

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Unidad de Investigación e Innovación

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

Sub Programa de Biodiversidad



Informe Final de Investigación

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS TESTICULARES E INCIDENCIA DE ANORMALIDADES GENITALES EN ALPACAS

Responsable : Mg. Fidel Rodolfo Mujica Lengua
Miembros : Mg. Martín Saturnino Tenorio Bautista
Dr. Arturo Rodríguez Zamora
Mg. Paula García Godos Alcázar
Colaboradores : Est. Luis Huamaní Nuñez
Est. Abel Ochatoma Pizarro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Biológicas
Unidad de Investigación e Innovación
Bigo. MC. *[Firma]* Ayala Sulca
COORDINADOR

09/03/2016

AYACUCHO – PERÚ
Diciembre, 2015

INDICE

Pág.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN 01

I.- MARCO TEÓRICO 03

II.- MATERIAL Y MÉTODOS 13

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 18

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 28

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

ANEXOS

RESUMEN

La alpaca es una especie en riesgo de extinción por la vía del cruzamiento indiscriminado, que da lugar a una altísima tasa de hibridación por la cual la pureza genética de esta especie está muy deteriorada; además, los altos índices de consanguinidad, devienen en problemas reproductivos como el reducido coeficiente de correlación peso corporal/peso testicular y una serie de anormalidades visibles en los genitales masculinos. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar los factores limitantes que determinan la baja productividad alpaquera en estancias alpaqueras de acceso viable de Licapa (Ayacucho) y Pilpichaca (Huancavelica). Los machos fueron seleccionados en cuatro grupos etarios: machos de 10 a 12 meses de edad ($n = 20$), machos de 18 a 20 meses de edad ($n = 20$), machos de 24 a 36 meses de edad ($n = 30$) y machos con edad mayor a 36 meses ($n = 30$). Se registró la edad, peso corporal y dimensiones testiculares. Se encontró una relación directamente proporcional entre el peso corporal y el peso testicular, en relación a la edad, es decir, que a mayor edad hay mayor peso corporal y mayor peso testicular. Las dimensiones testiculares presentan una significativa dispersión entre los valores mínimos y máximos de la población estudiada, siendo notable la desviación estándar del peso testicular en machos de 24 a 36 meses de edad, con un valor de 4.8740, teniendo como valor mínimo 1.6 g y como valor máximo 15.28 g. El coeficiente de correlación del peso corporal respecto al peso testicular fue muy bajo en las alpacas, con un valor de 0.02-0.03, comparado al del toro, 0.18 y al del carnero, de 1.40. No se observaron anormalidades genitales en los reproductores de las estancias alpaqueras examinadas.

Palabras clave: *biometría testicular, anormalidades genitales, índices reproductivos.*

INTRODUCCIÓN

La familia de los camélidos está formada por dos grupos, los camélidos del Viejo Mundo y los camélidos del Nuevo Mundo (Camélidos Sudamericanos). Estos últimos incluyen a la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*) como especies domésticas y al guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*) como especies silvestres (Aba, 1998).

La crianza de camélidos sudamericanos, desde época prehispánica, ha sido de vital importancia para los pobladores altoandinos y particularmente importante para alrededor de 2.9 millones de campesinos (12% de la población nacional) de unas mil comunidades en los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y Puno, que se dedican a la esquila de vicuñas y la crianza de alpacas y llamas, para aprovechar la fibra, carne y transportar productos agrícolas. Esta crianza, generalmente, se realiza en las zonas de gran altura, donde la agricultura y la ganadería basada en especies introducidas son poco viables (Freyre, 2006).

Los camélidos sudamericanos tienen una distribución que se extiende a lo largo de la Cordillera de los Andes, desde el sur de Colombia hasta Tierra del Fuego, aunque con mayor concentración de las especies domésticas en el altiplano peruano-boliviano (Wheeler, 1995). En estas zonas, se ubican mayormente entre los 3,800 y los 5,000 msnm, donde la temperatura promedio es de 6 a 8 °C y la precipitación pluvial anual varía desde 400 a 700 mm (Wheeler, 1995; Solís, 2000).

La alpaca representa un potencial de desarrollo para la puna, donde viven las comunidades humanas más aisladas y pobres de nuestro país. El Perú tiene más de 3 millones de alpacas (87 % de la población mundial) y la segunda población mundial en llamas con más de 1 millón de animales. La crianza de alpacas constituye, actualmente, un componente fundamental en la economía de los pobladores de las zonas altoandinas del Perú, especialmente a través del consumo

de la carne como fuente de proteína animal y su venta, así como la obtención de fibra para la industria textil (Huanca y col., 2007; Brack, 2004).

Sin embargo, existen varios factores limitantes para lograr una eficiente productividad con estos animales; en parte, por los bajos índices reproductivos. Las deficiencias en los esquemas de crianza tradicional, como la crianza conjunta de alpacas y llamas, con los consiguientes cruzamientos no programados, han contribuido a disminuir la calidad genética de los animales, originando una pérdida en la cantidad y calidad de fibra, reportándose que el 45 % de la producción de fibra tiene una finura de 26.0 micras y el 46 % una finura de 33.0 micras y solo un 8 % presenta una fibra de 22.0 micras (Freyre G. 2006; Huanca y col., 2007). Respecto a los bajos índices reproductivos, se observan diversos defectos en los órganos genitales de los machos, lo cual perjudica los índices de fertilidad del hato, siendo probable, además, la diseminación de estas características indeseables. El manejo de la alpaca, junto al de la vicuña, es una de las pocas posibilidades de mejorar las condiciones de pobreza, junto con la minería responsable, el turismo y la acuicultura (Brack, 2004).

Se dispone de un número considerable de investigaciones en estas especies, siendo el aspecto reproductivo el tema de mayor interés, dada su peculiar fisiología reproductiva. Los estudios anatómicos del tracto reproductor han estado mayormente abocados al aparato genital de la hembra, de allí que no exista mucha documentación sobre las estructuras anatómicas del macho (Mendoza y col., 2012).

Sobre la base de estas consideraciones, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar los factores limitantes que determinan la baja productividad alpaquera.

Objetivos específicos:

- 1.- Relacionar la edad y el peso corporal con las características biométricas testiculares en alpacas de raza huacaya.
- 2.- Establecer la frecuencia de defectos del aparato reproductor masculino en alpacas de raza huacaya.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Barrios y col. (2011), señalan que las alteraciones testiculares en las alpacas han sido poco estudiadas en comparación con otras especies domésticas. Así, Flores (1970), realizó la descripción histopatológica de testículos y epidídimos de alpacas aparentemente inaptas para la reproducción, encontrando diversas patologías asociadas al déficit nutricional de los animales. Por otro lado, Sumar (1983), en base a siete años de observaciones, encontró que el 18% de una población de más de 3,000 machos adultos de 13 empresas de Puno presentaban defectos testiculares como hipoplasia (9.9%), criptorquidismo (5.7%) y ectopia (2.5%). Asimismo, en 800 machos sacrificados en el camal, encontró que el 30.5% de los testículos presentaban dichas patologías. Un trabajo similar fue realizado por Panuera (1989).

1.2. Anatomía y fisiología reproductiva de la alpaca macho

En toda crianza animal, el macho cumple un rol preponderante tanto en el proceso reproductivo como en el mejoramiento genético: de su correcta selección y los cuidados que se le prodigan depende el éxito de la explotación (Fernández-Baca, 1991).

La selección de los machos en alpaca, ha estado dirigida sólo a aspectos de conformación y fibra de color blanco, dejando de lado las características reproductivas. Una consecuencia de esto es la alta incidencia de anomalías de los genitales de los machos reproductores, la mayoría de naturaleza hereditaria (Gonzales, 2008).

Un esquema representativo de la anatomía reproductiva de la alpaca macho, se presenta en la Figura 1.1.

