de 2-3 y de 3-4), permitiendo establecer que existe una atracción visual o de olfato superior al estímulo real.

Se puede concluir que la presencia de una hembra receptiva estimula más el comportamiento de acercamiento, aunque no siempre se traduce en más montas, pero sí en un estado de excitación más marcado. Por otro lado, la libido y aceptación (capacidad del macho para iniciar acercamientos y montas) en los datos obtenidos permiten determinar que estos no varían significativamente entre estímulos.

Paxipatty-Quispe et al. (2017) concluye que la presencia de una hembra receptiva como estímulo sexual, especialmente en combinación con maniquí, aumenta la libido y aceptación de monta de machos alpacas, frente a usar solo maniquí.

Molina Panchi y Segovia Villacis (2023) indican que los métodos que involucraron hembra receptiva mostraron mayor éxito comparado con el maniquí solo, evidenciando la importancia del estímulo femenino en libido

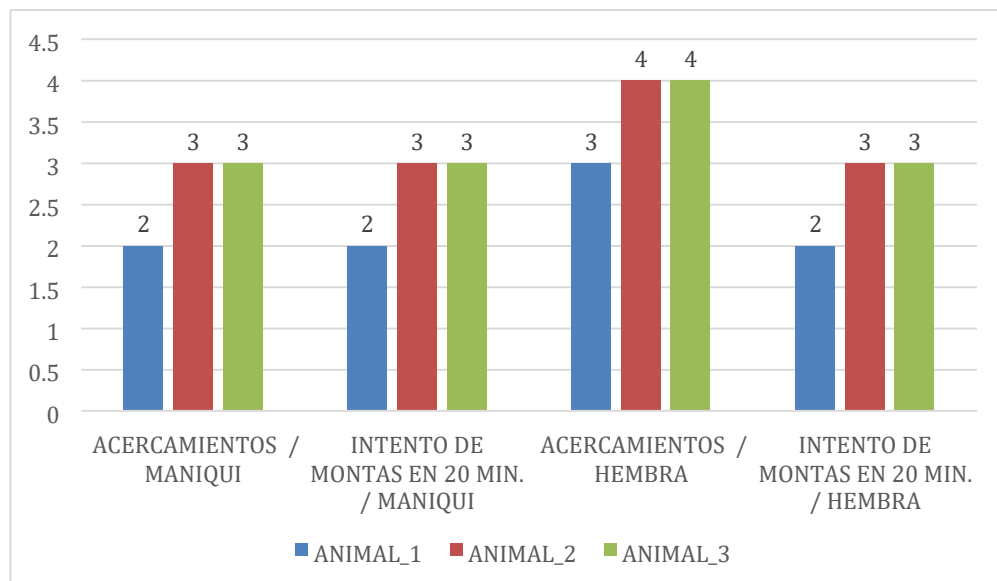


Figura 15. Presencia del Libido en el semen en la determinación del efecto de diferentes frecuencias de extracción

10.3 CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE ALPACAS MACHOS COMO ANIMAL TIPO PARA REPRODUCTOR.

Al analizar la tabla 6, para la variable morfometría se puede determinar que existen medidas situadas en el rango alto de valores reportados, lo cual es apropiado y sugiere selección de machos bien conformados. Mientras que las desviaciones estándar inferiores son inferiores a 10 en todas las variables, permitiendo establecer que no existe diferencia estadística, con respecto a los parámetros altura cruz presenta valores ± 2.12 , longitud cuero ± 3.54 y pudiendo determinar que la altura de la grupa tiene mayor dispersión ± 8.49 , lo que indica que existe heterogeneidad morfológica en esa medida. Pudiendo concluir que esto es razonable, debido a que la homogeneidad moderada es deseable, pero la existencia de diferencias naturales en grupo y cruz/grupa pueden reflejar diversidad de conformación anatómica. Mientras que al determinar la normalidad según Shapiro Wilk, se puede establecer que existe diferencia estadística en la variable largo de la cabeza, corroborando la diferencia entre edades en cada uno de los animales que formaron parte de la investigación.

