

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE  
15 ALPACAS MACHOS DE LA RAZA HUACAYA DE 3  
A 5 AÑOS PROCEDENTES DE LAS ZONAS ALTO  
ANDINAS DE LA REGIÓN DE TACNA – 2016”**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Analí Claudia Aliaga Medina**

**Para optar el Título Profesional de:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**TACNA – PERU**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE 15  
ALPACAS MACHOS DE LA RAZA HUACAYA DE 3 A 5 AÑOS  
PROCEDENTES DE LAS ZONAS ALTO ANDINAS DE LA  
REGIÓN DE TACNA – 2016”**

TESIS SUSTENTADO Y APROBADO EL 10 DE DICIEMBRE DEL 2018,  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

**PRESIDENTE:**

  
.....  
**DR. HUGO FLORES AYBAR**

**SECRETARIO:**

  
.....  
**MSC. LUIS ALBERTO BARRIOS MOQUILLAZA**

**VOCAL:**

  
.....  
**MSC. LUIS ADOLFO RAMOS MAMANI**

**ASESOR:**

  
.....  
**DR. DANIEL GANDARILLAS ESPEZÚA**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi fortaleza y mi confianza para poder concluir esta etapa de mi vida.

A mi amado esposo por todo el apoyo incondicional que me ha brindado. A mi amado hijo, quien alegra mi corazón cada día.

A mis padres, porque confiaron en mí y en mi capacidad de finalizar la tesis.

A mis hermanos por sus sabios consejos y por formar parte de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor, Dr. Daniel Gandarillas Espezúa por su tiempo, por guiarme en este proceso de desarrollo y culminación de la tesis.

Al equipo de trabajo del proyecto “Uso de la Biotecnología para el mejoramiento genético y desarrollo de capacidades en el manejo de alpaca (vicugna pacos)”, por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Médico Veterinario Nicoll Condori Rojas por su apoyo y orientación en el desarrollo estadístico del trabajo de investigación.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRAC.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Base Teórica.....	12
2.3. Definición de Términos Básicos.....	30

### **CAPÍTULO III: MATERIAL Y MÉTODOS**

3.1. Material.....	33
3.1.1. Ubicación geográfica y temporal.....	33
3.1.2. Unidad de estudio.....	34
3.1.3. Población y muestra.....	34
3.1.4. Materiales.....	35
3.2. Método.....	37
3.2.1. Tipo y diseño de investigación.....	37
3.2.2. Método de investigación.....	37
3.2.3. Diseño estadístico.....	41
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Métodos de colección de semen de alpaca y las características del semen.....	21
Tabla 2.	Elección de la muestra.....	35
Tabla 3.	Tamaño testicular (cm) de alpacas machos según su posición (izquierdo y derecho).....	42
Tabla 4.	Tamaño del testículo izquierdo (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.....	44
Tabla 5.	Tamaño del testículo derecho (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.....	45
Tabla 6.	Forma testicular de alpacas machos según su posición (izquierdo y derecho).....	47
Tabla 7.	Forma del testículo izquierdo según cada macho.....	48
Tabla 8.	Forma del testículo derecho según cada macho.....	49
Tabla 9.	Características seminales de alpacas machos.....	51

Tabla 10. Volumen de semen (ml) de alpacas machos colectado en tubos Falcon graduado de 15 ml.....	52
Tabla 11. Motilidad espermática del semen (%), evaluados con el Sistema Computarizado de Análisis Espermático.....	53
Tabla 12. Concentración espermática del semen ( $\times 10^6$ ) evaluados con el Sistema Computarizado de Análisis Espermático.....	55
Tabla 13. Porcentaje de espermatozoides vivos (%) evaluados con el microscopio electrónico.....	56
Tabla 14. Filancia (cm) del semen colectado de alpacas machos.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Promedio general del tamaño testicular (cm) obtenidas de 7 alpacas machos.....	43
Figura 2.	Promedio del tamaño del testículo izquierdo (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.....	44
Figura 3.	Promedio del tamaño del testículo derecho (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.....	46
Figura 4.	Promedio general de la forma testicular de las alpacas machos.....	47
Figura 5.	Promedio de la forma del testículo izquierdo (alargado y ovoide) según la alpaca macho.....	48
Figura 6.	Promedio de la forma del testículo derecho (alargado y ovoide) según la alpaca macho.....	50
Figura 7.	Medidas de volumen seminal (ml) según la alpaca macho.....	52

Figura 8.	Medidas de la motilidad espermática (%) según la alpaca macho.....	54
Figura 9.	Medidas de la concentración espermática ( $\times 10^6$ ) según la alpaca macho.....	55
Figura 10.	Medidas del porcentaje de espermatozoides vivos (%) según la alpaca macho.....	57
Figura 11.	Medidas de la filancia (cm) según la alpaca macho.....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Registro de medidas testiculares.....	80
Anexo 2.	Registro de características seminales.....	81
Anexo 3.	Fotografías.....	83

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar las características testiculares y seminales de las alpacas machos, en un inicio se contó con una población de 15 alpacas de los cuales durante el proceso de entrenamiento algunos animales fueron descartados, por tal motivo se trabajó con 7 machos que aceptaron la vagina artificial. El tamaño testicular se realizó con la ayuda de una regla de vernier, la forma testicular fue tomada de manera subjetiva y objetiva, las características seminales fueron evaluadas en el laboratorio de Biotecnología del Proyecto Alpacas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. El tamaño testicular tuvo un promedio para el testículo izquierdo de  $3,28\text{cm} \pm 0,29$  de largo y  $2,28 \pm 0,25$  de ancho, el testículo derecho tuvo un promedio de  $3,28 \pm 0,35$  de largo y  $2,29 \pm 0,28$  de ancho, los resultados de la forma testicular nos dieron un promedio de 86% en machos que presentan el testículo izquierdo de forma ovoide y el 14% es alargado, para el testículo derecho el 90% de macho presenta una forma ovoide; 10% es alargado. Para obtener las medidas de las características seminales en 7 machos, obtuvo un promedio general de volumen de  $0,75\text{ml} \pm 0,43$ , motilidad  $12,50\% \pm 14,65$ , concentración  $39 \times 10^6 \pm 2$  espermatozoides/ml, porcentaje de espermatozoides vivos  $31,23\% \pm 21,88$  y filancia  $1,65\text{cm} \pm 1,36$ . Con respecto al tamaño testicular y las características seminales se concluyó que los resultados obtenidos son menores a los reportados en otras investigaciones, esto puede deberse a la edad de los animales o puede estar influenciada al cambio de hábitat y manejo.

**Palabras claves:** Alpacas, características testiculares, vagina artificial, características seminales.

## ABSTRACT

The objective of the research work was to evaluate the testicular and seminal characteristics of the male alpacas, in the beginning there was a population of 15 alpacas of which during the training process some animals were discarded, for this reason we worked with 7 males that They accepted the artificial vagina. The testicular size was made with the help of a vernier rule, the testicular form was taken subjectively and objectively, the seminal characteristics were evaluated in the Biotechnology laboratory of the Alpacas Project of the National University Jorge Basadre Grohman. The testicular size had an average for the left testicle of 3,28cm  $\pm$  0,29 in length and 2,28  $\pm$  0,25 in width, the right testicle was obtained an average of 3,28  $\pm$  0,35 in length and 2, 29  $\pm$  0,28 in width, the results of the testicular form gave us an average of 86% in males that present the ovoid left testicle and 14% is elongated, for the right testicle 90% of the male presents a ovoid shape; 10% is elongated. To obtain the measurements of the seminal characteristics in 7 males, he obtained a general average volume of 0,75ml  $\pm$  0,43; motility 12,50%  $\pm$  14,65; concentration 39x10<sup>6</sup>  $\pm$  2 spermatozoa / ml, percentage of live sperm 31, 23%  $\pm$  21,88 and filament 1,65cm  $\pm$  1,36. Regarding the testicular size and the seminal characteristics, it was concluded that the results obtained are lower than those reported in other investigations, this may be due to the age of the animals or may be influenced the change of habitat and management.

**Key words:** Alpacas, testicular characteristics, artificial vagina, seminal characteristics.

## INTRODUCCIÓN

Las alpacas es uno de los camélidos sudamericanos de mayor importancia en nuestro país desde el punto de vista social, económico, cultural y científico.

Son insuficientes los estudios que describen las características reproductivas de los camélidos sudamericanos, especialmente a los que se refiere a la fisiología reproductiva del macho que presentan una menor producción de volumen de semen, baja concentración de espermatozoides/ml y menor tamaño testicular comparando con otros animales de producción. Además, los parámetros seminales en alpacas son altamente variables entre machos y entre eyaculados colectados del mismo macho. Potencialmente, esto puede conducir a problemas para obtener eyaculados de calidad aceptable para la preservación de semen e inseminación artificial (Von Baer y Hellemann, 1999).

Investigaciones previas han demostrado que el método utilizado para la colección de semen en alpacas ha influido sobre la calidad espermática del mismo, la colección de semen con vagina artificial con el apoyo de una hembra receptiva permite obtener mejores características de volumen, motilidad, concentración y porcentaje de espermatozoides vivos (Dávalos y Olazabal, 2002).

Estudios reportaron diferencias físicas del semen colectado por aspiración vaginal y vagina artificial, en el cual las variables como volumen, motilidad y el número de espermatozoides vivos fueron superiores en el semen colectado por aspiración vaginal, en tanto que la concentración espermática fue superior en el semen obtenido con vagina artificial. Asimismo, el 90% de los eyaculados colectados con vagina artificial presentaron alta viscosidad en comparación con el 10% de los eyaculados recuperados por aspiración vaginal (Alarcón et al., 2012).

La finalidad de este estudio es aportar nuevas investigaciones sobre la capacidad reproductiva de alpacas machos, evaluando las características testiculares y características seminales de los machos estudiados.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción del problema**

En nuestro país las comunidades alto andinas, asentadas por encima de los 4 000 msnm, tienen como actividad principal la crianza de camélidos sudamericanos (alpacas), ya que constituye su principal fuente de ingresos económicos. El principal problema radica en que el incremento de la población de alpacas es sumamente lento y sometido a diversos riesgos por la ausencia de asistencia técnica y sanitaria oportuna y accesible a la economía de los pobladores de la zona (García, 2005).

La fisiología reproductiva de las alpacas difiere de la de otros animales domésticos y queda pobremente entendida, por ello se busca establecer tecnologías para el manejo y preservación de sus gametos. Las alpacas poseen una estacionalidad reproductiva incluyendo el apareamiento y el parto, los cuales se producen durante los meses de diciembre a marzo coincidiendo con los períodos de lluvias abundantes y presencia de forraje.

Son muy pocos los estudios que describen de las características reproductivas en este tipo de ganado, así como también es importante evaluar la calidad de semen producida por estas alpacas, ya que los eyaculados de estos animales están caracterizados por un reducido volumen y baja concentración de espermatozoides comparando con otros animales de producción (Von Baer y Hellemann, 1999).

Por ello se han venido realizando trabajos sobre el manejo de semen para su preservación, pero las características que presenta este tipo de muestra son muy desalentadoras, ya que la técnica de extracción seminal no ha sido estandarizada y sólo se obtienen eyaculados con bajo volumen, alta viscosidad y una baja concentración de espermatozoides (Bravo et al., 1997).

Hasta la fecha no existen investigaciones claras donde se detallen las características seminales de las alpacas por raza, la mayoría de autores mencionan las características seminales de las alpacas en general (Choez y Evangelista, 2015).

Tampoco en trabajos realizados se reporta el número de machos entrenados o el número de colecciones que se realizaron hasta lograr obtener buenas muestras de semen; cabe resaltar que obtener muestras de semen de alpaca tiene un mayor grado de

dificultad en comparación con otras especies y que la probabilidad de obtener eyaculados en machos no entrenados depende de factores como presencia de libido inicial, peso vivo y diámetro testicular (Muchotrigo et al., 2013).

Lo que se busca con este proyecto de investigación es tener los mejores reproductores evaluando cada una de sus características reproductivas y ver si son aptos o no para la reproducción, teniendo en cuenta la edad de estos. Es importante que el ganadero conozca las características deseables de estos animales y la importancia económica de la producción y crianza de alpacas. De esta manera habría un incremento de la población de este ganado.

## **1.2. Justificación**

La evaluación de la capacidad reproductiva en alpacas machos en nuestra región no ha sido de gran importancia para muchos profesionales, por lo que existe pérdidas económicas en los ganaderos que se dedican a este rubro al no contar con profesionales que les oriente en el manejo y crianza de alpacas machos y evaluarlos en sus diferentes aspectos, tanto externos como internos del animal. Percibido la importancia que tiene el estudio de la capacidad reproductiva en alpacas machos se realizó

el presente trabajo de investigación buscando establecer los requisitos que debería presentar un buen reproductor macho, tales como: las características testiculares y las características espermáticas.

Estas evaluaciones sirven junto a otros factores para obtener altos porcentajes de preñez. Además este trabajo sirve para evaluar a diferentes reproductores tal como ocurre en el proyecto de Investigación que se realiza en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann “Uso de Biotecnologías para el Mejoramiento Genético y Desarrollo de Capacidades en el Manejo de Alpacas (Vicugna Pacos) en la Zona Alto Andina de Tacna”, puesto que existen varios factores que influyen en la buena calidad espermática como son: variación individual, influencia del medio ambiente (alimentación, altitud, temperatura, etc.), entre otros.