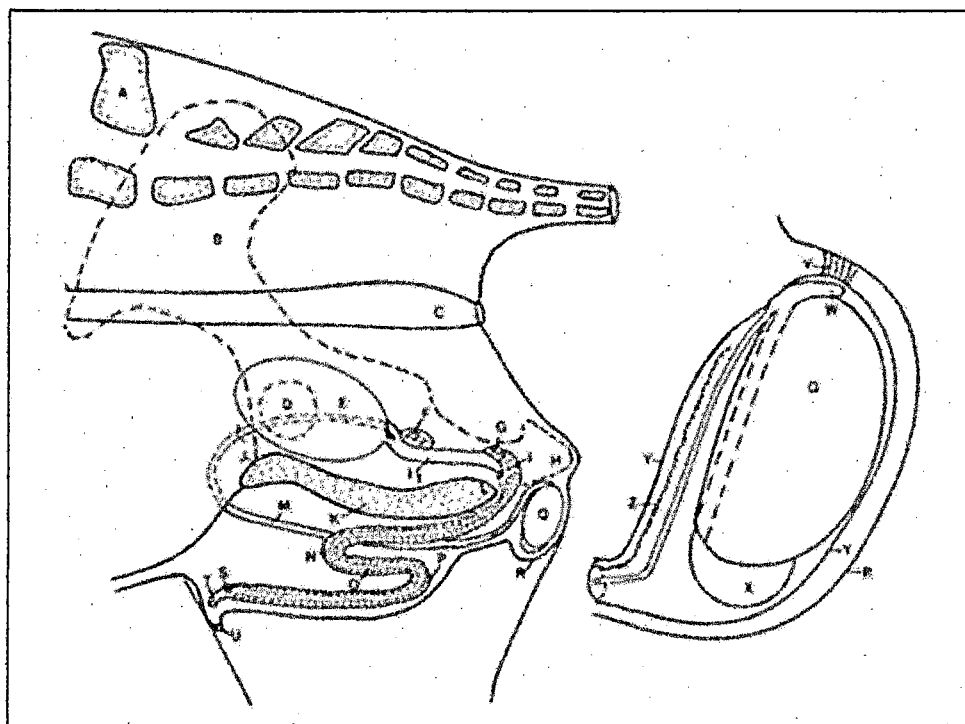


Figura 1.1. Esquema de la vista lateral de los genitales masculinos de camélidos (Fowler, 1998). (A) columna espinal, (B) ilio, (C) recto, (D) acetábulo, (E) vejiga, (F) glándula prostática, (G) glándula bulbouretral, (H) tuberosidad isquiática, (I) espacio uretral dorsal, (J) uretra pélvica, (K) borde de la pelvis, (L) hueso púbico, (M) arco isquiático, (N) conducto deferente, (O) cuerpo cavernoso del pene, (P) uretra peneana, (Q) flexura sigmoidea del pene, (R) testículo, (S) escroto, (T) orificio uretral, (U) punta cartilaginosa del pene, (V) orificio prepucial, (W) ligamento escrotal, (X) cola del epidídimo, (Y) túnica vaginal común, (Z) plexo pampiniforme.

Testículos.- Los testículos en los Camélidos Sudamericanos tienen una forma ovoide-redondeada y están ubicados en una posición bastante particular, a la altura de la tuberosidad isquiática y en una posición casi horizontal de su polo mayor, con la base dirigida hacia caudal. Están recubiertos por un escroto cuya piel no es muy flácida y el tamaño en un individuo adulto es: polo mayor 4 cm, el ancho es de aproximadamente 2.5 cm (chato o aplastado). Los testículos quedan ocultos por la cola cuando el animal la tiene baja y representan la única forma precisa de identificación de los sexos dado el escaso dimorfismo sexual que presentan estos animales. Aún en el individuo adulto presentan bastante movilidad, moviéndose hacia adelante y abajo en diversas circunstancias y desapareciendo del escroto, sin que esto signifique una posición anormal (Morton y col., 2008).

Pene.- El pene tiene su raíz a la altura de la tuberosidad isquiática en el punto donde se incorpora la uretra, de allí se dirige por la región de entrepiernas hacia adelante y presenta una flexura sigmoidea o S peniana, un poco por debajo de la tuberosidad isquiática y termina en un prepucio péndulo con una posición retroflexa (apunta hacia atrás). Una característica típica de los camélidos es la forma del glándulo del pene, que tiene una estructura cartilaginosa con una ligera rotación hacia la derecha y cuya función se ignora. La desembocadura de la uretra es al costado de esta estructura cartilaginosa. El prepucio durante la erección se extiende hacia la parte craneal, lo que está dado por los músculos protractores y en la posición normal de descanso o en la micción, los músculos retractores lo mantienen hacia atrás. Por lo tanto la micción se realiza hacia atrás y por entre las patas como sucede en las hembras. La micción se realiza con el pene envainado y el prepucio tiene una terminación constreñida, la micción es a chorros discontinuos como en el cerdo (Morton y col., 2008).

Glándulas anexas.- Las glándulas anexas al aparato reproductor masculino de los Camélidos son: glándulas bulbouretrales, glándulas uretrales, próstata y epidídimo. Este último resulta difícil de palpar en el animal sano ya que se encuentra entre el testículo y el cuerpo y es aplanado en sentido caudo-craneal. Las funciones del epidídimo son fundamentalmente de almacenamiento de espermatozoides y el aporte de sustancias al plasma seminal y una sustancia compleja llamada "factor de descapacitación" que contribuye a facilitar la viabilidad del espermatozoide almacenado (la hembra posee el "factor de capacitación" en los oviductos). Las otras glándulas anexas también contribuyen a la formación del plasma seminal y se destaca la ausencia de la vesícula seminal en esta especie animal. La próstata tiene forma de T o de "silla de montar" y las bulbouretrales son dos promontorios ubicados a la altura de la tuberosidad isquiática (Morton y col., 2008).

Dimensiones del testículo y pene.- En los machos normales, el escroto se encuentra bien unido en la parte perineal y no es colgante. Es relativamente pequeño y contiene los testículos, que en animales adultos miden entre 3.5 y 4 cm de largo y de 2.5 y 3 cm de ancho, móviles dentro de la bolsa escrotal (Franco y col., 2009). Un testículo completamente desarrollado tiene un peso promedio de 17.0 g, largo promedio de 4.0 cm y ancho promedio de 3.2 cm; en el pene, las

dimensiones son: largo total de 28 cm y en posición libre, de 7-8 cm (www.producción-animal.com.ar).

En toda crianza animal, el macho cumple un rol preponderante tanto en el proceso reproductivo como en el mejoramiento genético: de su correcta selección y los cuidados que se le prodigan depende el éxito de la explotación (Fernández-Baca, 1991). La selección de los machos en alpaca, ha estado dirigida sólo a aspectos de conformación y fibra de color blanco, dejando de lado las características reproductivas. Una consecuencia de esto es la alta incidencia de anomalías de los genitales de los machos reproductores, la mayoría de naturaleza hereditaria (Gonzales, 2008).

Los machos pueden producir semen fértil cuando tienen alrededor de un año. Algunos machos a la edad de un año y con peso promedio de 34 Kg, ya muestran interés sexual por las hembras. Solo el 8% de los machos jóvenes se hallan libres de adherencias pene-prepuciales; a la edad de dos años el 70% de machos ya no tienen estas adherencias y a la edad de 3 años, el 100% están completamente libres de estas siendo sexualmente activos hasta la edad de 11-12 años aunque con una tasa baja de fecundidad. La variación en la edad a la que se pierden adherencias pene-prepuciales puede explicarse en parte por el aspecto nutricional (Sumar, 1983). Un esquema que ilustra el proceso de eliminación de adherencias pene-prepuciales según la edad, se muestra en la Figura 1.2. De ahí que la práctica generalizada sea destinar los machos a la reproducción a partir de los tres años. Si se hace antes debe prestarse especial atención a que estén libres de adherencias (FAO, 1996).

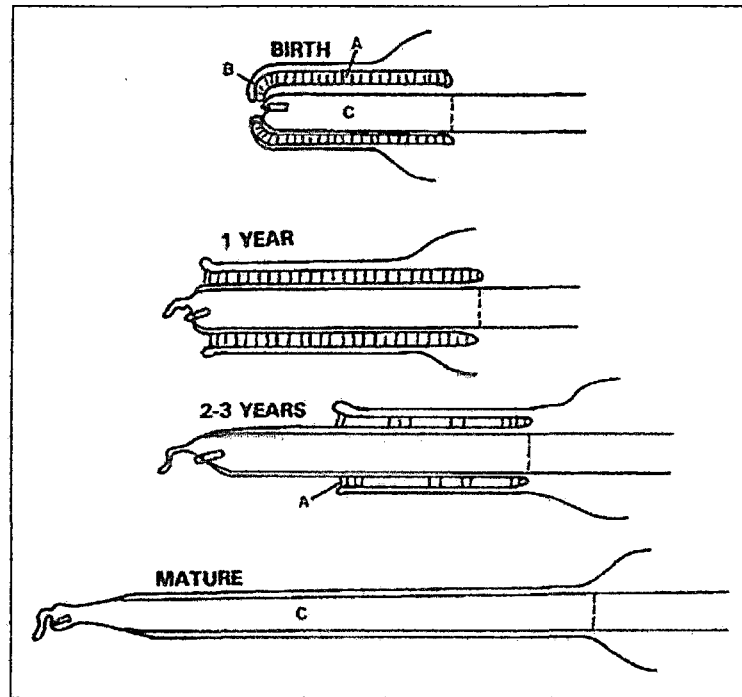


Figura 1.2. Esquema de las adherencias peno-prepuciales de Camélidos Sudamericanos. (A) adherencias peno-prepuciales, (B) prepucio, (C) pene (Fowler, 1998).