Tabla 6. Estadística Descriptiva para la Morfometría

Descriptivas							
	PERIMETRO TORACICO	ALTURA DE LA CRUZ	ALTURA DE LA GRUPA	LONGUITUD DE CUERO	LARGO DE LA CABEZA	LARGO DE LA CARA	LARGO DEI COPETE
Media	101	87.5	90.0	90.5	29.7	13.5	18.7
Mediana	99.0	87.5	90.0	90.5	29.0	13.5	19.0
Desviación estándar	6.66	2.12	8.49	3.54	1.15	0.707	1.53
Varianza	44.3	4.50	72.0	12.5	1.33	0.500	2.33
Asimetría	1.06	---	---	---	1.73	---	-0.935
Error est. asimetría	1.22	---	---	---	1.22	---	1.22
W de Shapiro-Wilk	0.953	---	---	---	0.750	---	0.964

Valor p de Shapiro-Wilk	0.583	---	---	---	<.001	---	0.637
--------------------------------	-------	-----	-----	-----	-------	-----	-------

Tabla 7. ANOVA de un factor

Kruskal-Wallis			
	χ^2	gl	p
PERIMETRO TORACICO	2.00	2	0.368
ALTURA DE LA CRUZ	1.00	1	0.317
ALTURA DE LA GRUPA	1.00	1	0.317
LONGITUD DE CUERO	1.00	1	0.317
LARGO DE LA CABEZA	2.00	2	0.368
LARGO DE LA CARA	1.00	1	0.317
LARGO DEL COPETE	2.00	2	0.368

La tabla 7, para el análisis de varianza de un factor para cada una de las variables estudiadas en la investigación se puede manifestar que no existe diferencias estadísticas entre cada una de ellas, existiendo solamente diferencia matemática; permitiendo establecer que la edad juega un papel muy importante en las características morfométricas del animal, y este será quien difiera el comportamiento particular de cada uno, figura 16.

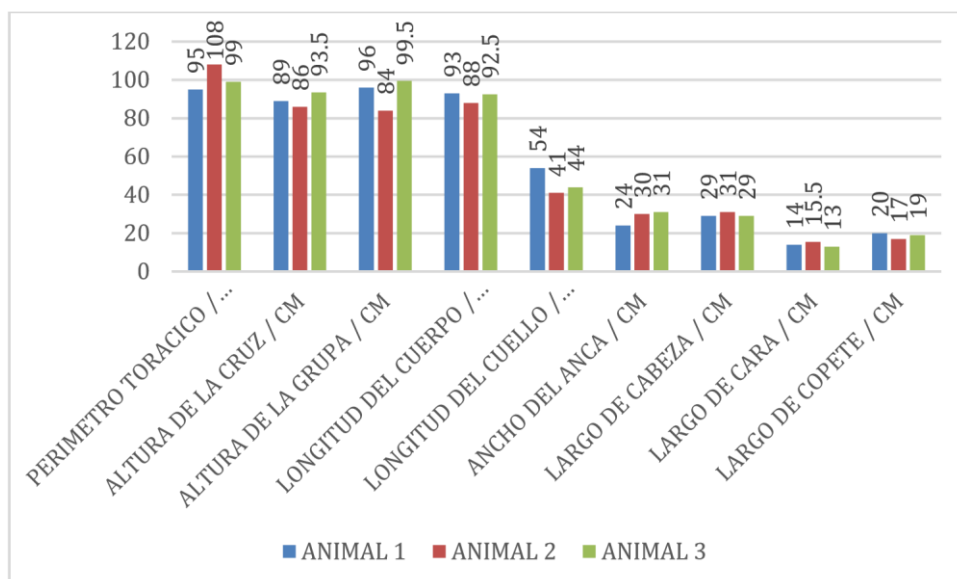


Figura 16. Presencia de la morfometría en el semen en la determinación del efecto de diferentes frecuencias de extracción Al analizar la tabla 8, para realizar el análisis de la calidad de la fibra se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis dado a que no se encontró diferencias significativas en ninguna de sus variables. El valor de p ($p = 0.368$) se presentó en todas las variables analizadas siendo estas mayores que 0.05, lo que indica que no hay diferencias significativas entre los grupos (frecuencias de extracción de semen) respecto a ninguna de las variables relacionadas con la calidad de la fibra. En tal virtud se manifiesta que la frecuencia de extracción de semen no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la calidad de la fibra en alpacas, al menos en lo que respecta al diámetro, largo y peso del vellón (manto y bragas), respectivamente. Siendo esto relevante porque indica que se puede trabajar en programas de recolección de semen (para inseminación artificial u otros fines reproductivos).