Se espera que el presente trabajo de investigación contribuya en la sostenibilidad y sustentabilidad de la crianza de alpacas mediante el uso de tecnologías apropiadas para mejorar la producción, así como el de seleccionar reproductores de alta calidad listos y aptos para la reproducción, y de esta manera solucionaríamos problemas latentes que inciden en la economía del productor ganadero. Además, los resultados del presente trabajo de investigación pionero en la región

de Tacna, servirán como antecedentes para realizar estudios de mayor envergadura.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar la capacidad reproductiva de 15 alpacas machos de la raza Huacaya de 3 a 5 años, procedentes de las Zonas Alto Andinas de la Región de Tacna - 2016.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características testiculares de 15 alpacas machos de la raza Huacaya de 3 a 5 años, procedentes de las Zonas Alto Andinas de la Región de Tacna - 2016.
- Determinar las características seminales de 15 alpacas machos de la raza Huacaya de 3 a 5 años, a 550 msnm procedentes de las Zonas Alto Andinas de la Región de Tacna - 2016.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **A nivel local:**

Se procedió a buscar información relacionado a la evaluación de las características reproductivas de alpacas machos de la raza huacaya en la biblioteca especializada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y la biblioteca central de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, no encontrando estudios similares.

##### **A nivel nacional:**

Estudios realizados sobre el tamaño testicular en alpacas machos en edad reproductiva o edad adulta muestran que los testículos tienen el mismo tamaño, el peso promedio es de 18 g y mide de 3,5 a 4,5 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho (García, 2005).

Trabajos de investigación realizados respecto a las dimensiones testiculares en la alpaca adulta, reporta una longitud testicular promedio de 3,7 cm y ancho testicular promedio de 2,4 cm; (Bravo et al., 1997).

Trabajos realizados en la Universidad de San Cristobal de Huamanga – Ayacucho reportaron dimensiones testiculares de  $3,5 \pm 0,91$  cm del largo y  $2,2 \text{ cm} \pm 0,41$  para el ancho testicular (Mujica et al., 2015).

En investigaciones realizados en vicuñas usando el método de la biometría testicular, los valores encontrados reportan un promedio de  $3,2 \pm 0,4$  cm x  $2,2 \pm 0,4$  cm (largo x ancho) para el testículo derecho, y  $3,1 \pm 0,4$  cm x  $2,1 \pm 0,3$  cm (largo x ancho) para el testículo izquierdo (Huanca, 2005). Del mismo modo se registra dimensiones testiculares desde los  $1,1 \pm 0,7$  cm hasta los  $3,5 \pm 1,9$  cm en vicuñas de 1 a 4 años de edad (Tibary y Vaughan, 2006). Por otro lado otros trabajos en vicuñas reportan medidas del testículo derecho:  $3,59 \pm 0,13$  cm (largo),  $2,39 \pm 0,10$  cm (ancho) y  $11,35 \pm 1,21$  cm<sup>3</sup> (volumen); testículo izquierdo:  $3,63 \pm 0,12$  cm (largo),  $2,42 \pm 0,09$  cm (ancho) y  $11,60 \pm 1,17$  cm<sup>3</sup> (volumen). (Enciso, 2009).

Investigaciones previas han demostrado que el método utilizado para la colección de semen en alpacas ha influido sobre la calidad espermática del mismo, la colección de semen con vagina artificial con el apoyo de una hembra receptiva permite obtener mejores características de volumen, motilidad, concentración y porcentaje de espermatozoides vivos (Dávalos y Olazabal, 2002).

Estudios reportaron diferencias físicas del semen colectado por aspiración vaginal y vagina artificial, en el cual las variables como volumen, motilidad y el número de espermatozoides vivos fueron superiores en el semen colectado por aspiración vaginal, en tanto que la concentración espermática fue superior en el semen obtenido con vagina artificial. Asimismo, el 90% de los eyaculados colectados con vagina artificial presentaron alta viscosidad en comparación con el 10% de los eyaculados recuperados por aspiración vaginal (Alarcón et al., 2012).

El volumen es variable con un promedio de 1,98 ml (0,4 - 6,6 ml), obtenido con fundas vaginales (Mogrovejo, 1952). Otros autores obtuvieron un promedio 1,36 ml (0,2-3,5 ml) con electroeyaculador (Fernández-Baca y Calderón, 1966).

Investigaciones previas han reportado medidas de motilidad  $43,33\% \pm 24,30$ ; vitalidad  $68,52 \pm 14,07$  (Zirena, 2015).

Trabajos de investigación reportan en relación al volumen valores en alpacas Huacaya de  $1,54\text{ml} \pm 1,45$ ; en cuanto a los valores de motilidad los valores fueron  $20\% \pm 23,83$ ; la concentración espermática presentó los siguientes valores  $98,46 \times 10^6 \pm 107,75$  espermatozoides por ml y en relación al porcentaje de vitalidad los

valores reportados fue de  $21,60 \pm 21,60$  (Choez y Evangelista, 2015).

Otros trabajos reportan la valores del volumen de  $1,03 \text{ ml} \pm 0,03$ ; motilidad  $34,2 \pm 5,3$ ; concentración (espermatozoides  $\times 10^6/\text{ml}$ )  $3,28 \pm 4,3$  espermatozoide/ml; vitalidad  $34,3 \% \pm 1,1$  con maniquí y con hembra receptiva fue de: volumen  $1,73\text{ml} \pm 0,09$ ; motilidad  $68,9\% \pm 4,9$ ; concentración (espermatozoides  $\times 10^6/\text{ml}$ )  $5,75 \pm 8,3$  y vitalidad  $72,1\% \pm 1,9$  (Dávalos y Olazabal, 2002)

Por otro lado trabajos realizados en el centro experimental de Quimsachata INIA – Puno, reportaron un volumen de  $1,24\text{ml} \pm 1,17$ ; motilidad  $45,90 \pm 26,09$ ; concentración  $80,48 \pm 69,35$ ; vitalidad  $52,32 \pm 19,18$  y filancia  $0,99 \pm 1,58$  (Huanca et al., 2011).

#### **A nivel internacional:**

Trabajos realizados en el departamento de Oruro – Bolivia reportaron medidas biométricas de largo y ancho testicular en llamas siendo los siguientes, largo testicular derecho (LTD)  $4,27 \pm 0,48$  cm y  $3,81 \pm 0,48$  cm sin el escroto; ancho testicular derecho (ATD)  $2,41 \pm 0,35$  cm y  $2,18 \pm 0,24$  cm sin el escroto; largo testicular izquierdo (LTI)  $4,21 \pm 0,50$  y  $3,77 \pm 0,42$  sin el escroto; ancho testicular izquierdo (ATI)  $2,36 \pm 0,25$  y  $2,17 \pm 0,25$  sin el escroto (Mayta et al., 2016).

La forma normal del testículo es ovalada, un tanto aplanada del lado medial, aunque no es raro encontrarse con testículos que presentan una forma más bien esférica o cilíndrica, no siendo patológicos. La mayoría de las veces cuando se observa un testículo esférico se asocia a degeneración testicular y calidad mala de semen (Boggio, 2007).

Trabajos realizados en el Centro experimental Hidango – Chile reportaron valores del volumen el cual fue de  $1,8 \pm 0,8$ ; concentración espermática (sperm x  $10^6/\text{ml}$ )  $17,6 \pm 26,1$  (Flores et al., 2002).

## **2.2. Base teórica**

### **2.2.1. Características reproductivas de la Alpaca Macho**

El sistema reproductivo de alpacas machos presenta varias características anatómicas y fisiológicas distintivas de otras especies (Tibary y Vaughan, 2006).

#### **a) Prepucio:**

El prepucio tiene forma triangular, está aplanado de lado a lado, es no pendular y se sitúa en la línea media de la región inguinal, a 15 cm caudal al ombligo (Sumar, 2002).

Tiene músculos bien desarrollados (músculos prepuciales laterales y los músculos prepuciales craneal y caudal) que pueden dirigir el prepucio hacia delante para la erección y hacia atrás para orinar.

**b) Pene:**

En los camélidos sudamericanos, el pene se origina en la región del arco isquiático, y está compuesta por: raíz, cuerpo, porción libre y las glándulas peneanas. El pene es fibroelástico, y su extremo tiene forma de un gancho curvo, en dirección de las manecillas del reloj, con una pequeña proyección cartilaginosa de 1 cm de longitud que podría corresponder al “proceso uretral” este puede jugar un rol en la dirección del pene hacia el cérvix durante la cópula, atravesando los anillos cervicales mediante movimientos rotacionales y de protrusión, y depositando el semen en el útero (Tibary y Vaughan, 2006).

El tamaño del pene erecto en la alpaca es de 35 a 40 cm y la flexura sigmoidea es preescrotal, y no se llega a expandir con la erección (Novoa y Leyva, 1996).

### **c) Testículos:**

Conforme los machos maduran, los testículos se agrandan y los niveles de testosterona en sangre incrementan a más de 1000 pg/ml (pg= picogramo) aproximadamente a los 20 meses de edad en la mayoría de alpacas.

La variación en el tamaño testicular a distintas edades o en el tamaño corporal, sugiere la influencia de otros factores, como la genética.

En la alpaca macho adulta, se observan los testículos en un escroto no pendular sin un cuello definido y formando una protuberancia subanal (Sumar, 2002).

Cada testículo mide entre 4 y 5 cm de longitud y 2,5 a 3,0 cm de grosor y pesa 15-18 g, siendo el 0,02 – 0,03 % de su peso corporal.

Son de forma ovoide y están orientados en posición dorso-ventralmente, con la cabeza del epidídimo en posición ventral y la cola del epidídimo en posición dorsal. Esto es diferente de carneros y toros, en los cuales la cola del epidídimo está ubicada en ventral (Bravo et al., 2002).

En condiciones normales, ambos testículos son del mismo tamaño, firmes, con un movimiento libre dentro del escroto y

presentan una variación de tamaño relativa a la edad (Tibary y Vaughan, 2006).

**d) Epidídimo:**

El epidídimo está firmemente conectado con los testículos y formado por una cabeza, cuerpo y cola. La cabeza es más larga que la cola y se encuentra en posición craneoventralmente al testículo. La cabeza y el cuerpo son sitios para la maduración espermática, mientras que la cola está asociada al almacenamiento de los espermatozoides (Fowler, 1998).

**e) Glándulas sexuales accesorias:**

Las glándulas sexuales accesorias son la próstata y las glándulas bulbouretrales, ya que los camélidos no poseen glándulas vesiculares, siendo esta ausencia una de las características más resaltantes en los camélidos (Bravo, 2000).

La próstata de la alpaca tiene forma de H; descansa en posición dorsal y lateralmente sobre el cuello de la vejiga. Tiene un tamaño de aproximado de 3 por 2 cm, y no es fácil palparla por el recto (Sumar, 2002).

Las dos glándulas bulbouretrales son pares, ovoides y están localizadas de 7 a 8 cm de la próstata a los lados de la uretra, en la salida pélvica (Novoa y Leyva, 1996).

### **2.2.2. Características del semen de alpacas machos**

El semen es la suspensión celular líquida que contiene los gametos del macho (espermatozoides) y las secreciones de los órganos accesorios del aparato reproductor (Garner y Hafez, 2002).

El color del semen de las alpacas ha sido descrito como blanco lechoso a blanco cristalino (Sumar, 2002).

Aunque el color del semen de alpacas y llamas podría depender de la concentración espermática y la proporción de la secreción de las glándulas sexuales accesorias; es predominante de color blanquecino ya sea colectado por electroeyaculación o por vagina artificial (Garnica et al., 1993).

#### **A. Colección de semen**

Los reportes sobre métodos de colección de semen son diversos los cuales pueden ser:

### **a. Fundas Vaginales**

Se utiliza una funda de látex colocada intravaginalmente antes de la cópula, después de la monta se retiraba la funda que servía de recipiente de semen.

Con esta técnica se logró colectar semen, pero presentaba algunos inconvenientes ya que se interfería con la cópula normal y alargaba el tiempo de monta más allá de los valores normales. También, la colocación de la funda dentro del tracto genital y su fijación ofrecía serias dificultades y con frecuencia provocaban lesiones que inhabilitaban a la hembra para su uso posterior (Mogrovejo,1952).

### **b. Esponjas Vaginales**

Consiste en el uso de trozos de esponja que se introduce en la parte anterior de la vagina y que absorbe el semen y otros fluidos vaginales sirviendo como contenedores; el inconveniente en este método es que logra obtener semen muy contaminado y mezclado con los fluidos del tracto genital de la hembra y esto diluye el semen y lo contamina con bacterias, dificultando así su evaluación, por lo que no

se recomienda su uso para fines de inseminación artificial (San Martín, 1961).

### **c. Electroeyaculación**

En 1966, Fernández-Baca y Calderón reportaron el uso de la electroeyaculación para la colección de semen de alpacas, utilizando un equipo de fabricación nacional, con una intensidad máxima de 40 voltios, se obtuvieron muestras de semen con la ventaja de realizar la colección sin la necesidad de tener hembras en celo, acortar el tiempo de colección y realizarla a lo largo de todo el año.

Los resultados de electroeyaculación muestran gran variabilidad entre animales y aun entre el mismo animal, además de obtenerse semen muy diluido con las secreciones de las glándulas anexas, semen contaminado y baja concentración espermática (Pacheco, 2008).

Otras desventajas incluyen el requerimiento de una sedación profunda del animal o anestesia general, contaminación del semen por la orina, incapacidad para evaluar libido, concentración espermática variable y el bienestar animal (Giuliano et al., 2002).

#### **d. Fístula uretral**

Este método requiere realizar una fístula quirúrgica en la uretra peniana entre el ano y el escroto; el semen es colectado durante la cópula natural, esta técnica se realiza utilizando anestesia epidural y anestesia local para colocar un catéter plástico en la uretra desde el pene hasta la vejiga, el cual sirve para guiar la cirugía y ayuda a identificar la uretra; la incisión se realiza en la piel, el músculo bulbo cavernoso aislado y se separa la uretra del cuerpo cavernoso; este método no interfiere en la cópula y las secuelas post operatorias parecen no afectar al animal, otro tipo de colección fue por medio de una fístula en la uretra peniana, pero tenía como desventajas los cuidados post operatorios y la discapacidad del macho (Von Kubineck, 1974).