Los camélidos masculinos generalmente nacen con los testículos descendidos que son pequeños, blandos y difíciles de palpar. Aun no se ha descrito el mecanismo de descenso de los testículos. Se conocen los niveles basales de testosterona en el plasma seminal (60-90 pg/ml) y la existencia de adherencias entre el pene y el prepucio. Cuando los machos maduran, los testículos se agrandan y los niveles de testosterona en plasma aumentan a más de 1000 pg/ml (en aproximadamente 20 meses de edad en la mayoría de las alpacas). El aumento de las concentraciones de testosterona permite que el animal crezca y desarrolle las características sexuales secundarias y aparentemente desglose las adherencias peno-prepuciales (Morton y col., 2008; Bravo, 1995).

II.3. Biometría testicular

La selección de machos a ser utilizados como reproductores es una de las etapas más importantes en los rodeos que adoptan el sistema de monta natural, principalmente al considerarse que un toro transmite el 50 % de su genotipo a un gran número de crías. En los programas de selección para mejorar la fertilidad de los toros es importante hacer uso de las características reproductivas que presentan heredabilidades medias a altas y correlaciones genéticas favorables entre sí y con otras importantes para el sistema productivo, como las relacionadas

al crecimiento. Dentro de los parámetros reproductivos, la circunferencia escrotal ha sido indicada como característica a ser incluida en los programas de selección de toros de carne por estar genéticamente asociado, de manera favorable, a la calidad seminal, también como una particularidad reproductiva en las hembras, sugiriendo que el mejoramiento de la fertilidad de estas podría darse por medio de la selección indirecta basada en la circunferencia escrotal (Crudeli et al., 2005).

Durante los últimos años, dentro de la biometría testicular se ha comenzado a considerar la Circunferencia Escrotal (CE) de los toros como característica reproductiva a ser incluida en los programas de selección de reproductores. Las medidas de CE, están asociadas al desarrollo testicular, a características físicas y morfológicas del semen y pueden considerarse como una característica indicativa de la edad a la pubertad en machos, presentando también correlación genética favorable con la edad a la pubertad en las hembras. Otro aspecto importante es que la CE se encuentra favorablemente asociada a características de crecimiento corporal. La CE puede, por lo tanto, ser usada como criterio de selección de los machos con el objetivo de aumentar la fertilidad de los mismos. Esta medida presenta heredabilidad media, hay pruebas que confirman que los toros con un tamaño testicular por encima del promedio producen hijas que alcanzan la pubertad a edad más temprana y tienen ciclos más regulares. También se la reconoce como una forma de predecir el momento cuando el toro alcanza la pubertad con mayor precisión que la edad o el peso corporal. La amplia variación del tamaño de los testículos entre toros de la misma edad y raza, junto con la heredabilidad de este rasgo, brinda una buena oportunidad para mejorar el tamaño testicular de los toros de un rodeo a través de la selección (Crudeli et al., 2005).

Otro parámetro de la biometría testicular es el Volumen Testicular (VT), considerando el hecho de que la búsqueda de CE cada vez mayor, ha conducido la selección de formas testiculares más ovaladas o esféricas, lo que discrimina animales con testículos de características alargadas. Por lo tanto, se deben establecer criterios diferenciados para la evaluación de la CE, volumen y forma de los testículos que presentan tales características. Una alternativa, sería la medición del ancho y largo de los testículos, pues los testículos de forma alargada presentan volúmenes semejantes a las demás formas testiculares (Crudeli et al., 2005).

1.4. Problemas reproductivos

Las alpacas actualmente presentan dos problemas de gran envergadura, la altísima tasa de hibridación por la cual la pureza genética de esta especie está muy deteriorada; y por otro lado, los graves problemas reproductivos que impiden que se reproduzcan con éxito, entre ellos, la muy baja capacidad reproductiva y muy baja reserva de espermatozoides extragonadales en el macho, entre otros. Ambos problemas mencionados están en contra de la supervivencia de esta especie exponiéndola a un grave peligro de extinción, lo que repercutiría directamente en la sociedad y la economía de las comunidades andinas alpaqueras del Perú (Sumar, 2000).

Baja capacidad reproductiva.- Estudios sobre el proceso espermatogénico realizado en cortes histológicos en machos prepuberales, muestran que los primeros espermatozoides morfológicamente maduros se observan a los 18 meses de edad (Fernández-Baca, 1991). En alpacas macho con un peso corporal promedio de 63 Kg, el peso promedio de un testículo totalmente desarrollado es de 17 g, aproximadamente y la producción diaria de espermatozoides es muy baja (Sumar, 1983).

Fracasos reproductivos.- Los casos más comunes relacionados con los fracasos reproductivos en la alpaca macho son básicamente tres (Sumar, 2000): (1) Anormalidades genitales, tales como, hipoplasia testicular, hiperplasia testicular, aplasia testicular, testículo quístico, testículo ectópico y criptorquidia; (2) Retraso en el descenso de los testículos; y (3) Priapismo. Estos defectos de conformación existen con mayor frecuencia que en otras especies domésticas y tienen gran influencia sobre la productividad del animal, disminuyendo o imposibilitando el proceso reproductivo o con marcado efecto sobre su desempeño sexual.

En la alpaca, al momento del nacimiento o algunos días después, los testículos se encuentran en el escroto, muy pequeños y flácidos. Al año de edad, que suele ser cuando se seleccionan los futuros progenitores, ambos testículos deben localizarse en el escroto y medir 1.1 a 1.4 cm de largo (Sumar, 1983). No obstante, es muy frecuente que el descenso de ambos testículos se demore, y mucho más común que sólo uno haya entrado en el escroto, seguido poco después por el otro testículo (Sumar, 2000).

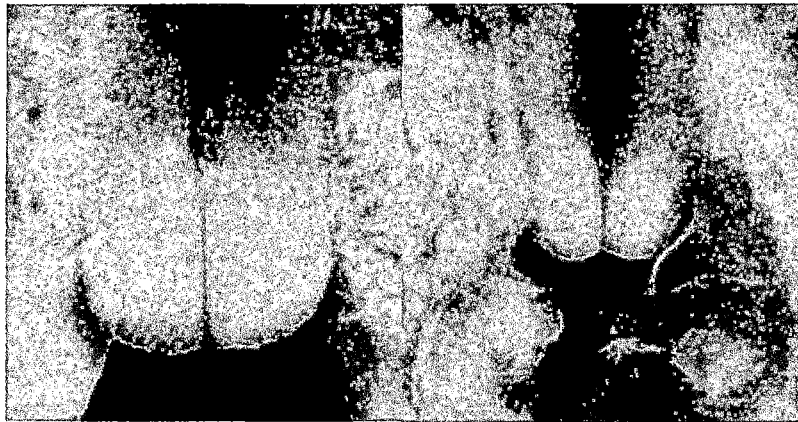


Figura 1.3. Testículos normales de alpaca (Franco et al., 2009).

Muchos defectos de conformación son hereditarios y se transmiten genéticamente, algunos son solamente congénitos, es decir, están presentes en el animal antes y después del nacimiento, debido a factores exógenos o fallas durante el desarrollo fetal, sin ser necesariamente hereditarios.

La mayoría de defectos son hereditarios y aunque no se ha demostrado científicamente de manera exacta cómo son transmitidos; sin embargo, existe suficiente información sobre resultados de estudios realizados en otras especies para estar razonablemente convencidos de que lo mismo sucede en los camélidos.

Los defectos más comunes visibles que deben ser tomados en cuenta durante el proceso de juzgamiento se muestran en las Figuras 1.4, 1.5 y 1.6; sin embargo, al buscar defectos del sistema reproductivo, se debe considerar que solo son visibles los defectos de las alpacas macho porque en las hembras, los órganos reproductivos no están expuestos.

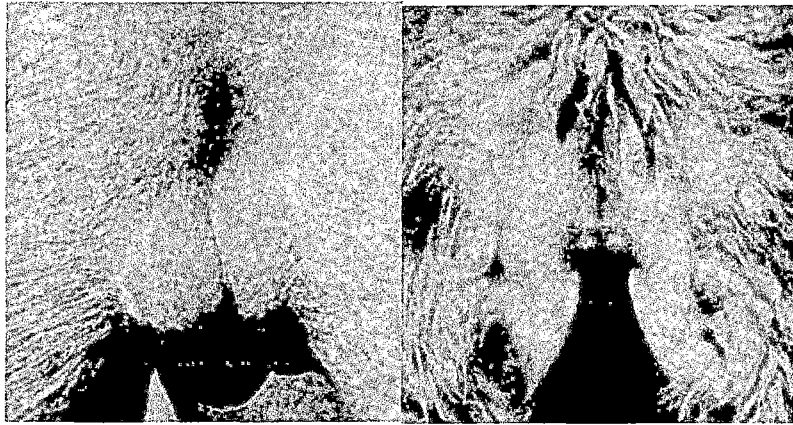


Figura 1.4. Hipoplasia testicular unilateral e hipoplasia testicular marcada bilateral (Franco et al., 2009).