Tabla 8. Calidad de la Fibra

Kruskal-Wallis			
	χ^2	gl	p
DIAMETRO DE LA FIBRA	2.00	2	0.368
LARGO DE LA FIBRA	2.00	2	0.368
PESO DEL MANTO	2.00	2	0.368
PESO DE LAS BRAGAS	2.00	2	0.368

Al analizar la tabla 9, se puede manifestar que la variable larga de la fibra presento una media de 18.3 cm, presentando una longitud adecuada para el procesamiento textil, presento una asimetría positiva alta (1.73): lo que indica que existe una distribución hacia la derecha; existiendo valores muy altos que influyen en la media. Con una (desviación estándar de 0.577 cm). Para la variable peso del manto este presento un valor medio de 2.21, con asimetría negativa fuerte de (-1.69), indica una desviación hacia la izquierda. En la variable peso de las bragas este presento una media de 0.903 lo que indica una distribución simétrica. Con una desviación estándar baja de (0.166): demostrando que existe poca variabilidad entre animales.

Tabla 9. Análisis descriptivo de largo de la fibra, peso del manto y peso de las bragas.

Descriptivas	LARGO DE LA FIBRA	PESO DEL MANTO	PESO DE LAS BRAGAS
--------------	-------------------	----------------	--------------------

Media	18.3	2.21	0.903
Mediana	18.0	2.37	0.920
Desviación estándar	0.577	0.327	0.166
Varianza	0.333	0.107	0.0274
Asimetría	1.73	-1.69	-0.448
Error est. asimetría	1.22	1.22	1.22
W de Shapiro-Wilk	0.750	0.813	0.992
Descriptivas			
	LARGO DE LA FIBRA	PESO DEL MANTO	PESO DE LAS BRAGAS
Valor p de Shapiro-Wilk	<.001	0.146	0.833

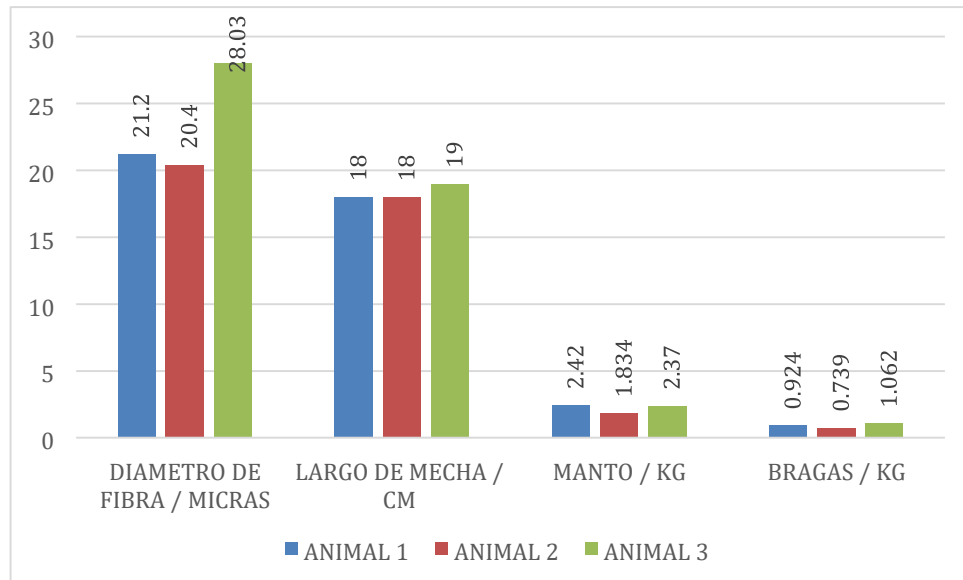


Figura 17. Presencia de la morfometría en el semen en la determinación del efecto de diferentes frecuencias de extracción. Al analizar la figura 17, se puede determinar que en el diámetro de la fibra el animal 3 tiene el valor más alto (28.03 μm), lo que indica fibra más gruesa y de menor calidad textil, el animal 2 tiene la fibra más fina (20.4 μm), estableciendo el rango ideal para fibra de alpaca de alta calidad que se encuentra entre (18–22 μm), esta diferencia entre animales podría estar influenciada por factores genéticos, edad, estado fisiológico o el mismo manejo.

En la variable largo de mecha (cm), todos los animales tienen un largo de fibra muy similar (18–19 cm), lo que indica homogeneidad en esta característica. Siendo este parámetro importante para el hilado ya que todos se encuentran en un rango aceptable. Con respecto al peso del manto el animal 1 muestra el mayor rendimiento con (2.42 kg), seguido del Animal 3 que presentó un valor de (2.37 kg). Mientras que el animal 2 tiene el rendimiento más bajo con

(1.83 kg), lo que puede estar relacionado con su menor tamaño corporal o edad, pudiendo concluir que todos los pesos del manto están dentro de un rango productivo aceptable para alpacas de buena calidad; para la variable peso de las bragas el animal 3 ocupa el primer lugar con valores de (1.062 kg), lo que indica un mayor rendimiento total de fibra, mientras que el animal 2 vuelve a tener el menor peso (0.739 kg), respectivamente.