#### **e. Vagina artificial**

La vagina artificial adaptada para alpacas fue desarrollado a partir de la vagina artificial de ovinos, que si bien mejora la técnica de colección, aún presenta dificultades para mantener una temperatura adecuada durante el tiempo de

la cópula; la vagina artificial consiste en un tubo rígido de 7cm de diámetro por 25 cm de largo con una funda interna de látex, un cono de látex al que envolvía un alambre en espiral simulando la cervix de la alpaca y al final un frasco de colección de semen o un tubo de centrifuga, el agua a 45° se coloca por una válvula-espita. Los machos aceptaron el maniquí después de un corto entrenamiento (Sumar y Leyva, 1981).

La utilización de vagina artificial en combinación con una hembra receptiva es la técnica más óptima de obtener semen de buena calidad, el que se puede utilizar para fines de inseminación artificial, teniendo en cuenta de usar una fuente de calor continuo y la característica que emite a la cervix (Huanca y Gaulty, 2001).

Las ventajas de la vagina artificial para la colección de semen incluyen la confiabilidad y no requerir anestesia como en el caso de la electroeyaculación. Éste es el método más común de usar para obtener muestras de semen para los ensayos de la inseminación artificial en alpacas y llamas (Bravo et al., 2012).

## B. Características seminales de la alpaca macho según el método de colección

Algunos parámetros de las características del semen de alpaca según el método de colección están resumidos en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Métodos de colección de semen de alpaca y las características del semen.

Especie	Técnicas de colección	Volumen ml (rango)	Esperm. x10 <sup>6</sup> por ml	% Motilidad (rango)	% Normales	Referencia
Alpaca	Funda Vaginal	1,90 (0,40 – 6,60)	33,00	Bajo	41.00	Mogrovejo, 1952
Alpaca	Electroejaculación	(1,10 – 1,80)	0,001 – 2,55	Bajo	-	Fernandez, 1965
Alpaca	Fístula uretral	6,60	0,60	(0.00 – 85.00)	-	VonKubicek, 1974
Alpaca	VA con Maniquí	1,70 ± 0,20 (0,40 – 4,30)	-	50.00	-	Garnica, 1993
Llama	VA con Hembra	2,40 (0,20 – 6,50)	106,80 (15,00 – 640.00)	15.00 – 50.00	90,60	Gaulyet, 1996
Alpaca	VA con Maniquí	1,90 ± 0,40	82,50 – 250.00	85.00 ± 5,20	75,90 ± 2,10	Bravo, 1997
Alpaca	VA con Maniquí	-	-	68,20	-	Bravo, 2000
Alpaca	VA con maniquí con hembra	1,73 ± 0,10	0,57 ± 0,08	68,90 ± 4,90	86.00	Dávalos, 2002
	VA con Maniquí sin hembra	1,03 ± 0,04	0,32 ± 0,04	34,20 ± 5,30	85.00	

VA: Vagina artificial (Morton et al., 2008)

## **C. Parámetros seminales**

### **a. Volumen**

El promedio del volumen de cada eyaculado en alpacas varía entre 1 a 2 ml y el rango varía desde menos de 1 ml hasta 7 ml, aproximadamente (Garnica et al., 1995).

Por lo general, el volumen es menor cuando se colecta por electroeyaculación que usando la vagina artificial (Tibary y Memon, 1999).

### **b. Motilidad**

Los espermatozoides de los camélidos muestran una motilidad individual por medio de la contracción del flagelo y sólo en un sitio, como un movimiento oscilatorio. La motilidad debe ser observada inmediatamente después de la colección del semen (Bravo et al., 2002).

El espermatozoide incrementa su motilidad progresiva cuando el eyaculado se vuelve más líquido (Tibary y Memon, 1999).

### **c. Porcentaje de espermatozoides vivos**

Los porcentajes en el semen de alpaca consisten en 11,5% de espermatozoides y 88,5% de fluido seminal (Garnica et al., 1993).

Generalmente se usa colorante (eosina al 2%). Se considera como vivo aquel espermatozoide que no se colorea y como muerto el espermatozoide que se colorea de color rojo.

### **d. Concentración**

La concentración espermática varía de 30 000 hasta 150 millones de espermatozoides por ml, aproximadamente en alpacas (Gaully y Leindinger, 1996).

Las grandes variaciones son atribuidas a los diferentes animales, tipos de colección de semen y números de eyaculados (Morton et al., 2008).

### **e. Filancia**

Es la capacidad de un fluido de extenderse hasta formar hilos. Por lo general el semen de la alpaca macho es muy viscoso, por lo que dificulta su manejo durante los

procedimientos en el laboratorio (pipetear, frotis por extensión), dificulta determinar parámetros como concentración espermática y motilidad y su mezcla con dilutores (Tibary y Vaughan, 2006).

El plasma seminal de las alpacas está compuesto por las secreciones de las glándulas anexas, las que son vertidas hacia la uretra durante la eyaculación, generándose así la mezcla con los espermatozoides (Sumar, 2002).

Dichas secreciones contienen diversos componentes bioquímicos que regulan diferentes funciones espermáticas (Barrios et al., 2000), y que por la presencia de mucopolisacáridos confieren la viscosidad al plasma (Garnica et al., 1993).

La disminución de la viscosidad depende de cada macho y tiende a disminuir con el aumento de eyaculados en un día (Tibary y Vaughan, 2006).

El grado de viscosidad varía entre machos (Tibary y Memon, 1999) y disminuye con el incremento de número de eyaculados en cualquier día (Bravo et al., 1997).

Dicha viscosidad se debe al plasma seminal, que viene a ser la fracción líquida del semen después de haberse separado

los espermatozoides por centrifugación o filtración (Illera, 1994).

#### **f. pH**

Los valores de pH proporcionados por varios autores se acercan mucho a la neutralidad, con cierta tendencia a alcalinidad ligera (Sumar, 1991).

Los valores de pH promedio varían de 7,2 a 7,5. Además, se ha demostrado que la frecuencia de eyaculados no tiene mayores efectos en los valores de pH (Galindo, 1995).

### **D. Morfología espermática**

El espermatozoide es una célula conformada por una cabeza espermática y una cola o flagelo, y ambos están rodeados por una membrana espermática o plasmolema. De adentro hacia afuera, la cabeza espermática está compuesta por un núcleo en donde el ácido desoxirribonucleico (ADN) ha sido parcialmente reemplazado durante la espermiogénesis por protaminas que ayudan a la hipercondensación del núcleo

espermático en una forma compacta e hidrodinámica que permite la motilidad espermática y la penetración espermática a través de las capas del óvulo (Sutovsky y Manandhar, 2006).

Los núcleos de los espermatozoides de la mayor parte de las especies contienen sólo protaminas, mientras que en otras especies contienen cantidades variables de histonas más grandes, ricas en arginina. El extremo anterior del núcleo está cubierto por el acrosoma, un delgado saco membranoso de doble capa ubicado sobre el núcleo a manera de casquete, que contiene acrosina, hialurodasa y otras enzimas hidrolíticas, que participan en el proceso de fecundación (Garner y Hafez, 2002).

La cola espermática provee la fuerza motil al espermatozoide. Está formada por el cuello y los segmentos medio, principal y caudal. El cuello o segmento conector forma una placa basal que embona en una depresión en el extremo posterior del núcleo. La placa basal del cuello es continua en sentido posterior, y tiene nueve fibras gruesas que se proyectan hacia atrás a través de la mayor parte de la cola. La región de la cola comprendida entre el cuello y el anillo citoplasmático es el segmento medio. El centro de este segmento medio, junto con

toda su longitud de la cola, comprende el axonema. El axonema, como tal, se compone de nueve pares de microtúbulos dispuestos radialmente alrededor de dos filamentos centrales. En el segmento medio, esta disposición 9+2 de los microtúbulos está rodeada por nueve fibras gruesas o densas que al parecer están relacionadas con los nueve dobletes del axonema. El axonema y las fibras densas asociadas del segmento medio están cubiertos de manera periférica por numerosas mitocondrias. La vaina mitocondrial, dispuesta en un patrón helicoidal alrededor de las fibras longitudinales de la cola, es la fuente de energía necesaria para la motilidad espermática (Garner y Hafez, 2002).

El segmento principal, que se extiende casi hasta la punta de la cola, está formado por el axonema al centro y sus fibras gruesas asociadas. El segmento caudal o terminal contiene sólo el axonema central cubierto por la membrana espermática (Garner y Hafez, 2002).

#### **E. Evaluación del semen a través del “Sistema Casa”**

El “Sistema Casa” (Computerized Assisted Sperm Analysis) en la actualidad es utilizado para obtener un valor preciso y

objetivo de la motilidad espermática y de la calidad del movimiento de los espermatozoides presentes en la muestra. La incorporación de estos métodos informáticos atenúa en gran parte el factor subjetivo del análisis seminal y garantiza una mejor correlación con la capacidad fecundante del espermatozoide. Esta técnica es posible utilizarla tanto en semen fresco como en el congelado o refrigerado (Miró, 2015).

#### **Valoración de la motilidad espermática mediante el sistema informatizado Casa:**

El análisis computarizado de la motilidad fue propuesto por primera vez por Dott y Foster (1979). Desde que se introdujo en el mercado al principio de los años 80, originalmente para la evaluación del semen humano, este tipo de análisis se ha ido perfeccionando y modernizando, se hizo más accesible y; por consiguiente, comenzó a utilizarse en el campo de la ciencia animal, especialmente en centros de inseminación.

El análisis se hace al capturar las imágenes de espermatozoides en movimiento, previamente diluidos en un medio adecuado y en el microscopio a 100 – 200 aumentos. Tras la captura, la información es guardada hasta su análisis.

Una vez realizado el análisis, la información obtenida es transferida a un procesador matemático que fragmenta la motilidad espermática en diversos descriptores de la motilidad individual que caracterizan la linealidad, la angularidad del movimiento espermático y el desplazamiento de la cabeza del espermatozoide.

Estos sistemas constan de tres componentes principales: un microscopio con contraste de fase conectado a una platina atemperada que permite mantener las muestras a 37°C, una cámara de video de alta resolución conectada a una pantalla de televisión y un software de análisis de imágenes por ordenador (Miró, 2015).

Algunos de los parámetros más utilizados por diversos autores son los porcentajes de motilidad total o motilidad progresiva. La función de su progresividad, los espermatozoides son clasificados en: estáticos, móviles progresivos y móviles no progresivos.

El número de espermatozoides totales y motiles se puede calcular por medio de los valores:

- MOT: El cual indica el porcentaje de espermatozoides motiles

- **PRG:** Indica el porcentaje de espermatozoides motiles progresivos. Este dato es el que se utiliza al evaluar las dosis inseminante.

El CASA es el mejor sistema para un análisis preciso y rápido de una muestra de semen (Androl, 2000).

### **2.3. Definición de términos básicos**

- **Alpaca:** La alpaca es una especie doméstica de mamífero artiodáctilo de la familia Camelidae. Genéticamente deriva de la vicuña salvaje y en una proporción mucho menor de la llama. Su domesticación se viene realizando desde hace miles de años (Wheeler, 1995).
- **Testículo:** Glándula sexual del animal macho de forma ovoide (según la especie) que produce los espermatozoides y de las hormonas sexuales. Son los órganos glandulares que forman la parte más importante del aparato reproductor del macho (Bravo, 2000).
- **Palpación:** Es el proceso de examinar el cuerpo o algún órgano del cuerpo utilizando el sentido del tacto. Palpar consiste en tocar algo con las manos para conocerlo mediante el sentido del tacto. Este acto proporciona información sobre forma, tamaño, temperatura,

consistencia, superficie, humedad, sensibilidad y movilidad (Boggio, 2007).

- **Tonos testiculares:** Es una medida conjunta de la consistencia y elasticidad. La consistencia es la resistencia que ofrece el órgano a la presión ejercida con la yema de los dedos. La elasticidad es la capacidad de volver a su estado previo luego de la presión ejercida con la yema de los dedos (Boggio, 2007).
- **Vagina artificial:** Es un instrumento adaptable al órgano reproductor del animal macho, cuya función principal es la colecta del semen en condiciones aceptables, los cuales permitan luego procesarlo para usarlo en la inseminación artificial (Sumar y Leyva, 1981).
- **Semen:** Es el conjunto de espermatozoides y sustancias fluidas (plasma seminal) que se forma por el aporte de los testículos, el epidídimo, las vesículas seminales, la próstata y las glándulas accesorias del aparato sexual masculino de todos los animales. El semen es un líquido viscoso y blanquecino que es expulsado a través de la uretra durante la eyaculación (Garner y Hafez, 2002).
- **Espermatozoide:** Es una célula haploide que constituye el gameto masculino. Es una de las células más buscadas y su función es la formación de un cigoto totipotente al fusionarse su núcleo con el

gameto femenino, fenómeno que dará lugar, posteriormente, al embrión y al feto (Sutovsky y Manandhar, 2006).

- **Viscosidad:** Consistencia aumentada (espesor) de un fluido. El fluido viscoso es aquel en el cual existen fuerzas de atracción entre porciones adyacentes del fluido. Se dice que el semen de la alpaca macho es más viscoso que otros animales de producción (Garnica et al., 1993).
- **Fístula:** Conexión o canal anormal entre órganos, puede ser el resultado de una cirugía. En alpacas machos se usa la fístula uretral para la colecta de semen (Von Kubineck, 1974).
- **Totipotente:** Es la potencia celular máxima, que le confiere a la célula la capacidad de dirigir el desarrollo total de un organismo. La totipotencia se observa en la capacidad del cigoto de dar origen a cada tipo de célula del adulto (Slack, 2001).
- **Gameto:** Son células sexuales haploides (con un solo juego de cromosomas), éstas células germinales (célula germinal del macho y una célula germinal de la hembra) al madurar forman el huevo o cigoto (Aller et al., 2001).
- **Filancia:** Se define como la capacidad de un fluido de extenderse hasta formar hilos (Giuliano et al., 2010).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1. Ubicación Geográfica y Temporal**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo los Pichones Sur perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de la ciudad de Tacna.