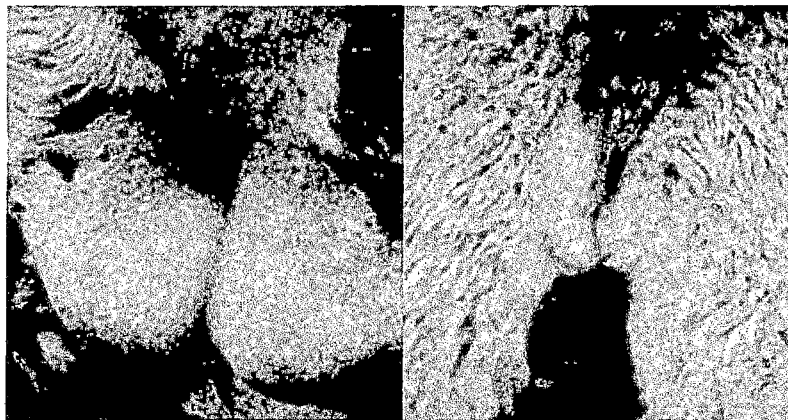


Figura 1.5. Hiperplasia testicular y testículos quísticos e hipoplásicos (Franco et al., 2009).



Figura 1.6. Testículo ectópico y criptorquidia unilateral (Franco et al., 2009).

El priapismo es una enfermedad que se observa a menudo en los hatos de sementales de alpaca, donde el macho puede verse afectado profundamente y quedar descartado como semental. Esta enfermedad se caracteriza porque el macho es incapaz de retraer el pene dentro del prepucio. El glande y cerca de un tercio del pene están expuestos al ambiente, lesiones y contaminación con material extraño, úlceras, heridas e infecciones graves (Sumar, 2000).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Las alpacas consideradas en el presente estudio fueron provenientes de dos ambientes distintos. Los machos prepúberes y púberes pertenecieron a estancias alpaqueras de los departamentos de Ayacucho (Licapa: Pucaranra, Chiriccmachay y Acchimachay) y Huancavelica (Pilpichaca); mientras que los machos adultos fueron provenientes del Camal Municipal de Huancavelica. Los machos fueron seleccionados en cuatro grupos etarios: machos de 10 a 12 meses de edad ($n = 20$), machos de 18 a 20 meses de edad ($n = 20$), machos de 24 a 36 meses de edad ($n = 30$) y machos con edad mayor a 36 meses ($n = 30$). Todas las alpacas estuvieron alimentadas bajo condiciones de campo o pastoreo natural durante la duración del período experimental (mayo a diciembre del 2015) y expuestas a la luz natural durante el día, a una temperatura ambiental promedio de 6 a 8°C, precipitación pluvial anual promedio entre 400 a 700 mm y a una altitud entre 4,000 a 4,600 msnm.

Colecta de testículos de machos prepúberes y púberes

La colecta de testículos de machos de 10-12 meses (un año de edad) y 18-20 meses (un año y medio de edad), se hizo por castración del animal vivo en el *qampi corral*, en horas de la madrugada, antes de que los animales salgan a pastear, previo registro de la edad y el peso corporal, descartando los machos con anomalías genitales.

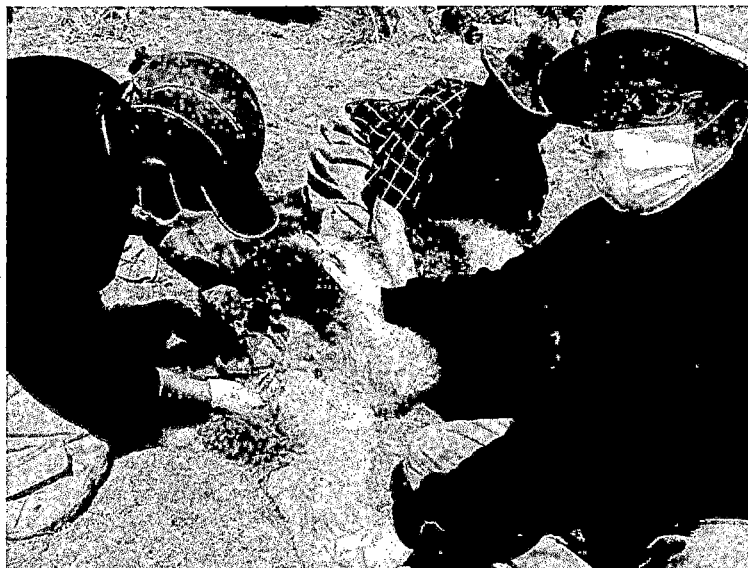


Figura 2.1. Castración de alpaca macho prepúber en una estancia alpaquera.

Colecta de testículos de machos adultos

La colecta de testículos de machos de 24 a 36 meses de edad y de machos mayores a 36 meses de edad, se hizo a partir de los animales beneficiados en el Camal Municipal de Huancavelica, entre las 8:00 a.m. y 10:00 a.m., antes de la eliminación de la cabeza, a fin de establecer la edad del animal según las normas para el juzgamiento de alpacas, por la técnica de la erupción dentaria (Figura 2.2.; Tabla 2.1. y Figura 2.2.) y descartando los machos con anomalías genitales.



Figura 2.2. Colecta de testículos de alpaca adulta en el Camal Municipal de Huancavelica.

Tabla 2.1. Estimación de la edad de las alpacas por la técnica de erupción dentaria (Franco y col, 2009).

Categoría de dentición	Edad (años)
a. Dientes de leche (DL)	< 1
b. Dos dientes incisivos (2D)	1 a 2
c. Cuatro dientes incisivos (4D)	2 a 3
d. Boca llena (BLL)	> 3



Figura 2.2. Categorías de dentición en alpacas y estimación de la edad (Franco y col., 2009).

Medición de las dimensiones testiculares

Se registró el peso testicular, la longitud testicular, el ancho testicular y la circunferencia testicular en los testículos previamente descapsulados, es decir, previa eliminación de la túnica vaginal común. El peso testicular se midió con la ayuda de una balanza portátil a pilas, con una precisión de dos decimales (Figura 2.3.); las dimensiones testiculares se tomaron con la ayuda de una regla de Vernier (Figuras 2.4 y 2.5); mientras que la circunferencia testicular se midió con la ayuda de un hilo y una regla común (Figura 2.6.).



Figura 2.3. Medición del peso testicular en alpacas.

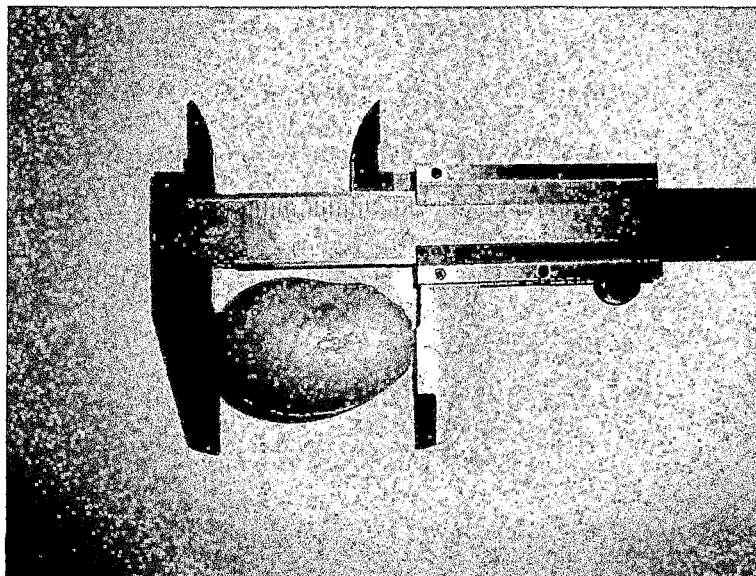


Figura 2.4. Medición de la longitud testicular en alpacas.

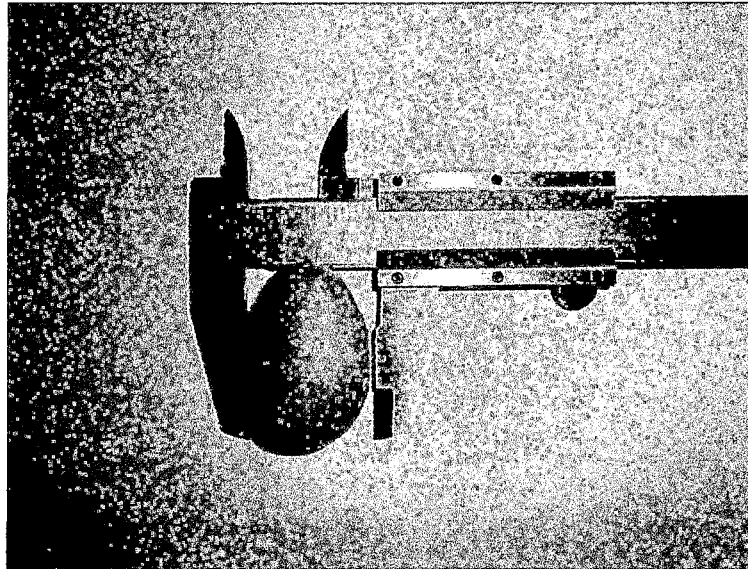


Figura 2.5. Medición del ancho testicular en alpacas.



Figura 2.6. Medición de la circunferencia testicular en alpacas.