Relación de la calidad de semen, libido sexual y edad con la mejor característica morfométrica

Al analizar la tabla 10, se puede determinar que el valor $p = 0.368$ en todos los casos indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de frecuencia de extracción de semen respecto a la calidad del semen, expresión de la libido sexual, edad y a sus características morfométricas. Esto significa que, desde el punto de vista estadístico, la frecuencia de extracción no altera significativamente ninguna de las variables en estudio.

Tabla 10. Relación de la calidad de semen, libido sexual y edad con la mejor característica morfométrica

Kruskal-Wallis			
	χ^2	gl	p
CALIDAD DE SEMEN	2.00	2	0.368
LIVIDO/MANIQUE/HEMBRA	2.00	2	0.368
EDAD	2.00	2	0.368
MORFOMETRIA	2.00	2	0.368

En la calidad del semen, no se encontraron diferencias entre grupos, lo cual sugiere que la frecuencia de extracción no compromete la calidad seminal (volumen, concentración, motilidad, etc.), siendo esto clave para programas de recolección continua o bancos de semen. En el Libido (con maniquí o hembra), la respuesta sexual de los machos no varía con la frecuencia de extracción, pudiendo interpretarse como una libido sexual estable, importante para programas de inseminación artificial o colecta sistemática, mientras que con respecto a la edad y la morfometría estas no presentaron diferencia significativa.

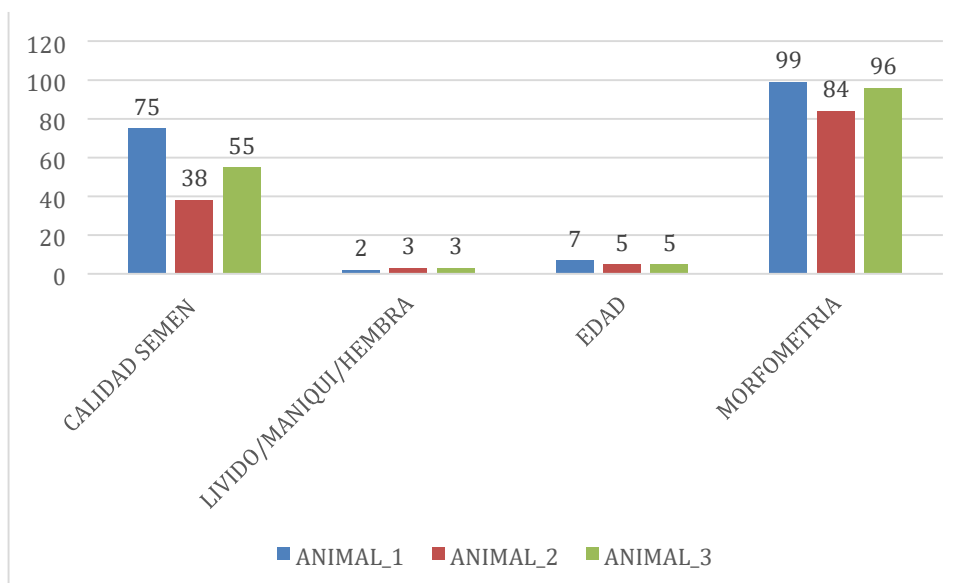


Figura 18. Presencia de la morfometría en el semen en la determinación del efecto de diferentes frecuencias de extracción. Al analizar la figura 18, se puede determinar que en la variable calidad del semen el Animal 1 muestra la mejor calidad seminal (75), seguido por Animal 3 (55) y el Animal 2 (38). Esto podría estar vinculado a la edad o mejor desarrollo morfométrico del animal. Sin embargo, en el test de Kruskal-Wallis no fue estadísticamente significativo, lo cual indica que esta diferencia podría deberse a variación individual y no al tratamiento (frecuencia de extracción). En la variable libido (contacto con maniquí/hembra), todos los animales evaluados presentan niveles bajos y similares de libido (2–3), sin presentar diferencias relevantes, permitiendo determinar que la frecuencia de extracción no afecta la expresión sexual en el animal. Con respecto a la edad el animal 1 es el de mayor edad (7 años), mientras que los otros dos tienen 5 años, siendo esto relevante porque el mayor desempeño en calidad seminal y morfometría de Animal 1 podría estar influenciado por su mayor desarrollo fisiológico; y finalmente en la morfometría, el animal 1 es quien presenta mejores resultados con (99), seguido por el Animal 3 con (96) y finalmente el Animal 2 con (84). Permitiendo determinar que es posible que exista una correlación positiva entre morfometría y calidad seminal, lo cual es lógico desde un punto de vista reproductivo y puede ser útil para selección genética (61).