El Fundo está ubicado en el extremo Sur Occidental de nuestro país, entre las coordenadas geográficas: Latitud Sur: 16° 58' 00" y 18° 18' 00", Longitud Oeste: 68° 39' 27" y 81° 20' 11", la temperatura promedio se encuentra entre los 9° a 19°C durante la temporada de invierno y de 15° a 27° durante la temporada de verano, tiene una altitud promedio de 550 msnm, una extensión territorial de 16 062,62 km<sup>2</sup> y el clima es húmedo.

El trabajo de investigación se ejecutó entre los meses de junio y agosto del año 2018.

### **3.1.2. Unidad de Estudio**

La unidad de estudio fueron las alpacas machos de la raza Huacaya de 3 a 5 años traídos de las zonas alto andinas de la región de Tacna de las comunidades de Huaytire y Maure en un total de 15 machos, estos fueron trasladados a las instalaciones del Inprex de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann los cuales llegaron el 28 de diciembre del 2017 y posteriormente en el mes de febrero del 2018 fueron trasladados a los corrales ya previamente construidos en el fundo Los Pichones Sur, estos animales fueron alimentados a base de heno de alfalfa, concentrado y agua ad libitum.

### **3.1.3. Población y Muestra**

Desde un inicio el trabajo de investigación contó con una población de 15 alpacas machos de los cuales durante el proceso de entrenamiento algunos animales fueron descartados por los siguientes motivos: 3 de los animales no aceptaron la vagina artificial, 2 de ellos tuvieron ausencia de libido, 2 alpacas machos daban eyaculados con orina y por último 1 macho murió durante su estadía en el fundo, por tal motivo sólo 7 animales fueron aptos para el desarrollo de este

trabajo, cuya información se muestra en los resultados (ver Tabla 2). Los animales seleccionados fueron criados bajo las mismas condiciones de manejo alimenticio y bajo las mismas condiciones de crianza. De estos 7 animales se tomaron las medidas testiculares (6 repeticiones), así como también se realizó la colección de semen donde se tomaron 6 repeticiones por cada macho, en un intervalo de dos veces por semana

Tabla 2. Elección de la muestra

<b>Características</b>	<b>Nº</b>	<b>Observaciones</b>
Aceptación de vagina artificial	7	Aptos
No aceptación de la vagina artificial	3	No aptos
Ausencia de libido	2	No aceptable
Eyaculación con orina	2	No aceptable
Mortalidad	1	Descartado
<b>Total</b>	<b>15</b>	

### **3.1.4. Materiales**

#### **Materiales de campo**

- Sogas de sujeción
- Marcadores

- Vagina artificial
- Maniquí
- Tubo Falcón de 15ml
- Regla
- Libreta de apuntes
- Lapicero

#### **Materiales y equipos de laboratorio**

- Alcohol
- Algodón
- Lámina portaobjeto
- Lámina cubreobjeto
- Microscopio (Sistema Casa)
- Colorante

#### **Materiales biológicos**

- Alpacas machos
- Hembras receptoras

#### **Materiales de escritorio**

- Lapiceros
- Cuadernos
- Libros

## **3.2. Método**

### **3.2.1. Tipo de investigación**

El presente estudio pertenece al tipo de investigación longitudinal descriptivo, ya que en el trabajo de campo los datos tomados relacionados a las características testiculares y características seminales de alpaca macho fueron tomados en distintos tiempos y dichas variables no han sido manipulados.

### **3.2.2. Método de la investigación**

#### **Técnicas para la recolección de datos**

En este trabajo de investigación se evaluó a alpacas que están a una altitud de 550 msnm.

La crianza de las alpacas machos están bajo el tipo de sistema de explotación intensivo, para ello se requirió de una buena instalación, tecnología, mano de obra y alimento de calidad. La alimentación fue a base de heno de alfalfa y concentrado los cuales fueron distribuidos de forma racional, también se le suministró agua ad libitum. Hubo un tiempo de adaptación de 4 meses para que los animales se acostumbren a las condiciones ambientales de nuestra ciudad.

**a) Para el primer objetivo:** Se evaluó las características testiculares de alpacas machos.

#### **Trabajo de campo**

- La sujeción del animal para inspeccionar testículos fue de acuerdo a la metodología descrita por (Boggio, 2007).
- Tamaño: La metodología para la medición del testículo se basó en la Biometría testicular (medidas de largo y ancho testicular), para ello se utilizó la regla de vernier, procediendo a recopilar los datos en un cuaderno de registros.
- Forma: Se ha considerado dos categorías alargados y ovoides, para ello se hizo un análisis subjetivo (mediante la visualización) y un análisis objetivo teniendo en cuenta las medidas del largo y ancho del testículo (Bayley et al., 1996).

**b) Para el segundo objetivo:** Se determinó las características seminales.

#### **Trabajo de laboratorio**

Se trabajó con los machos seleccionados de la raza Huacaya en edad reproductiva, estos animales se caracterizaron por tener buen libido y aceptar la vagina artificial.

- Para colectar el semen se utilizó vagina artificial, maniquíes de alpacas y hembras receptoras.
- La frecuencia de colecta fue de 2 veces/semana.
- La evaluación de las muestras se trabajó en el Laboratorio de Biotecnología del Proyecto Alpacas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Una vez extraído el semen se conservó entre 37°C a 38°C.

Parámetros seminales que se evaluaron fueron:

**Volumen seminal:**

- Consistió en medir la cantidad de semen eyaculado por las alpacas machos en el proceso de colecta, para ello se utilizaron tubos Falcón graduados de 15 ml.

**Motilidad espermática:**

- Se determinó tomando 10 $\mu$ L (0,01 mililitro) de semen en una lámina portaobjeto previamente calentado 37°C.
- Se cubrió con una laminilla (cubreobjeto).
- Se evaluó a través del Sistema Computarizado de Análisis Espermático.
- Los resultados fueron expresados en porcentaje.

### **Concentración espermática:**

- Se evaluó usando Sistema Computarizado de Análisis Espermático.
- La observación microscópica fue a 100x.
- El resultado se expresó en espermatozoide/ml

### **Porcentaje de espermatozoides vivos:**

- Para determinar la vitalidad se usó un colorante como la eosina al 2%.
- En una lámina portaobjeto se colocó una gota de semen la que fue mezclada con una gota de eosina al 2%.
- Con la ayuda de otro portaobjeto se realizó un frotis con un ángulo de 45°, y por último se observó a 100 x (Choez y Evangelista, 2015)

### **Filancia:**

- Se define como la capacidad de un fluido de extenderse hasta formar hilos.
- Se realizó extrayendo semen con una jeringa, luego se derramó una gota en un porta objeto, se procedió a estirar hacia arriba midiendo la distancia con la ayuda de una regla.
- Los resultados obtenidos se expresaron en centímetros.

### **3.2.3. Diseño Estadístico:**

Las características testiculares y las características seminales se evaluaron mediante el uso de estadísticos descriptivos como: Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, porcentaje e histogramas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Características testiculares de alpacas machos de la raza Huacaya de 3 a 5 años

##### 4.1.1. Tamaño testicular

Tabla 3. Tamaño testicular (cm) de alpacas, según su posición (izquierdo y derecho).

	Izquierdo		Derecho	
	Largo cm	Ancho cm	Largo cm	Ancho cm
<b>n</b>	7	7	7	7
<b><math>\bar{x}</math></b>	3,28	2,28	3,28	2,29
<b>DS</b>	0,29	0,25	0,35	0,28
<b>CV</b>	0,09	0,11	0,11	0,12
<b>Error</b>	0,08	0,08	0,1	0,09
<b>Límite inferior</b>	2,76	1,87	2,65	1,75
<b>Límite superior</b>	3,88	2,71	3,74	2,71

n= número de machos

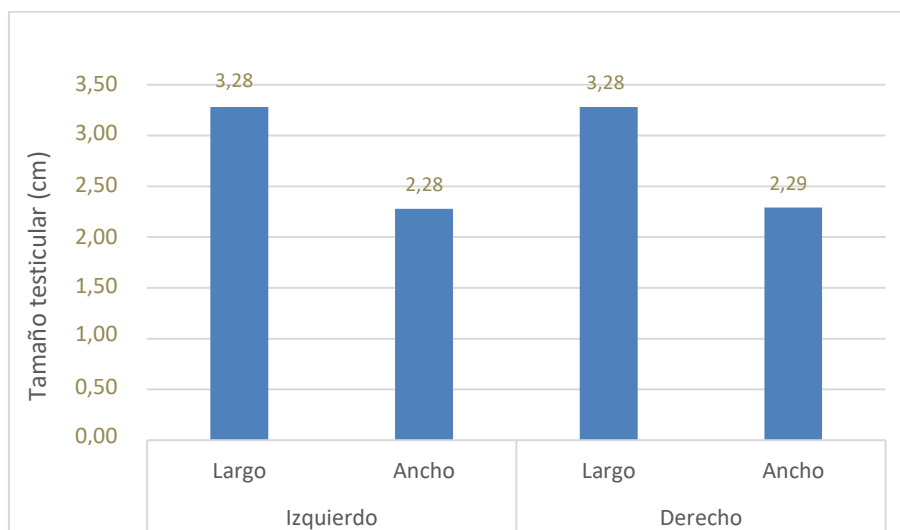


Figura 1. Promedio general del tamaño testicular (cm) obtenidas de 7 alpacas machos.

Fuente: Tabla 3

En la tabla 3 y figura 1 se observa el promedio general del tamaño testicular de 7 machos el cual es de 3,28 cm  $\pm$  0,29 para la medida del largo y 2,28 cm  $\pm$  0,25 para la medida del ancho del testículo izquierdo; siendo límite inferior 2,76 cm y el límite superior 3,88 cm para el largo; límite inferior 1,87 cm y límite superior 2,71 cm para el ancho; para el testículo derecho se obtuvo un promedio de 3,28 cm  $\pm$  0,35 para la medida del largo y 2,29 cm  $\pm$  0,28 para la medida del ancho; siendo el límite inferior 2,65 cm y límite superior 3,74 cm para el largo; límite inferior 1,75 cm y el límite superior 2,71 cm para el ancho.

Tabla 4. Tamaño del testículo izquierdo (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.

Macho	Tamaño del testículo izquierdo					
	Largo cm			Ancho cm		
	r	$\bar{x}$	DS	r	$\bar{x}$	DS
<b>M-002</b>	6	3,70	0,16	6	2,53	0,33
<b>M-005</b>	6	3,28	0,24	6	2,35	0,21
<b>M-007</b>	6	3,26	0,17	6	2,40	0,12
<b>M-009</b>	6	3,15	0,19	6	2,05	0,22
<b>M-010</b>	6	3,38	0,11	6	2,33	0,23
<b>M-011</b>	6	3,28	0,17	6	2,26	0,10
<b>M-012</b>	6	2,95	0,36	6	2,05	0,16

r= número de repeticiones

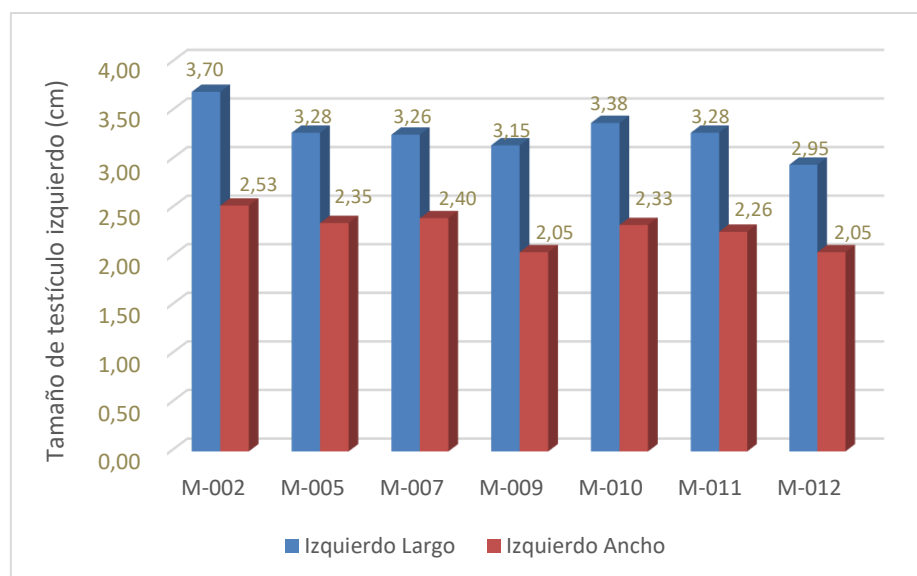


Figura 2. Promedio del tamaño del testículo izquierdo (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 4

En la tabla 4 y figura 2 se observa las medidas del tamaño del testículo izquierdo, para ello se hicieron 6 repeticiones por macho, siendo el macho M-002 quien presentó mayor tamaño el cual fue de 3,70 cm  $\pm$ 0,16 para el largo y 2,53 cm  $\pm$ 0,33 para el ancho del testículo izquierdo y el macho M-012 quien presentó un tamaño menor el cual fue de 2,95 cm  $\pm$  0,36 para el largo y 2,05 cm  $\pm$  0,16 para el ancho.

Tabla 5. Tamaño del testículo derecho (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.