Registro de anomalías genitales

Las anomalías genitales, tales como: hipoplasia testicular, hiperplasia testicular, aplasia testicular, testículo quístico, testículo ectópico, criptorquidia unilateral y criptorquidia bilateral, fueron observadas en las estancias alpaqueras mediante el examen macroscópico por inspección visual, registrándose los datos en la Ficha de Incidencia de Anomalías Genitales en Alpacas Macho (Anexo 9).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los Camélidos Sudamericanos poseen ciertas características reproductivas que los hacen diferentes de otros animales de granja. Por ejemplo, las hembras en edad reproductiva muestran periodos extendidos de receptividad sexual al macho y pueden copular en cualquier época del año. La hembra es de ovulación inducida, la gestación dura aproximadamente 11.5 meses y la placenta es de tipo difuso; el macho copula entre 5 a 50 minutos emitiendo un sonido gutural característico y deposita el semen en los cuernos uterinos. El semen es viscoso, lo que impide su evaluación rápida (García y col., 2005).

Colecta de testículos de alpaca

Inicialmente se había previsto colectar testículos de alpacas macho de 6 a 8 meses de edad (medio año). Aunque se encontraron machos de esa edad en las diferentes visitas a las estancias alpaqueras, las primeras castraciones revelaron que los testículos a esa edad si bien han descendido normalmente al saco escrotal en la mayoría de los casos, son demasiado pequeños, blandos y difíciles de palpar, por lo que se decidió no incluirlos en la investigación.

La colecta de testículos a partir de machos de 10 a 12 meses (un año de edad) se hizo con el consentimiento del productor alpaquero y fue dependiente de la existencia de machos de esa edad en las diferentes estancias alpaqueras. Al comienzo, durante los meses de mayo y junio, no se encontraron machos de 10-12 meses en las estancias alpaqueras de Licapa; pero hacia los meses de diciembre y enero sí, sobre todo en las estancias alpaqueras de Pilpichaca. Esto tiene que ver con el calendario alpaquero, ya que los meses de enero, febrero y marzo corresponden simultáneamente a la época de parición y empadre (FAO, 1996). Además, es de interés de los productores alpaqueros castrar a los machos de un año de edad, sobre todo a aquellos que tienen defectos anatómicos y anomalías genitales o bien cuando son machos "pintados", es decir, que no

tienen un color de fibra uniforme, los cuales posteriormente a la edad de dos o más años serán destinados al camal.

La colecta de testículos de machos de 2 a 3 años de edad y mayores de 3 años se hizo con toda normalidad en el Camal Municipal de Huancavelica, previa autorización de la Municipalidad Provincial de Huancavelica.

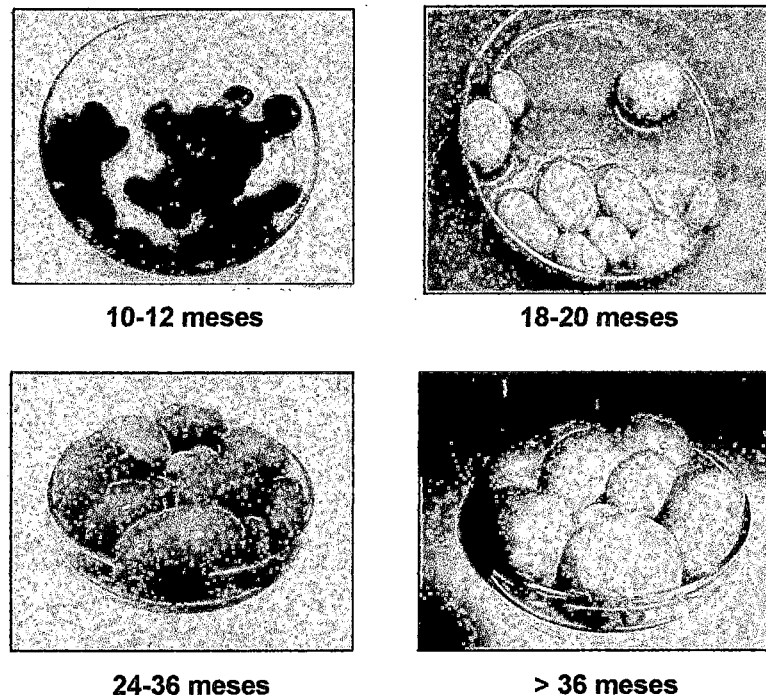


Figura 3.1. Testículos descapsulados de alpaca en relación al grupo etario.

Biometría testicular de alpacas

Los promedios de las características biométricas testiculares en relación a la edad y el peso corporal en alpacas, se presentan en la Tabla 3.1. Estos promedios se derivan de los resultados individuales de la biometría testicular en alpacas pertenecientes a los cuatro grupos etarios considerados en el presente estudio: machos de 10 a 12 meses de edad ($n = 20$), machos de 18 a 20 meses de edad ($n = 20$), machos de 24 a 36 meses de edad ($n = 30$) y machos con edad mayor a 36 meses ($n = 30$), que se muestran en los Anexos 1, 2, 3 y 4,

Tabla 3.1. Características biométricas testiculares en relación a la edad y el peso corporal en alpacas.

Edad (meses)	Peso corporal (Kg)	Peso (g)	Longitud (cm)	Biometría testicular		
				Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Volumen (cc)
10-12 (n=20)	33.5	0.97	1.33	0.81	3.10	1.17
18-20 (n=20)	37.5	3.97	2.07	1.23	4.70	2.70
24-36 (n=30)	57.5	8.71	2.98	1.95	6.20	6.46
> 36 (n=30)	67.5	11.17	3.50	2.24	6.90	8.42

Tabla 3.2. Valores promedio y desviación estándar de las dimensiones testiculares en relación a la edad.

Dimensión	Edad (meses)		Promedio	DS	Mín.	Máx.
Peso, g	10-12		0.97	0.4006	0.16	1.57
	18-20		3.97	0.5433	3.22	4.95
	24-36		8.7	4.8740	1.6	15.28
	> 36		11.2	3.9795	2.9	17.2
Longitud, cm	10-12		1.3	0.3197	0.8	2.2
	18-20		2.1	0.3385	1.4	2.5
	24-36		3.0	0.8076	1.1	4.1
	> 36	3.5	0.9137	2.0	7.1	
Ancho, cm	10-12		0.8	0.1683	0.5	1.2
	18-20		1.2	0.1455	0.95	1.4
	24-36		2.0	0.5117	1.1	1.1
	> 36		2.2	0.4179	1.4	2.9
Circunferencia, cm	10-12		3.1	0.4348	2.0	4.2
	18-20		4.7	0.7489	3.2	5.6
	24-36		6.2	1.5622	3.6	8.2
	> 36		6.9	0.9750	4.9	8.4
Volumen, cc	10-12		1.17	0.5215	0.42	2.53
	18-20		2.70	0.6989	1.47	3.67
	24-36	6.46	3.0168	1.38	11.45	
	> 36	8.42	2.9391	2.93	17.10	

respectivamente. La desviación estándar de los valores promedio de las dimensiones testiculares en relación a la edad, se presentan en la Tabla 3.2.

Se observa una relación directamente proporcional entre el peso corporal y el peso testicular, en relación a la edad; es decir, que a mayor edad hay mayor peso corporal y mayor peso testicular. Así, una alpaca de 10-12 meses de edad tiene un peso promedio de 33.5 Kg y un peso testicular promedio de 0.97 g; una alpaca de 18-20 meses de edad tiene un peso promedio de 37.5 Kg y un peso testicular promedio de 3.97 g; una alpaca de 24-36 meses de edad tiene un peso promedio de 57.5 Kg y un peso testicular promedio de 8.71 g; y una alpaca adulta con edad mayor a 36 meses, es decir, de 4, 5 o más años de edad, tiene un peso promedio de 67.5 Kg y un peso testicular promedio de 11.17 g, conforme se observa en la Figura 3.2.

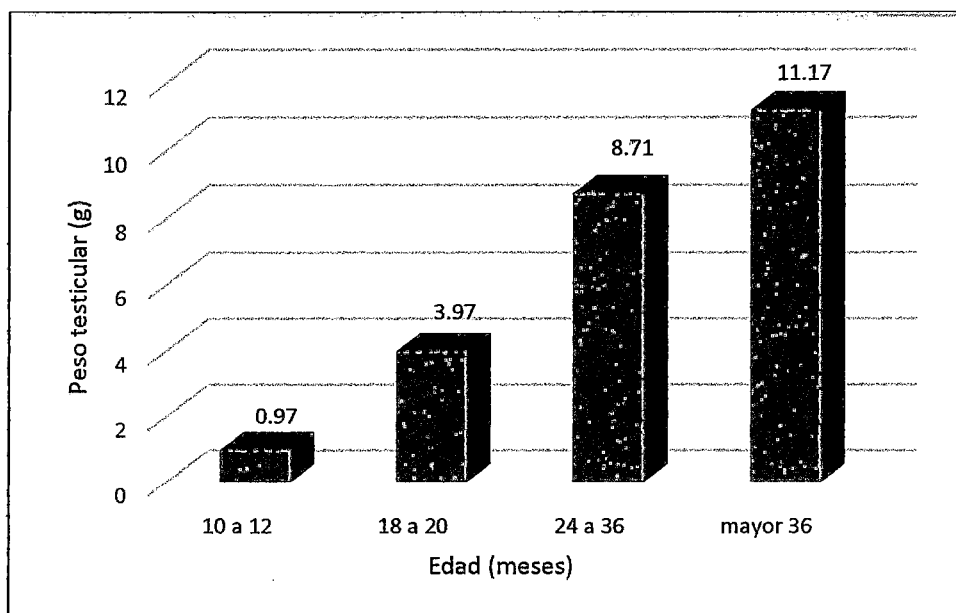


Figura 3.2. Peso testicular en relación a la edad en alpacas.