Los resultados de la figura 18 revelan que las dimensiones morfométricas del espermatozoide alpaca (longitud de cabeza, pieza intermedia y cola) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre las distintas frecuencias de extracción. Esto sugiere que, a diferencia de otras variables como la concentración o viabilidad, la morfometría espermática se mantiene relativamente constante a pesar de los cambios en el ritmo de colecta (59).

Este hallazgo es consistente con lo descrito por Valdivia et al. (2015), quienes señalan que la morfometría espermática es una característica altamente determinada genéticamente, con escasa variabilidad asociada a factores ambientales o de manejo en el corto plazo. Asimismo, estudios realizados por Lichtenheld et al. (2020) en camélidos sudamericanos indicaron que las alteraciones morfométricas suelen estar más relacionadas con alteraciones fisiológicas profundas, como deficiencias nutricionales o patologías testiculares, y no con la frecuencia de extracción (58) (60).

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impactos técnicos

Un estudio sobre la frecuencia de extracción y su efecto en la calidad seminal en camélidos sudamericanos tiene impactos técnicos directos sobre la mejora de la producción, la conservación genética, el bienestar animal y la aplicación de biotecnologías reproductivas. Además, ofrece bases científicas para desarrollar programas reproductivos sostenibles y eficientes adaptados a condiciones locales. La libido se convierte en un criterio técnico de selección: un macho con alta calidad seminal, pero bajo comportamiento sexual puede no ser apto para programas reproductivos intensivos, permite diferenciar entre machos funcionalmente fértiles y aquellos con baja utilidad práctica

. La identificación de animales con mejores características reproductivas y productivas mediante criterios medibles y replicables permite a los productores tomar decisiones. Además, estimula la formación de jóvenes técnicos, zootecnistas y veterinarios en reproducción animal aplicada a camélidos y generar empleo local en centros de reproducción, programas de manejo genético o asistencia técnica

Impactos sociales

Refuerza el rol social de los camélidos como animales estratégicos para la seguridad alimentaria y la identidad cultural de los Andes, al acceder a resultados concretos sobre manejo reproductivo, las comunidades pueden tomar decisiones informadas sobre el uso de sus animales, sus machos reproductores y estrategias de cruzamiento, fortalece la organización comunitaria en torno a núcleos genéticos, ferias reproductivas y bancos de semen.

Impactos económicos

Mejora de la economía familiar campesina incrementando la eficiencia reproductiva de alpacas, aumentando la disponibilidad de crías con mejor calidad genética, mayor tasa de reproducción implica más fibra, carne o crías para venta o autoconsumo, lo que se traduce en mayores ingresos para familias alpaqueras, representa una estrategia clave para elevar la rentabilidad de los sistemas de producción altoandinos, donde esta especie constituye una fuente primaria de ingresos, sustento y empleo rural.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El estudio confirmó que la frecuencia de extracción seminal no influye en las características macroscópicas ya que se demostró que el pH fluctúa entre 1.1 a 1.3 ubicándose en los estándares normales que va desde 6.5 a 7.5 mientras que todas las muestras seminales demostraron un color blanco traslucido, en tanto que las características microscópicas demuestran diferencias en viabilidad, motilidad, concentración y anormalidades según la frecuencia de extracción de semen.
- Se puede sustentar que las estimulaciones de libido sexual frente al maniquí y hembra receptiva se analizó que la presencia de una hembra receptiva estimula más el comportamiento de acercamiento, aunque no siempre se traduce en más montas, pero sí en un estado de excitación más marcado.
- Se estableció que la morfometría de los animales reproductores no tiene significación positiva sin embargo demostró que la edad influye se puede determinar que en la variable calidad del semen el Animal 1 muestra la mejor calidad seminal (75), seguido por Animal 3 (55) y el Animal 2 (38). Esto podría estar vinculado a la edad o mejor desarrollo morfométrico del animal

Recomendaciones

- Establecer una frecuencia óptima de recolección de semen basada en los resultados de calidad seminal, priorizando la preservación de parámetros como motilidad, concentración, morfología y viabilidad espermática.