Macho	Tamaño del testículo Derecho					
	Largo cm			Ancho cm		
	r	$\bar{x}$	DS	r	$\bar{x}$	DS
<b>M-002</b>	6	3,46	0,22	6	2,31	0,28
<b>M-005</b>	6	3,53	0,19	6	2,51	0,27
<b>M-007</b>	6	3,30	0,20	6	2,38	0,16
<b>M-009</b>	6	2,90	0,23	6	1,95	0,24
<b>M-010</b>	6	3,50	0,22	6	2,41	0,31
<b>M-011</b>	6	3,40	0,27	6	2,31	0,14
<b>M-012</b>	6	2,86	0,35	6	2,15	0,17

r= número de repeticiones

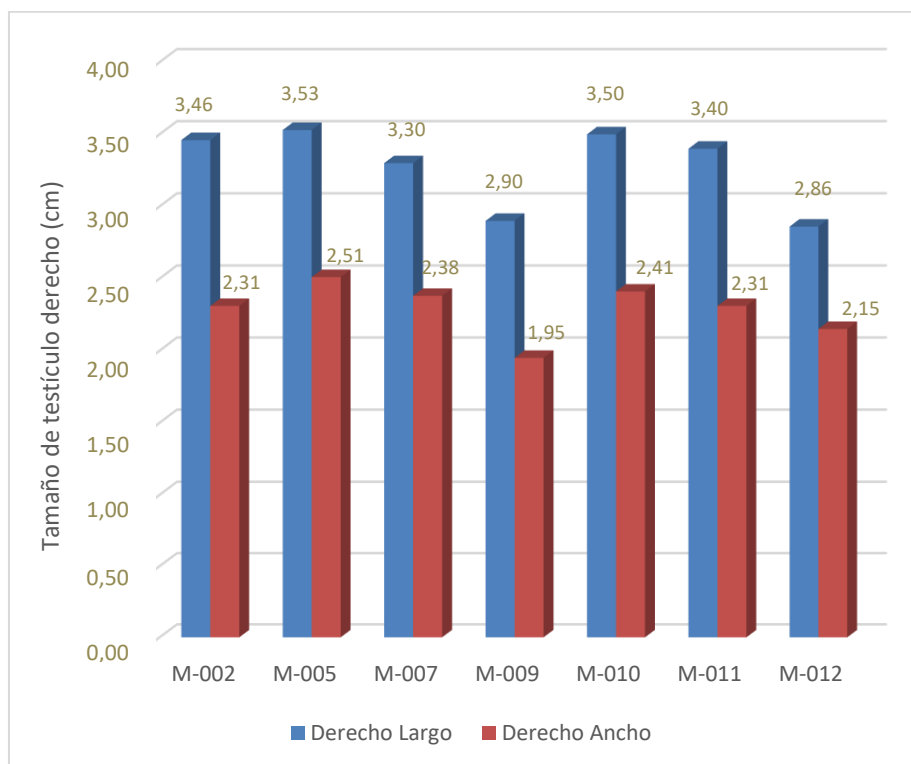


Figura 3. Promedio del tamaño del testículo derecho (largo cm y ancho cm) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 5

En la tabla 5 y figura 3 se observa las medidas del tamaño del testículo derecho, para ello se hicieron 6 repeticiones por macho, siendo el promedio del macho M-005 el que presentó mayor tamaño, el cual se obtuvo un promedio de 3,53 cm  $\pm$  0,19 para el largo y 2,51 cm  $\pm$  0,27 para el ancho y M-012 se obtuvo un promedio de 2,86 cm  $\pm$  0,35 para el largo y 2,15 cm  $\pm$  0,17 para el ancho, siendo este el que presentó un menor tamaño.

#### 4.1.2. Forma testicular

Tabla 6. Forma testicular de alpacas machos según su posición (Izquierdo y Derecho).

	Izquierdo		Derecho	
	Ovoide %	Alargado %	Ovoide %	Alargado %
<b>n</b>	7	7	7	7
<b>Promedio</b>	86	14	90	10

n= número de machos

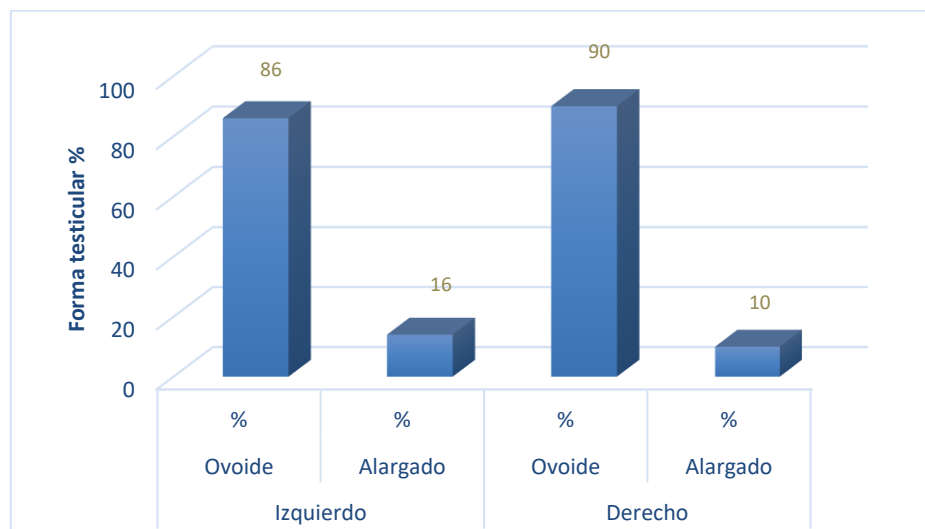


Figura 4. Promedio general de la forma testicular de las alpacas machos.

Fuente: Tabla 6

En la tabla 6 y figura 4 se observa los resultados de la forma testicular de 7 machos, los cuales nos dieron un promedio general de 86% de machos que presentan el testículo izquierdo de forma

ovoide y el 14% es alargado, para el testículo derecho el 90% de macho presenta un testículo de forma ovoide y 10% es alargado.

Tabla 7. Forma del testículo izquierdo según cada macho.

Macho	Forma del testículo Izquierdo			
	Alargado %		Ovoide %	
	r	$\bar{x}$	r	$\bar{x}$
<b>M-002</b>	6	33	6	67
<b>M-005</b>	6	0	6	100
<b>M-007</b>	6	0	6	100
<b>M-009</b>	6	17	6	83
<b>M-010</b>	6	33	6	67
<b>M-011</b>	6	17	6	83
<b>M-012</b>	6	0	6	100

r= número de repeticiones

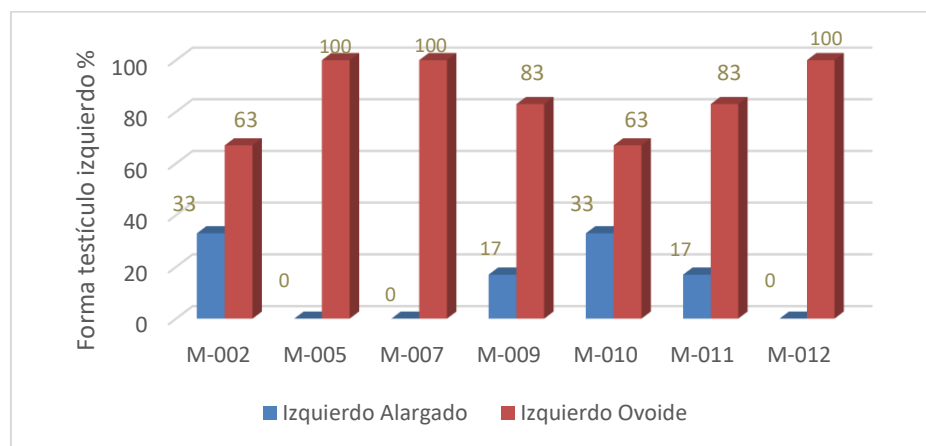


Figura 5. Promedio de la forma del testículo izquierdo (alargado y ovoide) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 7

En la tabla 7 y figura 5 se observa los resultados de la forma del testículo izquierdo de cada macho, para ello se hicieron 6 repeticiones, de los cuales nos dieron como resultado que el macho M-005; M-007 y M-012 presentaron el testículo izquierdo de forma ovoide.

Tabla 8. Forma del testículo derecho según cada macho.

Macho	Forma del testículo Derecho			
	Alargado %		Ovoide %	
	r	$\bar{x}$	r	$\bar{x}$
<b>M-002</b>	6	17	6	83
<b>M-005</b>	6	0	6	100
<b>M-007</b>	6	0	6	100
<b>M-009</b>	6	0	6	100
<b>M-010</b>	6	17	6	83
<b>M-011</b>	6	17	6	83
<b>M-012</b>	6	17	6	83

r= número de repeticiones

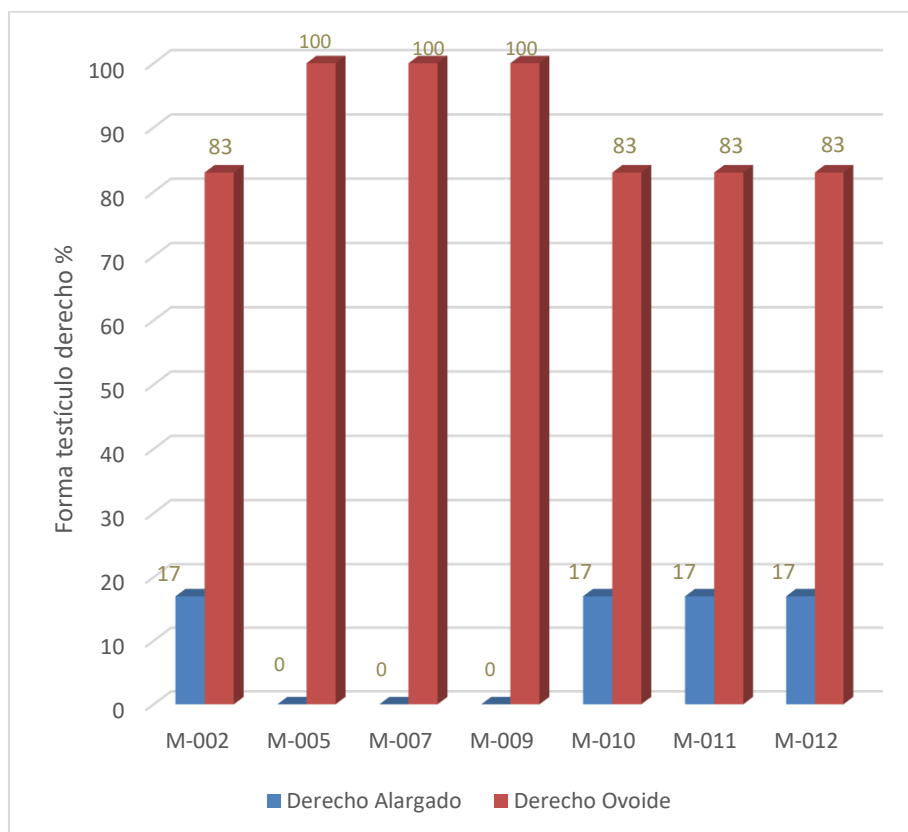


Figura 6. Promedio de la forma del testículo derecho (alargado y ovoide) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 8

En la tabla 8 y figura 6 se observa los resultados de la forma del testículo derecho de cada macho, para ello se hicieron 6 repeticiones, de los cuales nos dieron como resultado que el macho M-005; M-007 y M-009 presentaron el testículo derecho de forma ovoide.

#### 4.2. Características seminales de alpacas machos de la raza Huacaya de 3 a 5 años

Tabla 9. Características seminales de alpacas machos.

	<b>Vol.</b> <b>ml</b>	<b>M.</b> <b>%</b>	<b>C.</b> <b>x 10<sup>6</sup></b>	<b>V.</b> <b>%</b>	<b>Filancia</b> <b>cm</b>
<b>n</b>	7	7	7	7	7
$\bar{x}$	0,75	12,50	39,00	31,23	1,65
<b>DS</b>	0,43	14,65	2,00	21,88	1,36
<b>CV</b>	0,57	1,17	0,05	0,70	0,82
<b>Error</b>	0,15	4,47	8,00	7,43	0,45
<b>Lím. Inf.</b>	0,02	0,45	10,00	9,58	0,16
<b>Lím. Sup.</b>	1,45	44,50	98,00	75,00	4,16

n= número de machos, Vol.= volumen, M.= motilidad, C.= concentración, V.= vitalidad

En la tabla 9 se observa las características seminales de 7 alpacas machos donde se obtuvo un promedio general para el volumen de 0,75 ml  $\pm$  0,43; motilidad 12,50 %  $\pm$  14,65; concentración 39x10<sup>6</sup>  $\pm$  2 espermatozoides/ml; vitalidad 31,23 %  $\pm$  21,88 y filancia 1,65 cm  $\pm$  1,36; siendo el límite inferior del volumen 0,02 ml y límite superior 1,45 ml; el límite inferior de la motilidad 0,45 % y límite superior 44,50 %; límite inferior de la concentración 10x10<sup>6</sup> y límite superior 98x10<sup>6</sup>; límite inferior de la vitalidad 9,58 % y límite superior 75 % y límite inferior de la filancia 0,16 cm y límite superior de 4,16 cm.

#### 4.2.1. Volumen de semen

Tabla 10. Volumen de semen (ml) de alpacas machos colectado en tubos Falcon graduado de 15 ml.