Se considera que las alpacas macho han alcanzado el desarrollo sexual a los 5 años de edad, aproximadamente a 63 kg de peso corporal (Sumar 1983). Al comparar los valores promedio del peso testicular en una alpaca adulta, se observa que Bravo (1995), reporta un promedio de 13.8 g y García y col. (2005), reportan un peso promedio de 18 g. El peso testicular promedio de 11.17 g encontrado en el presente estudio aparentemente es el más bajo; sin embargo, hay que tomar en cuenta que se consideraron todos los individuos sin excepción ($n = 30$), tal es así que en este grupo etario de edad mayor a 36 meses la desviación estándar es alta, con un valor de 3.9795, teniéndose registrado 2.9 g como peso mínimo y 17.1 g como peso máximo. Esto significa que pueden haber machos reproductores de 4 ó 5 años con testículos muy pequeños para su edad o bien machos reproductores de 2 a 3 años con testículos muy grandes para su edad, mostrando una libido y una frecuencia de relaciones sexuales sin mayores diferencias. Respecto a las dimensiones testiculares en la alpaca adulta, Bravo reporta una longitud testicular promedio de 3.7 cm y ancho testicular promedio de 2.4 cm; mientras que García y col. (2005), reportan un promedio de 3.5-4.5 cm de longitud testicular por 2-3 cm de promedio de ancho testicular; comparado a lo reportado en el presente estudio, que es de 3.5 cm de promedio de longitud testicular y 2.2 cm de promedio de ancho testicular (Figura 3.3.).

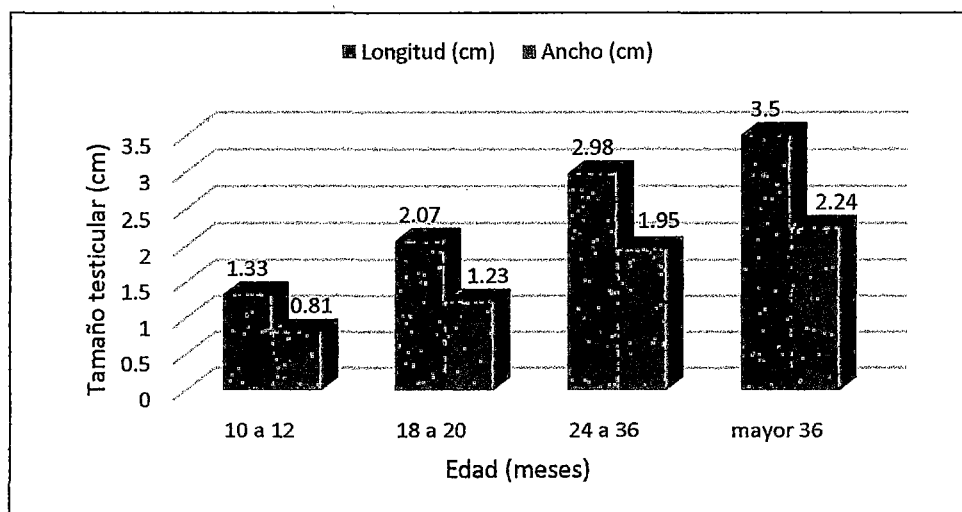


Figura 3.3. Dimensiones testiculares en relación a la edad en alpacas.

Realmente es impresionante el amplio rango de variación del tamaño y consecuentemente el peso testicular en alpacas (Tabla 3.2.; Figuras 3.3., 3.4. y 3.5.). Cabe resaltar que la desviación estándar más alta del peso testicular se encuentra en el grupo etario de 24-36 meses, con un valor de 4.8740, teniendo como valor promedio mínimo 1.6 g y como valor promedio máximo 15.28 g. Al respecto, Sumar (1983), ya había advertido la amplia variación en el tamaño testicular de las alpacas, en cualquier edad o tamaño del cuerpo, sugiriendo que otros factores, probablemente genéticos, estén implicados.

Adicionalmente, la producción de espermatozoides puede estar correlacionada con el tamaño testicular en los camélidos, vale decir, el volumen testicular y la circunferencia testicular (Figuras 3.4. y 3.5). En toros, a medida que los testículos aumentan de peso y tamaño aumenta la producción de espermatozoides y la fecundidad (Crudeli et al., 2005). Presumiblemente esto ocurre también en alpacas (Morton y col., 2008); sin embargo, las observaciones de campo no concuerdan con tal afirmación. Se sabe que el tamaño testicular es altamente heredable en toros y también está relacionada con la fertilidad de sus parientes femeninas. Los testículos de los camélidos sudamericanos son relativamente pequeños y la producción de espermatozoides es baja; así, la producción diaria estimada de espermatozoides en primavera es 8.1×10^6 espermatozoides/ml y en verano 4.2×10^6 espermatozoides/ml (Morton et al., 2008).

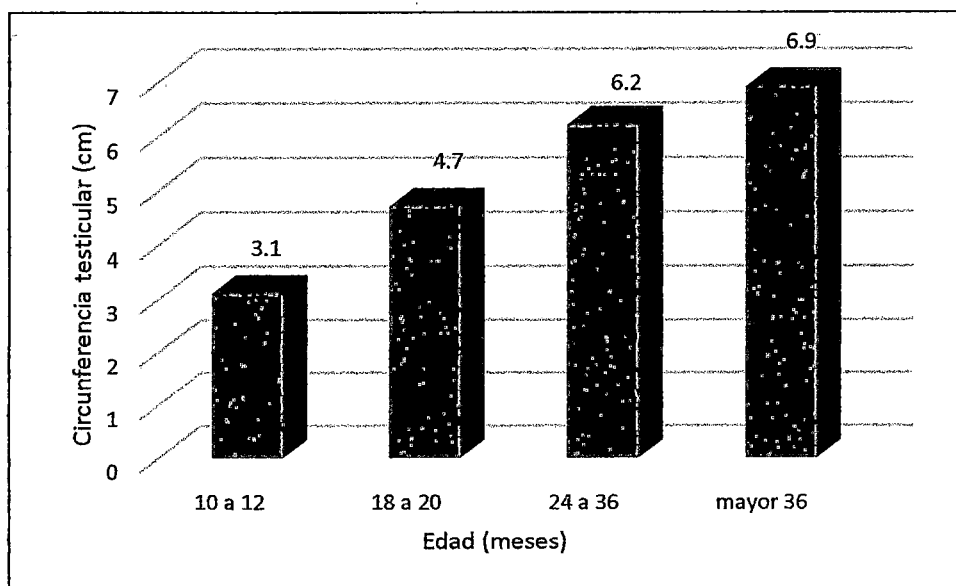


Figura 3.4. Circunferencia testicular en relación a la edad en alpacas.

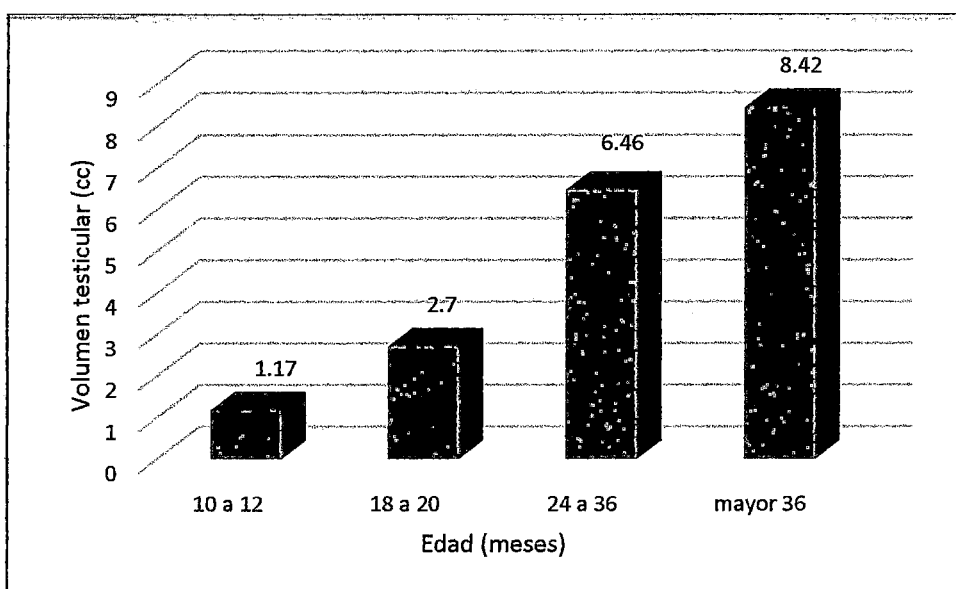


Figura 3.5. Volumen testicular en relación a la edad en alpacas.