- Utilizar hembras receptivas como estímulo para promover la libido sexual de los machos reproductores en programas de colecta de semen o evaluación reproductiva, en lugar de maniqués, especialmente en fases iniciales de entrenamiento.
- Priorizar la edad del macho como variable clave en la evaluación y selección reproductiva, considerando que esta tiene una relación directa con la calidad seminal, mientras que las características morfométricas y la calidad de fibra no muestran asociación significativa con el potencial reproductivo.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Argentino S, Plata L, Balcarce EEA. Producción De Semen De Llama Bajo Dos. 1996;16(4):1993–6.
2. Virgilio AB, Wilber G V., Bravo PW. Artificial insemination of alpacas with semen collected by vaginal aspiration and by artificial vagina. *Rev Investig Vet del Peru.* 2012;23(1):58–64.
3. García Díaz JR, Sánchez C, Alonso L, Jarrin G, Alfonso R, Bryan M soria E, et al. Influencia de dos voltajes de electroeyaculación en la calidad seminal de alpacas (Vicugna pacos) Influence of two electroejaculation voltages on the seminal quality of alpacas (Vicugna pacos) Resumen Introducción Las alpacas son animales domésticos q. 2022;
4. Quina EY. Inseminación artificial de alpacas en un contexto de crianza campesina. *Desco.* 2017. 1–117 p.
5. Pezo D, Franco E, García W, Franco F. Manual del técnico alpaquero. *Soluciones Prácticas.* 2014;120.
6. Huanca W. Los desafíos en el manejo reproductivo de los camélidos sudamericanos. *Arch Latinoam Prod Anim [Internet].* 2013;21(4):233–6. Available from: www.alpa.org.ve/ojs.index/php
7. Cortez M, Vides H, Jurado A, Ruiz M. Manual Técnico de Llamas. 2011;10–1. Available from: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual-Tecnico-de-Llamas-1.pdf>
8. Leyva V, Falcón N. Evaluación De Medidas Corporales Para La Selección De Llamas Madres Y Crías Evaluation of Body Measurements for the Selection of Lamas and Their Babies. *Rev Inv Vet Perú.* 2007;18(1):18–29.
9. Doe J. Listado de Conectores. 2013;13. Available from: <https://ingvb.files.wordpress.com/2015/03/lista-de-conectores.pdf>
10. Concha Cuenca JX. Valorización de tres métodos de extra8cción de semen en camélidos sudamericanos [Internet]. 2019. 15–29 p. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13382/1/17T01606.pdf>

11. Curie P, Iván J. Métodos de de semen en camélidos sudamericanos - Methods of semen collection in south american camelids. Rev electrónica Vet [Internet]. 2008;IX(4):1–15. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040806.pdf>
12. Giuliano S. Semen collection and evaluation of South American Camelids. Spermova. 2012;2(1):6–9.
13. Ferré LB, Werkmeister A. Desarrollo De Una Vagina Artificial Termoeléctrica Para La Colecta De Semen En Camélidos (Resultados Preliminares). Arg Prod Anim. 1996;16(4):363–5.
14. Christensen BW. Theriogenology, An Issue of Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. Vol. 48. Elsevier Health Sciences; 2018.
15. Aguila R. Empleo de la electroeyaculación en camélidos sudamericanos. Univ Científica del Sur. 2021;
16. Huanca NF, Ordoñez CD, Quispe HA, Antezana WO, Jordan LA, Ampuero E, et al. Parámetros morfométricos del espermatozoide de alpaca (Vicugna pacos), obtenidos por tres métodos de colección. Vol. 7, Journal of the Selva Andina Animal Science. 2020. p. 50–62.
17. Villanueva J. Efecto de la estación del año sobre las características seminales de alpacas (Vicugna pacos) criadas en la costa central. 2016;
18. Cavalcanti G. Efecto de la administración de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) en la calidad seminal de alpacas (Vicugna pacos), CJP-Quimsachata-Puno 2012.
Tesis Med. Vet. UNSCH; 2013.
19. Aguilar JJ. Bases De La Reproducción Animal. 2001;1–5. Available from: www.produccion-animal.com.ar
20. Urviola JM, Hilasaca MG, Rodríguez FH, Leyva VR. Efecto de la duración de cópula en la respuesta ovulatoria y tasa de preñez en alpacas. Rev Investig Altoandinas - J High Andean Res. 2021;23(4):229–35.
21. Condío J, Rivas J, Capuñay K, Huaranca A, Silva C, Pari N. Manejo Reproductivo Y De Partición En Alpacas. 2018;1–20.