Volumen de semen (ml)			
Macho	$\bar{x}$	DS	CV
M-002	1,15	0,62	1,85
M-005	0,96	0,32	3,00
M-007	0,86	0,21	4,10
M-009	0,63	0,35	1,80
M-010	0,65	0,25	2,60
M-011	0,73	0,46	1,59
M-012	0,28	0,11	2,55

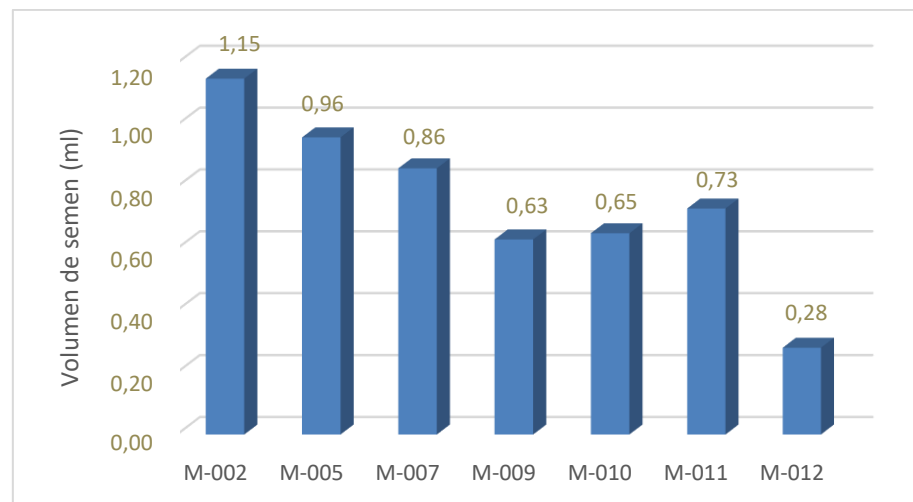


Figura 7. Medidas de volumen seminal (ml) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 10

En la tabla 10 y figura 7 se observa los resultados del volumen seminal, para ello se hicieron 6 colectas de semen a cada macho, de los cuales se obtuvo un promedio de volumen para el M-002 1,15 ml  $\pm$  0,62 el cual presenta mayor volumen seminal y el M-012 0,28 ml  $\pm$  0,11 el que presenta un volumen seminal inferior.

#### 4.2.2. Motilidad espermática total

Tabla 11. Motilidad espermática de semen (%), evaluados con el Sistema Computarizado de Análisis Espermático.

<b>Motilidad espermática total (%)</b>			
<b>Macho</b>	$\bar{x}$	<b>DS</b>	<b>CV</b>
<b>M-002</b>	8,63	5,85	1,47
<b>M-005</b>	16,55	9,68	1,70
<b>M-007</b>	35,42	19,92	1,77
<b>M-009</b>	14,21	17,2	0,82
<b>M-010</b>	3,73	2,33	1,60
<b>M-011</b>	5,25	3,12	1,68
<b>M-012</b>	3,73	1,86	2,00

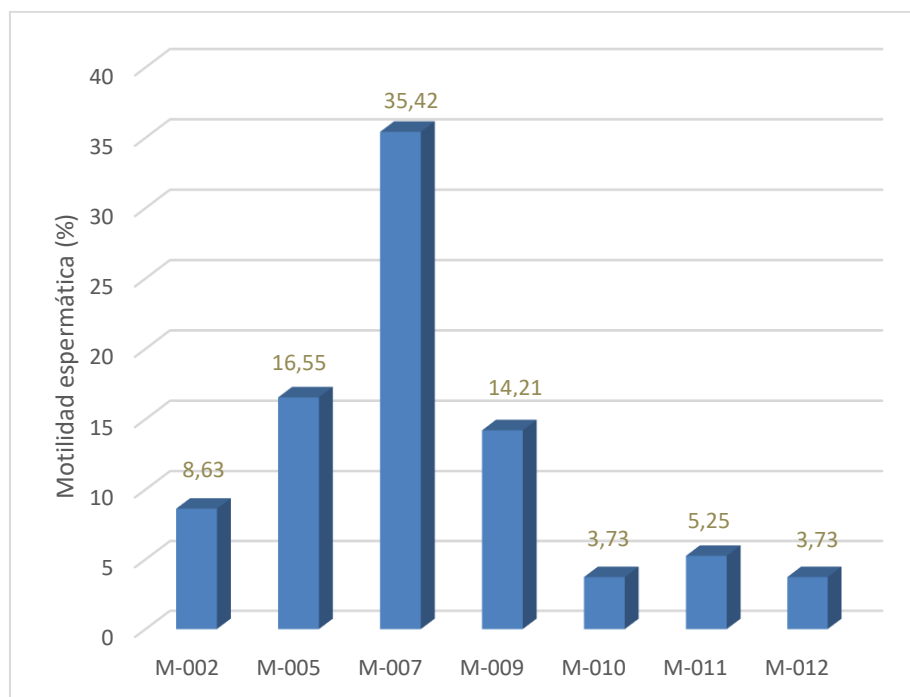


Figura 8. Medidas de la motilidad espermática (%) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 11

En la Tabla 11 y figura 8 se observa los resultados de la motilidad espermática, de 6 colectas de semen que se realizó a cada macho, a la evaluación microscópica se obtuvo un promedio de motilidad total para el M-007 35,42 %  $\pm$  19,92 el cual presenta mayor motilidad; el M-010 3,73 %  $\pm$  2,33 y M-012 3,73 %  $\pm$  1,86 son los que presenta una motilidad total inferior a los demás.

### 4.2.3. Concentración espermática

Tabla 12. Concentración espermática de semen, evaluados con el Sistema Computarizado de Análisis Espermático.

Concentración espermática (x10 <sup>6</sup> )			
Macho	$\bar{x}$	DS	CV
M-002	18,00	9,24	0,51
M-005	36,00	2,29	0,06
M-007	79,00	3,40	0,04
M-009	42,00	2,65	0,06
M-010	23,00	6,78	0,29
M-011	48,00	2,76	0,05
M-012	29,00	9,90	0,34

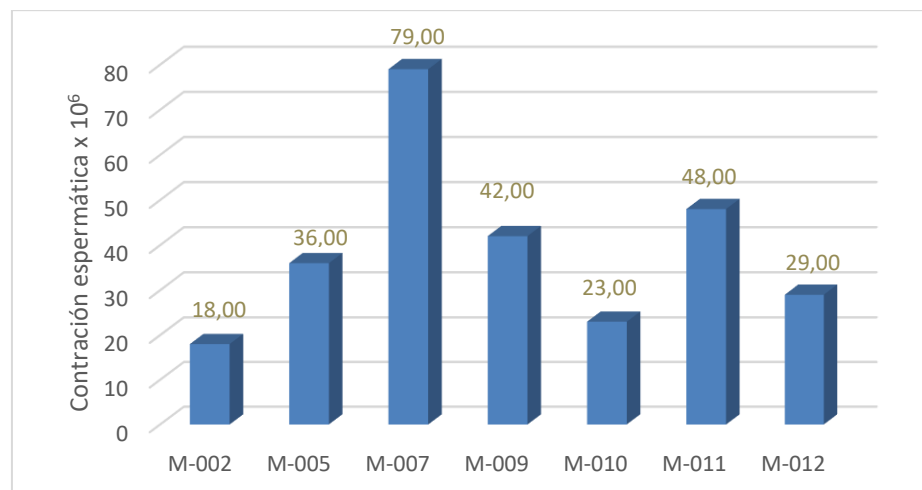


Figura 9. Medidas de la concentración espermática (x10<sup>6</sup>) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 12

En la Tabla 12 y figura 9 se observa los resultados de la concentración espermática, de 6 colectas de semen que se realizó a cada macho, a la evaluación microscópica se obtuvo un promedio de concentración espermática para el M-007  $79,00 \times 10^6 \pm 3,4$  espermatozoide/ml el cual presenta mayor concentración y el M-002  $18,00 \times 10^6 \pm 9,24$  espermatozoide/ml es el que presenta una concentración espermática inferior a los demás.

#### 4.2.4. Porcentaje de espermatozoides vivos

Tabla 13. Porcentaje de espermatozoides vivos (%) evaluados con el microscopio electrónico.

<b>Vitalidad espermática (%)</b>			
<b>Macho</b>	$\bar{x}$	<b>DS</b>	<b>CV</b>
<b>M-002</b>	24,66	13,60	0,55
<b>M-005</b>	38,16	9,39	0,24
<b>M-007</b>	59,91	32,76	0,54
<b>M-009</b>	33,50	18,68	0,55
<b>M-010</b>	17,66	9,83	0,55
<b>M-011</b>	28,75	21,63	0,75
<b>M-012</b>	16,00	7,64	0,47

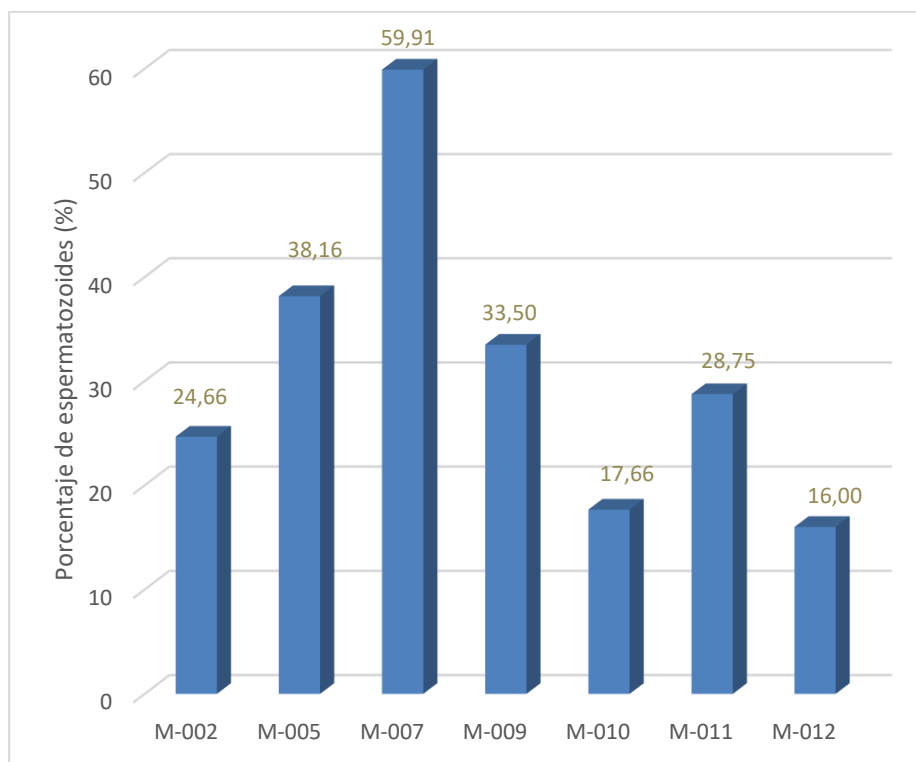


Figura 10. Medidas del porcentaje de espermatozoides vivos (%) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 13

En la Tabla 13 y figura 10 se observa los resultados del porcentaje de espermatozoides vivos, de 6 colectas de semen que se realizó a cada macho, a la evaluación microscópica se obtuvo un promedio de espermatozoides vivos para el M-007 59,91 %  $\pm$  32,76 el cual presenta mayor vitalidad y el M-012 16,00 %  $\pm$  7,64 es el que presenta una vitalidad espermática inferior a los demás.

#### 4.2.5. Filancia

Tabla 14. Filancia (cm) del semen colectado de alpacas machos.

Filancia (cm)			
Macho	$\bar{x}$	DS	CV
<b>M-002</b>	2,08	0,80	0,38
<b>M-005</b>	1,08	0,49	0,45
<b>M-007</b>	3,25	1,99	0,61
<b>M-009</b>	1,13	0,69	0,61
<b>M-010</b>	2,33	1,50	0,64
<b>M-011</b>	1,33	0,87	0,65
<b>M-012</b>	0,33	0,40	1,21

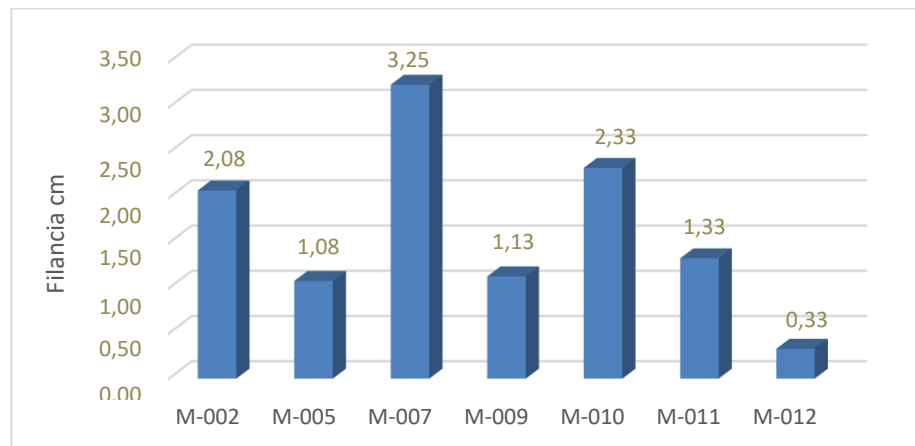


Figura 11. Medidas de la filancia (cm) según la alpaca macho.

Fuente: Tabla 14

En la Tabla 14 y figura 11 se observa los resultados de la filancia, de 6 colectas de semen que se realizó a cada macho, a la evaluación espermática se obtuvo un promedio de filancia para el M-007 3,25 cm  $\pm$  1,99 el cual presenta mayor filancia y el M-012 0,33 cm  $\pm$  0,40 es el que presenta una filancia inferior a los demás.

## DISCUSIONES

### CARACTERÍSTICAS TESTICULARES

#### Tamaño testicular

De los resultados obtenidos en esta investigación en biometría testicular, respecto a las dimensiones testiculares en la alpaca adulta, Bravo et al.(1997) reporta una longitud testicular promedio de 3,7 cm y ancho testicular promedio de 2,4 cm; mientras que García (2005), reportan un promedio de 3,5 – 4,5 cm de longitud testicular por 2 - 3 cm de promedio de ancho testicular y Mujica et al.(2015) reporta un promedio de  $3,50 \pm 0,91$  para el largo y  $2,2 \pm 0,41$ ; estos resultados son diferentes a los reportados en el presente trabajo de investigación, esto puede deberse a lo mencionado por Sumar (1983) quien ya había advertido la amplia variación en el tamaño testicular de las alpacas, en cualquier edad (a mayor edad el tamaño testicular aumenta) o tamaño del cuerpo, sugiriendo que otros factores, probablemente genéticos estén implicados, otras de la razones que puede influir en el tamaño testicular es la producción de esperma, en otras especies a medida que el testículo aumenta en peso y tamaño aumenta la producción de esperma y la fecundidad (Crudeli et al.,2005).