Sumar (1983), ya había advertido esta situación señalando que existe una correlación muy baja entre el tamaño corporal y el tamaño testicular. En el presente estudio, a la edad de un año, la correlación entre el peso corporal y el peso testicular es casi inexistente, con un valor de 0.006; es decir, que los testículos son demasiado pequeños respecto al tamaño del cuerpo. Sin embargo, la correlación aumenta hacia

el año y medio de edad, alcanzando un valor de 0.02 y se estabiliza a partir de los dos años en adelante, con un valor de 0.03 prácticamente constante durante la edad reproductiva (Figura 3.6.).

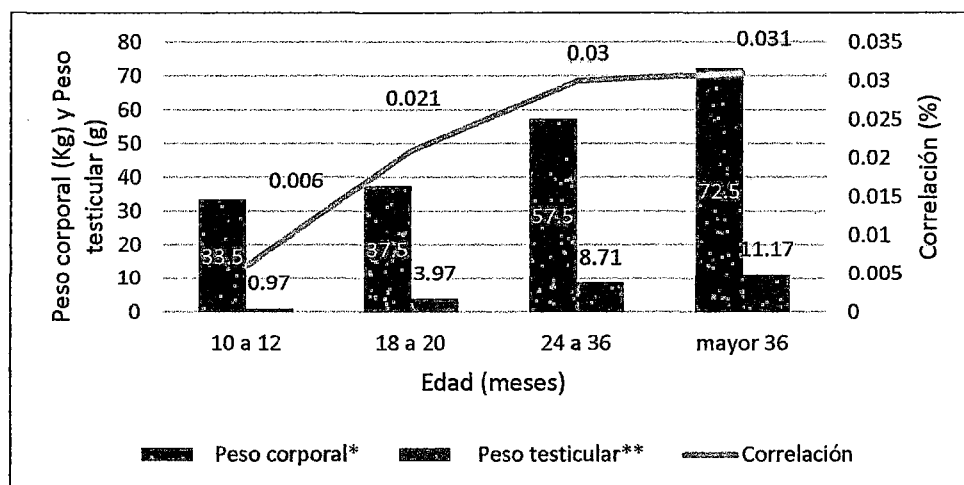


Figura 3.6. Correlación del peso corporal y el peso testicular en relación a la edad en alpacas.

Al comparar la correlación entre el peso corporal y el peso testicular de alpacas con otros mamíferos domésticos como el toro y el carnero, se observa que las alpacas tienen la correlación más baja entre 0.02 a 0.03, comparada con la del toro con un valor de 0.18 o con la del carnero, con un valor de 1.4 (Figura 3.7). Al respecto, los problemas más importantes que impiden el desarrollo del proceso de la producción de alpacas son los altos índices de consanguinidad, lo que ha originado una alta frecuencia de malformaciones congénitas y hereditarias, registrándose bajos rendimientos en la producción de fibra y carne, debido a la baja calidad de los reproductores, ausencia de los programas de mejoramiento, bajo nivel cultural de los criadores y la tenencia de tierras que han terminado en la fragmentación y atomización de la propiedad (Melo, 2012).

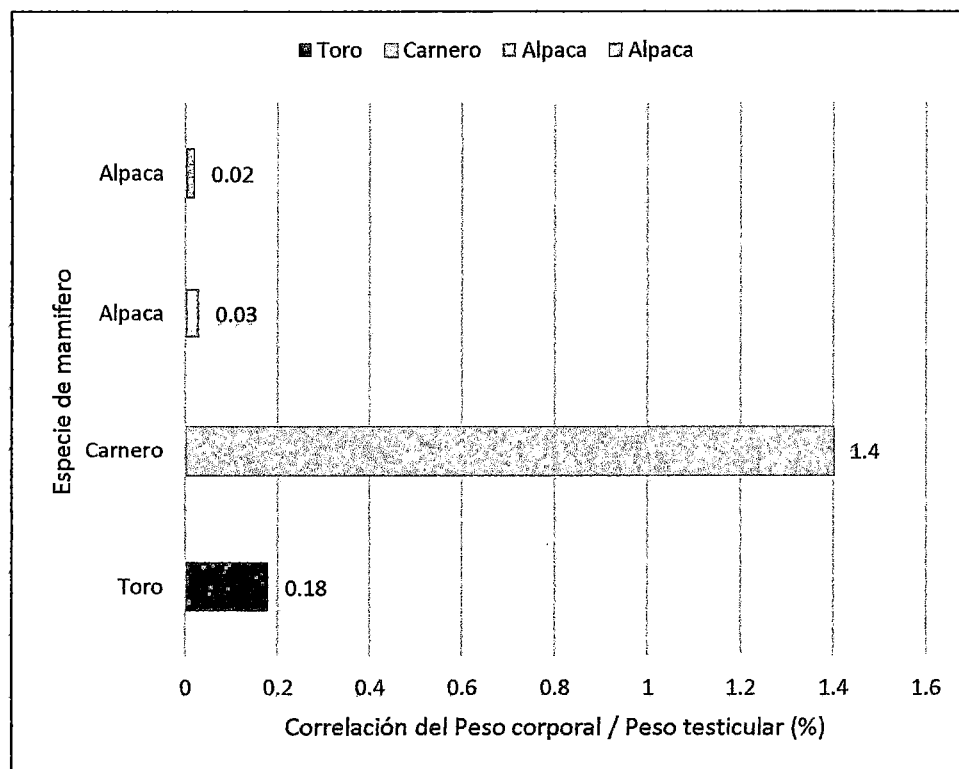


Figura 3.7. Comparación de la correlación entre el peso corporal y el peso testicular con otros mamíferos domésticos. Toro (Morton, 2008); carnero (Bravo, 1995), alpaca 0.03 (Sumar, 1983) y alpaca 0.02 (Mujica y col., 2015). ?

Anormalidades genitales

Las constataciones *in situ* realizadas en las diferentes estancias alpaqueras de Licapa y Pilpichaca, permiten afirmar que la incidencia de anomalías genitales en los machos reproductores es bastante baja o prácticamente nula, lo cual es una realidad interesante. Esto se debe a que los productores alpaqueros, gracias a las capacitaciones que han recibido del INIA y de otras organizaciones no gubernamentales, han aprendido a seleccionar los mejores reproductores y descartar aquellos con malformaciones anatómicas o anomalías genitales. Tal es así que practican la castración de los machos “pintados”, es decir, de color, que luego al cumplir dos años irán al camal; quedando en cada hato a razón de 5-7 machos por cada 200 a 300 alpacas hembras. Han aprendido también a seleccionar a las hembras, eliminando a las de color, de tal suerte que los hatos se encuentran casi homogéneos con alpacas de color blanco. Sin embargo, en los últimos años, ha vuelto a discutirse la necesidad de reproducir alpacas de color, ya que el mercado textil nacional e internacional viene exigiendo fibra de alpaca de color natural.

Las alpacas actualmente presentan dos problemas de gran envergadura, la altísima tasa de hibridación por la cual la pureza genética de esta especie está muy deteriorada; y por otro lado, los graves problemas reproductivos que impiden que se reproduzcan con éxito, entre ellos, la muy baja capacidad reproductiva y muy baja reserva de espermatozoides extragonadales en el macho, entre otros. Ambos problemas mencionados están en contra de la supervivencia de esta especie exponiéndola a un grave peligro de extinción, lo que repercutiría directamente en la sociedad y la economía de las comunidades andinas alpaqueras del Perú (Sumar, 2000; Huanca y col., 2007).

De acuerdo a los estudios realizados por Wheeler (2006), la alpaca es una especie en riesgo de extinción por la vía del cruzamiento indiscriminado, pues la población de alpacas presenta altos niveles de hibridación con llamas, así un 92% de la población de alpacas es híbrida o ha sido cruzada con llamas; es decir, menos del 9% de la población de alpacas es pura.

CONCLUSIONES

- 1.- Existe una relación directamente proporcional entre el peso corporal y el peso testicular, en relación a la edad, es decir, que a mayor edad hay mayor peso corporal y mayor peso testicular. Las dimensiones testiculares presentan una significativa dispersión entre los valores mínimos y máximos de la población estudiada, siendo notable la desviación estándar del peso testicular en machos de 24 a 36 meses de edad, con un valor de 4.8740, teniendo como valor promedio mínimo 1.6 g y como valor promedio máximo 15.28 g.
- 2.- No se observaron anomalías genitales, tales como: hipoplasia testicular, hiperplasia testicular, aplasia testicular, testículo quístico, testículo ectópico, criptorquidia unilateral o criptorquidia bilateral, en los reproductores de las estancias alpaqueras que fueron examinados macroscópicamente por inspección visual, porque no eran hatos de sementales.