22. Laruta-Limachi F, Loza-Murguía MG, Delgado-Callisaya PÁ. Evaluación de características microscópicas de semen de llama (*Lama glama*) criopreservados en dos dilutores . *J Selva Andin Anim Sci.* 2016;3(1):8–21.
23. Daza CUO. Effect of age and physiological reproductive status on the fibre diameter profile in Huacaya alpacas. *Rev Investig Vet del Peru.* 2022;33(4):1–12.
24. Mayta C, Loza MG, Delgado PÁ. Caracterización del aparato reproductor de llamas (*Lama glama* , Linnaeus 1758) machos en Turco Provincia Sajama Departamento de Oruro Characterization of reproductive apparatus of male llamas (*Lama glama* , Linnaeus 1758) from Introducción La familia d. *J Selva Andin Anim Sci.* 2016;3(1):22–42.
25. Sáenz A, Quispe E, Carhuapoma P. Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (*vicugna pacos*) color blanco en Huancavelica Perú. 2009.
26. Maresca S, Quiroz García JL, Melani G, Burges JC, Brusca G, Plorutti F, et al. El Estado Corporal y su efecto en la eficiencia reproductiva en rodeos de cría de la Cuenca del Salado. *Sitio Argentino Prod Anim.* 2008;16.
27. Bavera G, Peñafort C. Condicion Corporal (CC). *Cursos Prod Bov Carne, FAV UNRC* [Internet]. 2005;(Cc):1–13. Available from: https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52condicion_corporal_cc.pdf
28. Álvarez L. Efectos negativos del estrés sobre la reproducción en animales domésticos. *Arch Zootec* 57. 2008;57:39–59.
29. Aragón S. Características macroscópicas, microscópicas, estimación de parámetros de motilidad y determinación de subpoblaciones espermáticas es semen de cuy (*Cavia porcellus*). *Univ Nac San Antonio Abad del Cusco - Fac Ciencias Agrar* [Internet]. 2019;1(1):13–86. Available from: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4280/253T20190366_T C.pdf?sequence=1&isAllowed=y
30. Arrebola DFA, Fernández LAR. Consideraciones prácticas acerca de la calidad del semen de conejos aplicado en estudios de toxicología de la fertilidad. *REDVET Rev electrónica Vet.* 2009;10(8):1–15.

31. Villanueva JC, Huanca WF, Fred Hilari O, Melania Uchuari P, Francisco Rodríguez G, Wilfredo Huanca L. Seasonal effect on the seminal characteristics of alpacas (*Vicugna pacos*) raised at sea level. *Rev Investig Vet del Peru*. 2018;29(2):559–64.
32. Sumar J. Avances y perspectivas en reproducción de camélidos. In: *Memorias I Symposium Internacional Avances en Reproducción de Rumiantes Perú* p. 1997. p. 30–55.
33. Juárez J, Santiani A. Sperm viability percentage by flow cytometry during the cryopreservation process in spermatozoa obtained from alpaca epididymis. *Rev Investig Vet del Peru*. 2019;30(3):1175–83.
34. Castelo Carbajal AG. Estudio Histoanatomico y Diferenciacion Morfometrica del Aparato Reproductor en Gatas Nulíparas y Multíparas en un Proceso de Esterilizacion Felina en Consulta Veterinaria, Arequipa 2015. 2015;
35. FAO. Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas anual de rácticas d manejo de al acas y llamas. 1996. 1996 p.
36. Dionisio I. Adherencia pene-prepucial y uso de alpacas macho huacaya jóvenes en empadre dirigido en la unidad de producción Contadera, Tomas Yauyos-región Lima. 2017;
37. Urviola JS, Leyva V V., Mamani RN, Pérez UG, Urviola AG. Sexual behaviour and copulation of castrated males on the induction of ovulation in alpacas. *Rev Investig Vet del Peru*. 2022;33(5):1–13.
38. Ummah MS. Mejoramiento genético: ¿por dónde empezar? *Sustain* [Internet]. 2019;11(1):1–14. Available from: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBE_TUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
39. Frank E. Curso de Manejo Reproductivo de Camelidos Sudamericanos Domesticos. Sitio Argentino Prod Anim [Internet]. 2017;28. Available from: https://www.produccionanimal.com.ar/libros_on_line/23-curso_camelidos_1999/05-manejo_reproductivo.pdf
40. Chenoweth P. Impulso Sexual Del Toro Y Comport. 2003;1–6.