No habiendo mucha información sobre Biometría testicular, Huanca y Adams (2007) reporta medidas testiculares en vicuñas de  $3,1 \pm 0,4$  cm x  $2,1 \pm 0,3$  cm (largo x ancho) para el testículo izquierdo y de  $3,2 \pm 0,4$  cm x  $2,2 \pm 0,4$  cm (largo x ancho) para el testículo derecho, los cuales son similares a los resultados obtenidos en este estudio, por otro lado para Enciso (2009) quien realizó trabajos en vicuñas, reportó medidas del testículo derecho:  $3,59 \pm 0,13$  cm (largo),  $2,39 \pm 0,10$  cm (ancho); testículo izquierdo:  $3,63 \pm 0,12$  cm (largo),  $2,42 \pm 0,09$  cm (ancho); los cuales son valores mayores a los nuestros, esto podría ser por el lugar donde se ha desarrollado los diferentes estudios influenciados por el medio ambiente, la especie animal (aunque los parámetros en camélidos sudamericanos son similares) pero por nuestro lado las condiciones de ambiente y alimentación fueron las más propicias para el desarrollo corporal de estos animales, esto podría ser una de las razones porque estos animales tengan dimensiones relativamente más pequeños o similares a algunos autores.

Haciendo comparaciones con investigaciones realizadas en llamas por Mayta et al. (2016) sobre medidas biométricas testiculares de largo y ancho testicular reportaron los siguientes valores, largo testicular derecho  $4,27 \pm 0,48$  cm; ancho testicular derecho  $2,41 \pm 0,35$  cm, largo testicular izquierdo  $4,21 \pm 0,50$ ; ancho testicular izquierdo  $2,36 \pm 0,25$ ; podemos darnos cuenta que estos valores difieren a los nuestros, esto puede ser

producto de que las llamas tienen mayor tamaño corporal que las alpacas y por ende el tamaño testicular también será mayor.

### **Forma testicular**

Bailey et al. (1996), menciona que la forma del testículo es ovoide teniendo en consideración el análisis subjetivo y las medidas del largo y ancho del testículo (si la longitud del largo del testículo es mayor a los establecido se le denomina alargado, y si hay proporción entre el largo y el ancho testicular se dice que es ovoide), al comparar con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación podemos afirmar este hecho ya que los resultados nos dieron un promedio de 86% de machos que presentan el testículo izquierdo de forma ovoide y el 14% es alargado, el 90% presentan el testículo derecho de forma ovoide y 10% es alargado.

### **CARACTERÍSTICAS SEMINALES**

Para la evaluación del volumen, motilidad espermática, concentración espermática y vitalidad en la alpaca, lo ideal sería poder trabajar con muestras procedentes de eyaculados de los animales aptos para el estudio; sin embargo, hasta la actualidad no ha sido desarrollada una técnica sencilla y confiable para coleccionar semen en esta especie. Esta dificultad radica en el comportamiento sexual de los camélidos sudamericanos, el cual está marcado por la duración de la cópula, la posición especial de la

misma, el lugar de depósito del semen, el tipo de eyaculación e incluso el temperamento nervioso de los machos (Bustinza, 2001).

Los eyaculados de los camélidos están caracterizados por un reducido volumen y baja concentración de espermatozoides comparando con otros animales de producción. Los parámetros como volumen, motilidad, concentración espermática, vitalidad y morfología son altamente variables entre machos y entre eyaculados colectados del mismo macho (Von Baer y Hellemann, 1999).

### **Volumen seminal**

Los resultados obtenidos por Choez y Evangelista (2015), en relación al volumen seminal en alpacas, fue de  $1,54\text{ml} \pm 1,45$ ; Dávalos y Olazabal (2002), por su parte reportó valores del volumen de  $1,03\text{ ml} \pm 0,03$  con maniquí y con hembra receptiva fue de: volumen  $1,73\text{ml} \pm 0,09$ ; Huanca et al. (2011), por otro lado en sus trabajos realizados en el centro experimental de Quimsachata INIA – Puno, reportó un volumen de  $1,24\text{ml} \pm 1,17$ ; estos resultados son mayores a los obtenidos en este trabajo de investigación, ya que en este estudio se reportó un volumen de  $0,75\text{ml} \pm 0,43$ ; esto podría ser atribuido a la falta de acostumbramiento de la vagina artificial (ya sea la presión o temperatura de la vagina artificial), al maniquí o por falta de libido, se dice que la principal desventaja de la colección de semen en camélidos

sudamericanos radica en que existe un porcentaje del 10 – 40 % de rechazo a la vagina artificial o al maniquí (Lichtenwalner et al., 1996; Von Baer y Hellemann, 1999; Giuliano et al., 2008 y Muchotrigo et al., 2013)

### **Motilidad espermática**

Con respecto a la motilidad espermática Zirena (2014) en sus investigaciones previas ha reportado medidas de  $43,33\% \pm 24,30$ ; Choez y Evangelista (2015) en cambio reportó una motilidad espermática de  $20\% \pm 23,83$ ; Dávalos y Olazabal (2002) reportó valores de motilidad espermática  $34,2\% \pm 5,3$  con maniquí y con hembra receptiva la motilidad espermática fue de  $68,9\% \pm 4,9$  y por último Huanca et al. (2011) reportó una motilidad espermática de  $45,90\% \pm 26,09$ ; estos datos difieren con los obtenidos en este trabajo de investigación ya que reportamos valores de motilidad espermática de  $12,50\% \pm 14,65$ , los cuales son menores a los reportados por los autores mencionados, esta diferencia puede estar relacionado al manejo de las muestras (temperatura), o al tiempo de observación de las mismas, ya que se recomienda que la motilidad debe ser observada inmediatamente después de la colección de semen (Bravo et al., 2002). También puede ser producto de la consistencia del semen, ya que los camélidos sudamericanos presentan alta viscosidad, por lo que el espermatozoide incrementa su motilidad cuando el eyaculado se vuelve más líquido (Tibary y Memon, 1999).

### **Concentración espermática (espermatozoides/ml)**

La concentración espermática obtenidas en esta investigación fueron menores a los reportados por Choez y Evangelista (2015) quien presentó una concentración espermática de  $98,46 \times 10^6 \pm 107,75$  espermatozoides/ml y Huanca et al. (2011) que reportó valores de concentración espermática de  $80,48 \times 10^6 \pm 69,35$ ; esto podría atribuirse a las diferentes formas de evaluación de la muestra, ya que para ello se utilizan el método de dilución, estos autores usaron la metodología de la dilución y conteo de las muestras a diferencia de este estudio, en el que se usó el Sistema Computarizado de Análisis Espermático, o también puede atribuirse a la edad del animal, ya que dichos autores trabajaron con animales entre 3 y 7 años y en el caso de este estudio trabajamos con animales de 3 a 5 años; con respecto a lo mencionado por Dávalos y Olazabal (2002) quien reportó una concentración espermática de  $32,8 \times 10^6 \pm 4,3$  espermatozoides/ml con maniquí y con hembra receptiva fue de: concentración espermática  $57,5 \times 10^6 \pm 8,3$  espermatozoides/ml, podemos apreciar que estos datos se aproximan a los reportados en este estudio, esto podría atribuirse ya que así como el autor para el desarrollo de este estudio también se usó maniquí y hembras receptoras, por otro lado estas diferencias también podrían darse como consecuencia de eyaculaciones sucesivas, ya que se han demostrado que la concentración espermática y

el volumen del eyaculado disminuyen en el tercer eyaculado sucesivo (Bravo et al., 2002).

### **Porcentaje de espermatozoides vivos**

El presente estudio reportó una vitalidad espermática de  $31,23\% \pm 21,88$ ; el cual es similar al obtenido por Dávalos y Olazabal (2002) mediante el uso del maniquí, pero difiere del mismo autor quien también uso el método de una hembra receptiva y obtuvo valores de vitalidad espermática mayores que los obtenidos en este trabajo de investigación cuyo dato fue de  $72,1\% \pm 1,9$ ; esto puede estar atribuido al libido de los animales, ya que esta cualidad en los machos permite obtener semen de calidad, el mismo autor menciona que la hembra receptiva ayuda a incrementar el libido de los machos y por ende el apoyo de dicha hembra permite obtener mejores porcentajes de vitalidad.

Zirena (2014) reporta valores de vitalidad espermática de  $68,52\% \pm 14,07$ ; Huanca et al. (2011) reporta una vitalidad espermática de  $52,32\% \pm 19,18$  siendo estos datos mayores a los mencionados en este estudio, en cambio Choez y Evangelista (2015) reporta datos inferior a los nuestros los cuales son  $21,60\% \pm 21,60$ ; esto podría atribuirse a la duración de cópula, ya que las características del semen de los camélidos están relacionadas al tiempo de la duración de la cópula, existen estudios en los cuales se cambia el

tubo colector cada 5 minutos o se ha interrumpido la cópula a los 5, 10, 15 y 20 minutos. En general, la duración de la cópula podría traer cambios en el porcentaje de espermatozoides vivos. Adicionalmente, la cópula interrumpida causa una mayor proporción de espermatozoides muertos después de 15 minutos (Bravo et al., 2002).

### **Filancia cm**

Los datos reportados de la filancia de semen en nuestro estudio dio valores de  $1,65\text{cm} \pm 1,36$ ; a diferencia de los reportados por Huanca et al. (2011) quien reportó datos de  $0,99 \pm 1,58$ ; esto podría estar atribuido al uso de la vagina artificial, ya que se dice que el 90% de los eyaculados colectados con vagina artificial presentan alta viscosidad en comparación con el 10% de los eyaculados recuperados por aspiración vaginal (Alarcón et al., 2012). No existen muchos reportes acerca del estudio de esta particularidad del semen.

## **CONCLUSIONES**

- En la zona costa de Tacna el tamaño testicular de los machos evaluados es menor a los reportados en trabajos realizados a más de los 3500 msnm, en cuanto a la forma testicular los resultados obtenidos son similares, siendo estos valores necesarios para la elección de futuros reproductores.
- En la zona de la costa de Tacna las características macroscópicas como microscópicas del semen de la alpaca es menor a los reportados en trabajos realizados a más de los 3500 msnm, esto puede deberse a la edad de los animales, así como también al cambio de hábitat ya que estos animales están anatómica y fisiológicamente adaptados a la altura bajo las condiciones de manejo y alimentación de dichas zonas.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más estudios sobre la capacidad reproductiva en camélidos sudamericanos.
- Se recomienda realizar más estudios sobre biometría testicular en alpacas y su influencia en la calidad espermática.
- Se recomienda optar por otros métodos de colección de semen usadas en otras especies de animales domésticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, B., García, B., Bravo, PW. (2012). Inseminación artificial de alpacas con semen colectado por aspiración vaginal y vagina artificial. *Rev. Inv. Vet. Perú* 23(1): 58-64.
- Aller, J., Cancino, A., Rebuffi, G. (2001). Súper ovulación y transferencia de embriones de llamas en el altiplano argentino: Resultados preliminares. IV Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina.
- Androl, J. (2000). Mortimer ST. *CASA—practical aspects*. 21(4):515–524.
- Bailey, T., Monke, D., Hudson, R., Wolfe, D., Carson, R., Riddell, M. (1996). Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein Bulls. *Theriogenology* 46:881-887.
- Barrios, B., Pérez-Pé, R., Gallego, M., Tato, A., Osada, J., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J. (2000). Seminal plasma proteins revert the cold-shock damage on ram sperm membrane. *Biol Reprod* 63: 1531-1537.
- Boggio Devincenzi, J. (2007). Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial y Funcional del Toro. Capacidad de Servicio. Chile.

- Bravo, PW. (2000). Malelamoid semen evaluation. En: Camelid medicine, surgery and reproduction. Ohio: The Ohio State University College of Veterinary Medicine.
- Bravo, PW., Alarcon, R., Ordoñez, V. (2002). Ejaculatory process and related semen characteristics. Arch Andrology 48: 65-72.
- Bravo, PW., Alarcon, V., Baca, L., Cuba, Y., Ordoñez, C., Salinas, J., Tito, F. (2012). Semen presevation and artificial insemination in domesticated Sout American camelids. Anim. Reprod. Sci. 136: 157- 163.
- Bravo, PW., Flores, D., Ordoñez, C. (1997). Effect of repeated collection on semen characteristics of alpaca. Biology of reprod. 57: 520-524.
- Bustinza, V. (2001). La alpaca: crianza, manejo y mejoramiento. Tomo II. Puno: Oficina de Recursos del Aprendizaje. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 343 p.
- Choez, k. y Evangelista, S. (2015). Comparación de las características seminales de alpacas Huacaya y Suri. Spermova; 5(1): 139 – 143.
- Crudeli, G., Pochon, D., Pellerano, G., García, M., Amuchastegui, F. (2005). Análisis de las variables biométricas circunferencia escrotal y

volumen testicular en toros de la raza braford. Universidad Nacional del Norte. Publicaciones Científicas. Corrientes Argentina.

Dávalos, R. y Olazabal, J. (2002). Evaluación de dos formas de colección de semen en alpacas. Rev. Inv. Vet. Perú. 13 (2): 98-99.

Enciso, M. (2009). Evaluación del método de contención química, colección de semen, análisis del eyaculado y biometría testicular. Lima-Perú.

Fernández-Baca, S. y Calderón, W. (1966). Método de colección de semen de la alpaca, Rev. Fac. Med. Vet., Univ. Nac. M. San Marcos. 18 (20): 13-26.

Flores, P., García, J., Muñoz, C., Bustoa, E., Urquieta, B. (2002). Alpaca semen characteristics previous to a mating period. Depto. Ciencias Biológicas animales, Facultad de ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Fowler, ME. (1998). Medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuña, guanaco. 2ª ed. Iowa: Black well publishing. 564p.

Galindo, W. (1995). Efecto de eyaculaciones sucesivas sobre las características del semen de alpacas. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Puno: Univ. Nacional del Altiplano.

- García, W. (2005). Manual del Técnico Alpaquero. Manual elaborado por investigadores de la Estación Experimental la Raya del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Garner, DL. y Hafez, ESE. (2002). Espermatozoides y plasma seminal. En: Hafez E. S.E., Hafez B., eds. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7a ed. México: McGraw Hill Interamericana. p. 98-112.
- Garnica, J., Achata, R., Bravo, PW. (1993). Physical and biochemical characteristics of alpaca semen. Anim. Reprod. Sci. 32: 85-90.
- Garnica, J., Flores, E., Bravo, PW. (1995). Citric acid and fructose concentrations in seminal plasma of the alpaca. Small Rumin. Res. 18: 95-98.
- Gauly, M. y Leindinger, H. (1996). Semen quality characteristics, volume distribution and hypo-osmotic sensitivity of spermatozoa of Lama glama and Lama guanicoe. En: 2nd European symposium on south american camelids. Università Di Camerino. p. 235-244.
- Giuliano, S., Carretero, I., Gambarotta, M., Neild, D., Trasorras, V., Pinto, M., Miragaya, M. (2010). Improvement of llama (Lama glama)

seminal characteristics using collagenase. *Ani. Reprod. Science* 118: 98-102.

Giuliano, S., Director, A., Gambarotta, M., Trasorras, V., Miragaya, M. (2008) Collection method, season and individual variation on seminal characteristics in the llama (*Lama glama*). *Anim Reprod Sci.*104:359-369.

Giuliano, SM., Spirito, SE., Maragaya, MH. (2002). Electroejaculation and seminal parameters in vicuña (*Vicugna vicugna*). *Theriogenology* 57: 583.

Huanca, W. (2005). Aplicación de biotecnologías reproductivas en especies domésticas y silvestres de camélidos sudamericanos. *Agrociencia.* 9:505-509.

Huanca, W. y Adams, GP. (2007). Semen collection and artificial insemination in llamas and alpacas. En: Youngquist R, Threlfall W. *Current therapy in large animal theriogenology.* 2° Edición: Saunders – Elsevier Inc. P. 869-873.

Huanca, W. y Gaulty, M. (2001). Conservación de semen refrigerado de llamas. *Rev. Inv. Vet. Perú* 1: 460-464.

- Huanca, T., Mamani, R., Naveros, M., Pacheco, J., Condori, N. (2011). Variación individual y estacional de las características seminales en alpacas (vicugna pacos). *Spermova* (2011) 1(1): 98-100.
- Illera, M. (1994). Reproducción de los animales domésticos. 1a ed. España: Aedos.
- Johnson, LW. (1989). Llama reproduction. *Vet. Clin. N. Am. FoodAnim. Pract.* 5: 159-182.
- Lichtenwalner, AB., Woods, GL., Weber, JA. (1996) Seminal collection, seminal characteristics and pattern of ejaculation in llamas. *Theriogenology.* 46:293-305.
- Mayta, C., Loza, M., Delgado, P., Coria, L. (2016). Caracterización del aparato reproductor de llamas (*Lama glama*, Linnaeus 1758) machos en Turco Provincia Sajama Departamento de Oruro.
- Miró, M. (2015). Técnicas Reproductivas en Ganadería – Gestión de la reproducción en el macho. Valoración Seminal: Sistema Casa. Argentina.
- Mogrovejo, D. (1952). Estudios del semen de alpacas. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 21 p.

- Morton, KM., Vaughan, JL., Maxwell, WMC. (2008). Continued development of artificial insemination technology in alpacas. RIRDC Publication 08/057.
- Muchotrigo, D., Trelles, X., Choez, K., Olazabal, J., Evangelista, S., Santiani, A. (2013). Probabilidad de obtención de semen de alpaca utilizando vagina artificial en lotes de machos sin entrenamiento. Spermova 2013. 3:95-96.
- Mujica, R., Tenorio, M., Rodriguez, A., García, P. (2015). Características biométricas testiculares e incidencia de anomalías genitales en alpacas. Unidad de investigación e Innovación. Programa de investigación en biodiversidad y gestión ambiental. UNSCH – Ayacucho.
- Novoa, C. y Leyva, V. (1996). Reproducción en alpacas y llamas. Publicación científica IVITA- UNMSM 26: 32.
- Pacheco, J. (2008). Métodos de colección de semen en camélidos sudamericanos. REDVET IX (4): 1-17.
- San Martín, F. (1961). Fisiología de la reproducción de la alpaca. En: An. Symp. sobre problemas ganaderos. Lima.

Slack, J. (2001). Essential developmental biology. Blackwell science Ltd. United Kingdom.

Sumar, J. (1983). Studies on reproductive pathology in alpacas. MSc Thesis. Upsala, Sweden: Swedish University of Agrarian Sciences, Department of Obstetric and Gynecology, Veterinary Medicine Faculty.

Sumar, J. (1991). Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo en avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Santiago: Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Sumar, J. (2002). Llamas y alpacas. En: Hafez ESE, Hafez B, eds. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7a ed. México: McGraw Hill Interamericana. p 224-242.

Sumar, J. y García, M. (2005). Fisiología de Reproducción de Alpaca. Instituto de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Sumar, J. y Leyva, C. (1981). Colección de semen mediante vagina artificial en la alpaca (Lama pacos). En: Memorias de la IV convención internacional sobre camélidos sudamericanos. Punta Arenas.

- Sutovsky, P. y Manandhar, G. (2006). Mammalian spermatogenesis and sperm structure: anatomical and compartmental analysis. En: J. De Jonge C., Barratt L. R. C., eds. The sperm cell: Production, maturation, fertilization, regeneration. Estados Unidos. Cambridge University Press. p. 1-30.
- Tibary, A. y Anouassi, A. (1997). Theriogenology in camelidae. Actes Editions, Rabat, Morocco.
- Tibary, A. y Memon, MA. (1999). Reproduction in the male South American Camelidae J. Camel Prac. Res. 6: 235-248.
- Tibary, A. y Vaughan, J. (2006). Reproductive physiology and infertility in male South American camelids: A review and clinical observations. Small Rumin. Res. 61: 283-298.
- Von Baer, L. y Hellemann, C. (1999). Cryopreservation of llama (*Lama glama*) semen. *Reprod. Domest. Anim.* 34: 95-96.
- Von Kubineck, J. (1974). Samenentnahme beim Alpaka durch eine Harnohrenfistel. *Z. Tierzucht* 90: 335.
- WHEELER, J. (1995). Evolution and present situation of the South American Camelidae. *Biol. J. Linn. Soc.* 54: 271-295.

Zirena, N. (2014). Comparación de dos métodos físicos en el tratamiento del semen fresco de alpaca y su relación con la calidad espermática post congelación. UNMSM – Lima.

## **ANEXOS**

## ANEXO Nº 1

### REGISTRO DE MEDIDAS TESTICULARES

#### Medidas del testículo derecho (cm)

Macho	1ra Repetición		2da Repetición		3ra Repetición		4ta Repetición		5ta Repetición		6ta Repetición	
	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo
M-002	2,00	3,20	2,60	4,00	2,20	3,70	2,60	3,90	2,50	3,70	2,00	3,20
M-005	2,50	3,50	2,60	3,80	2,20	3,20	2,30	4,10	2,50	3,60	3,00	3,60
M-007	2,40	3,60	2,40	3,80	2,20	3,20	2,60	3,90	2,50	3,10	2,20	3,10
M-009	1,60	2,60	2,30	3,50	1,90	2,60	2,00	3,30	2,10	3,10	1,80	3,00
M-010	3,00	3,90	2,50	3,60	2,40	3,50	2,10	4,20	2,30	3,30	2,20	3,30
M-011	2,90	3,70	2,40	3,80	2,30	3,20	2,40	4,10	2,70	3,20	2,10	3,20
M-012	2,10	2,80	2,10	3,50	2,00	2,50	2,40	4,00	2,10	2,60	2,50	3,00

#### Medidas del testículo izquierdo (cm)

Macho	1ra Repetición		2da Repetición		3ra Repetición		4ta Repetición		5ta Repetición		6ta Repetición	
	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo
M-002	2,30	3,80	2,80	3,90	2,40	3,80	3,00	4,10	2,60	3,80	2,10	3,50
M-005	2,00	3,70	2,60	3,70	2,40	3,10	2,20	3,70	2,50	3,70	2,40	3,30
M-007	2,40	3,50	2,50	4,00	2,30	3,20	2,50	4,00	2,50	3,30	2,20	3,00
M-009	1,80	2,80	2,20	3,20	1,90	3,20	2,40	3,40	2,10	3,20	1,90	3,10
M-010	2,20	3,80	2,20	3,50	2,30	3,40	2,30	4,00	2,20	3,50	2,80	3,20
M-011	2,20	3,50	2,30	3,50	2,30	3,20	2,40	3,90	2,10	3,10	2,30	3,20
M-012	1,90	2,90	2,20	3,40	2,00	3,00	2,30	3,30	1,90	2,50	2,00	2,60

## ANEXOS Nº 2

## REGISTRO DE CARACTERÍSTICAS SEMINALES

### Características seminales 1ra Repetición

Macho	N° Repet.	Volumen	Motilidad	Concentración	Vitalidad	Filancia
M-002	1	1,00	6,00	12,00	18,00	2,00
M-005	1	1,00	6,00	17,25	40,00	2,00
M-007	1	1,00	9,60	98,20	19,00	0,50
M-009	1	1,00	2,00	40,50	10,00	0,80
M-010	1	1,00	1,00	28,00	6,00	2,00
M-011	1	1,50	2,00	66,00	71,00	1,00
M-012	1	0,20	1,40	17,80	7,00	0,50

### Características seminales 2da Repetición

Macho	N° Repet.	Volumen	Motilidad	Concentración	Vitalidad	Filancia
M-002	2	1,50	7,50	35,40	20,00	2,00
M-005	2	0,80	20,00	23,25	31,00	1,00
M-007	2	0,50	15,50	30,00	24,00	5,00
M-009	2	0,30	7,00	70,00	21,00	1,00
M-010	2	0,50	3,00	32,00	15,00	3,00
M-011	2	0,30	2,00	30,00	10,50	3,00
M-012	2	0,20	2,00	18,50	11,00	0,00

### Características seminales 3ra Repetición

Macho	N° Repet.	Volumen	Motilidad	Concentración	Vitalidad	Filancia
M-002	3	1,50	5,00	18,40	14,00	1,00
M-005	3	1,50	15,00	71,70	27,00	1,00
M-007	3	0,70	30,00	63,75	53,00	5,00
M-009	3	0,20	48,30	19,50	65,00	0,50
M-010	3	0,80	1,40	25,00	9,00	1,00
M-011	3	0,80	7,50	35,40	20,00	1,50
M-012	3	0,30	5,00	26,30	18,00	0,00

### Características seminales 4ta Repetición

Macho	N° Repet.	Volumen	Motilidad	Concentración	Vitalidad	Filancia
M-002	4	0,50	5,00	19,60	30,00	3,00
M-005	4	1,00	12,70	55,10	43,50	1,00
M-007	4	1,00	50,00	120,00	85,00	2,00
M-009	4	0,50	5,00	16,23	30,00	0,50
M-010	4	0,80	5,00	13,30	27,00	2,00
M-011	4	0,50	5,00	21,60	17,00	1,00
M-012	4	0,20	3,00	33,00	11,00	0,50

### Características seminales 5ta Repetición

Macho	N° Repet.	Volumen	Motilidad	Concentración	Vitalidad	Filancia
M-002	5	0,40	8,00	10,50	16,00	1,50
M-005	5	1,00	11,60	13,90	34,50	0,50
M-007	5	1,00	51,53	61,00	87,50	2,00
M-009	5	1,00	15,00	27,50	37,00	2,00
M-010	5	0,30	7,00	18,50	31,00	5,00
M-011	5	0,30	10,00	43,20	28,00	0,50
M-012	5	0,50	5,00	40,50	22,00	1,00

### Características seminales 6ta Repetición

Macho	N° Repet.	Volumen	Motilidad	Concentraci3n	Vitalidad	Filancia
M-002	6	2,00	20,30	12,53	50,00	3,00
M-005	6	0,50	34,00	36,25	53,00	1,00
M-007	6	1,00	55,90	107,00	91,00	5,00
M-009	6	0,80	8,00	78,75	38,00	2,00
M-010	6	0,50	5,00	26,20	18,00	1,00
M-011	6	1,00	5,00	96,00	26,00	1,00
M-012	6	0,30	6,00	39,00	27,00	0,00

### ANEXO 3



**Fotografías 1: Medidas testiculares**



**Foto 2: Forma testicular**



**Foto 3: Colección de semen con vagina artificial y maniquí**



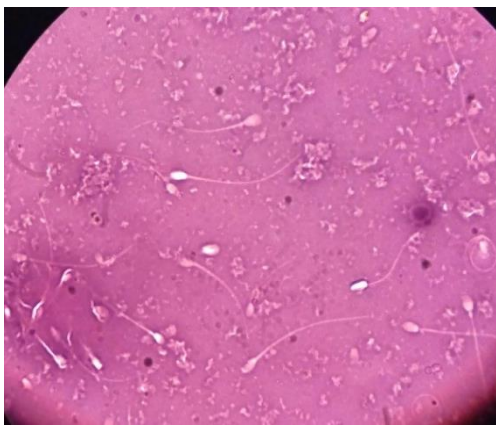
**Foto 4: Colección de semen con vagina artificial y hembra receptiva**



**Foto 5: Volumen seminal**



**Foto 6: Motilidad espermática**



**Foto 7: vitalidad espermática**



**Foto 8: Filancia**