41. Wodzicka-Tomaszewska M, Kilgour R, Ryan M. “Libido” in the larger farm animals: A review. *Appl Anim Ethol* [Internet]. 1981;7(3):203–38. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304376281900808>
42. Urviola J, Leyva V, Mamani R, Pérez U, Urviola A. Comportamiento sexual y cópula de machos castrados en la inducción de la ovulación en alpacas. *Rev Investig Vet del Perú*. 2022;33(5).
43. Shingón G. Influencia de la condición corporal sobre la frecuencia de monta de alpacas machos del CEASA. 2021;
44. Quesada A, Barrantes G. Modelo morfométrico para determinar áreas susceptibles a procesos de ladera. *Investig Geográficas* [Internet]. 2017;(94):12. Available from: doi: [dx.doi.org/10.15446/rcdg.v25n1.52590](https://doi.org/10.15446/rcdg.v25n1.52590)
45. Salamanca-Carreño A, Parés-Casanova PM, Vélez Terranova OM, Castro Rosa G, Jáuregui R. Valoración morfométrica de una población de cerdos criollos araucanos (Colombia). *Rev Investig Vet del Perú*. 2022;33(5):e23794.
46. Muñoz J. Caracterización morfométrica de un rebaño de alpacas Huacaya. *Univ Chile* [Internet]. 2007;0:82. Available from: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133187>
47. Quispe J. Caracterización fenotípica de alpacas Suri conservadas en las comunidades de Huacochani e Hichocollo del departamento de La Paz. *Rev Científica Investig INFO-INIAF* [Internet]. 2016;1:37–42. Available from: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rciii/v1n8/v1n8_a05.pdf
48. Quispe J, Zúñiga E, Uberto C. Physical characteristics and fibre diameter profile of Huacaya alpacas from La Raya Experimental Centre (Puno, Peru), according to age and sex. *Rev Investig Vet del Peru*. 2021;32(2):1–11.
49. Quispe Peña E, Poma Gutiérrez A, Purroy Unanua A. Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza huacaya. *Rev Complut Ciencias Vet*. 2013;7(1):1–29.
50. Aguilar M. Programa Regional Sur [Internet]. 2012. Available from: <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/Manual009.pdf>
51. Shingón Collahuazo GM. Influencia de la condición corporal sobre la frecuencia de monta de alpacas machos de CEASA. 2021;24| .

52. Fernández-Baca S. Reproductive physiology in the male South American camelid. In: *Reproduction in South American Camelids: A Collection of Scientific Papers*. Lima: FAO; 1991. p. 77–88.
53. García M, Quispe H, Apaza I. Evaluación de parámetros seminales en alpacas con diferentes frecuencias de recolección. *Revista de Reproducción Animal Andina*. 2022;15(2):21–27.
54. Valdivia M, Huamán H, Cárdenas M. Calidad seminal en alpacas: efectos de la frecuencia de colecta sobre parámetros espermáticos. *Rev Inv Vet Andina*. 2016;11(1):45–51.
55. Paulenz H, Söderquist L, Ådnøy T, Fossen OH, Berg KA. Effect of frequency of ejaculation on semen quality in rams. *Theriogenology*. 2002;58(4):717–728.
56. Aisen EG, Alvarez HL, Venturino A, Garde JJ. Effect of trehalose and EDTA on cryoprotective action of egg yolk in freezing ram semen. *Theriogenology*. 2000;53(6):1053–1061.
57. Pacheco K, Huamán C, Valdivia M. Efecto del intervalo entre colectas sobre la viabilidad de espermatozoides en alpacas. *Revista Peruana de Reproducción Animal*. 2018;19(2):33–39.
58. Valdivia M, Oré M, Ninaquispe B. Morfometría de espermatozoides en alpacas (*Vicugna pacos*) y su relación con parámetros reproductivos. *Rev Inv Vet Andina*. 2015;10(2):55–61.
59. Lichtenheld M, de la Vega C, Venero J. Stability of sperm morphometry in South American camelids under different management regimes. *Anim Reprod Sci*. 2020;215:106329.
60. Huanca W. *Reproducción en camélidos sudamericanos: fisiología, técnicas de manejo y biotecnología*. 1ra ed. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; 2011. p. 123–129.
61. Condori R, Ninaquispe B, Mamani M. Morfometría espermática en alpacas de altura: análisis en función de dieta y altitud. *Rev Med Vet Andina*. 2019;14(1):27–34.