RECOMENDACIONES

- 1.- Identificar y seleccionar estancias alpaqueras donde se conserven los machos destinados a la reproducción, antes de su castración o derivación al matadero, para evaluar la frecuencia de anomalías genitales.
- 2.- Ampliar el estudio abarcando una población mayor de alpacas a fin de obtener resultados más representativos.
- 3.- Profundizar las investigaciones sobre índices reproductivos a fin de contribuir en los programas de mejoramiento genético de la alpaca e incluir estos parámetros en los registros genealógicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

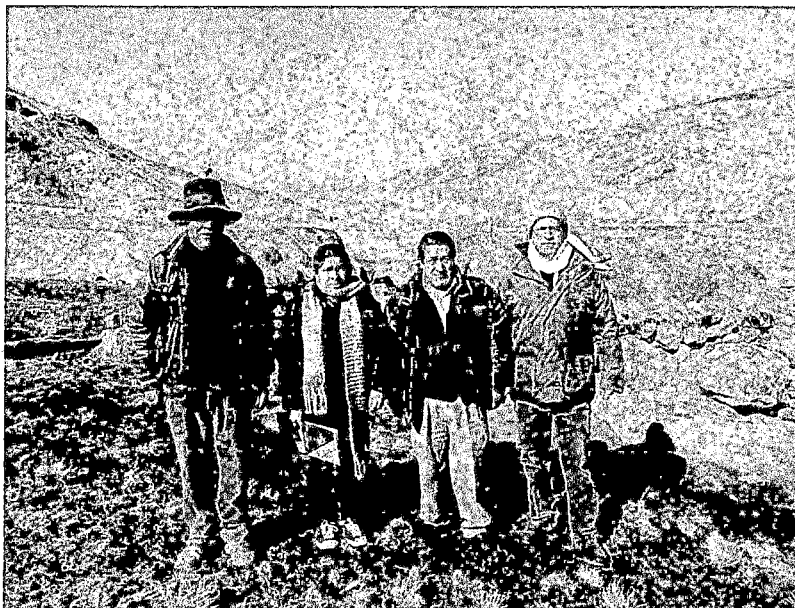
- 01.- **Aba, María.** (1998). Hormonal interrelationships in reproduction of female llamas and alpacas. Swedish University of Agricultural Sciences. Doctoral Thesis. Uppsala.
- 02.- **Barrios, W.; Chavera, A.; Huamán, H. y Huanca, W.** (2011). Alteraciones anátomo-histopatológicas testiculares en alpacas (*Vicugna pacos*) beneficiadas en Nuñoa, Puno. *Rev Inv Vet Perú.* 22 (3): 223-232.
- 03.- **Brack, A.** (2004). Biodiversidad, Pobreza y Bionegocios. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. Lima.
- 04.- **Bravo, P.** (1995). Physiology of reproduction and fertility evaluation in the male alpaca. *Proceedings of Post Graduate Foundation in Veterinary Science.* 257: 61-66.
- 05.- **Crudeli, G.; Pochon, D.; Pellerano, Gabriela; García, María y Amuchastegui, F.** (2005). Análisis de las variables biométricas circunferencia escrotal y volumen testicular en toros de la raza braford. Universidad Nacional del Norte. Comunicaciones Científicas. Corrientes-Argentina.
- 06.- **FAO.** (1996). Manual de Prácticas de Manejo de Alpacas y Llamas. Estudio FAO producción y sanidad animal. Roma.
- 07.- **Fernández-Baca, S.** (1991). Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. FAO. Roma.
- 08.- **Flores, R.** (1970). Estudio histológico del testículo de alpacas aparentemente inaptas para la reproducción. Tesis Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- 09.- **Fowler, M.** (1998). Medicine and surgery of South American camelids: llama, alpaca, vicuña, guanaco. Iowa State University Press., Iowa, USA.
- 10.- **Franco, M.; Pezo, D.; García, W. y Franco, F.** (2009). Manual de Juzgamiento de Alpacas y Llamas. Soluciones Prácticas. Lima.
- 11.- **Freyre, G.** (2006). Experiencias de Transformación y Comercialización de la fibra de alpacas. Conferencia Internacional de Camélidos Sudamericanos. 30-31 de Marzo, Arequipa – Perú.

- 12.- **García, W.; Pezo, D.; San Martín, F.; Olazábal, J. y Franco, F. (2005).** Manual del Técnico Alpaquero. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Estación Experimental La Raya. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- 13.- **Gonzales, H. (2008).** Obtención y criopreservación de espermatozoides de alpacas. *Scientia*. X(10): 223-234.
- 14.- **Huanca, W.; Camacho, J.; Cordero, A.; Ampuero, A.; Santiago, B. y Quifíñez, C. (1998).** Evaluación clínica testicular y biometría de alpacas macho en la Sierra Central. En: XXI Reunión científica APPA. Puno: Asociación Peruana de Producción Animal.
- 15.- **Huanca, W.; Cordero, Aída; Huanca, T. y Adams, G. (2007).** Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos: avances y perspectivas. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15 (1): 195-201.
- 16.- **Melo, M. (2012).** Asistencia Técnica Dirigida en Mejoramiento Genético de Alpacas. UNALM. Lima.
- 17.- **Mendoza, Galy; Castro, Alejandra; Lupidio, María; Domínguez, María; Gómez, Susana y Ghezzi, M. (2012).** Caracterización macroscópica y microscópica de las glándulas anexas del aparato reproductor masculino de la llama (*Lama glama*). *Rev Inv Vet Perú*. 23(1): 27-42.
- 18.- **Morton, Katherine; Vaughan, Jane and Maxwell, Chis. (2008).** Continued Development of Artificial Insemination Technology in Alpacas. Australian Government. Rural Industries Research and Development Corporation. Sydney.
- 19.- **Panuera, M. (1989).** Lesiones macro-microscópicas de testículos de alpacas en cuatro empresas asociativas de Puno. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- 20.- **Solís, R. (2000).** Producción de Camélidos Sudamericanos. Estudio zootécnico de la llama y del guanaco. Segunda Edición. Cerro de Pasco-Perú.
- 21.- **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.
- 22.- **Sumar, J. (2000).** Llamas y Alpacas. En: "Reproducción e Inseminación Artificial". (Hafez, E. y Hafez, B., editores). Séptima Edic. Edit. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F.
- 23.- **Wheeler, J. (1995).** Evolution and present situation of the South-American Camelidae. *Biol J Linnean Soc.* 52: 271-295.
- 24.- **Wheeler, J. (2006).** Informe final. INCAGRO. Proyecto Identificación y rescate de alpacas genéticamente puras de la amenaza de extinción. Lima.

ANEXOS

Anexo 1. Estancia alpaquera de Pucaranra.

ESTANCIA ALPAQUERA DE PUCARANRA O PIEDRA ROJA Distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho (4,300 msnm)	
Propietario Población total Hembras y crías Machos reproductores Fecha	Bonifacio Contreras Jayo 160 alpacas 152 alpacas 08 alpacas 23.MAY.2015
Anormalidades genitales Testículos normales (07) Hipoplasia testicular (01) Hiperplasia testicular (00) Aplasia testicular (00) Testículo quístico (00) Testículo ectópico (00) Criptorquidia bilateral (00) Criptorquidia unilateral (00)	Observaciones El único macho que presentó hipoplasia testicular tenía un peso de 40.45 Kg y una edad mayor a 3 años (6 dientes). En la última campaña (enero-marzo, 2015), se le murieron 48 crías de las 55 que nacieron, por efecto del friaje y presencia de un brote epidémico al parecer de origen viral, que dura tres campañas; por lo que la solución es trasladar el rebano a otro lugar.



Anexo 2. Estancia alpaquera de Chiriccmachay.

ESTANCIA ALPAQUERA DE CHIRICCMACHAY O CUEVA FRÍA Distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho (4,250 msnm)	
Propietario Población total Hembras y crías Machos reproductores Fecha	Abilio Ramos Taype 296 alpacas 288 alpacas 08 alpacas 23.MAY.2015
Anormalidades genitales Testículos normales (08) Hipoplasia testicular (00) Hiperplasia testicular (00) Aplasia testicular (00) Testículo quístico (00) Testículo ectópico (00) Criptorquidia bilateral (00) Criptorquidia unilateral (00)	Observaciones En la última campaña (enero-marzo, 2015), se le murieron 25 crías de las 105 que nacieron, por efecto del friaje y presencia de un brote epidémico al parecer de origen viral, el mismo que dura tres campañas; por lo que la solución es trasladar el rebano a otro lugar. Abilio ha observado que los machos criptorquídicos son fértiles, pero engendran puras hembras.



Anexo 3. Estancia alpaquera de Acchimachay.

ESTANCIA ALPAQUERA DE ACCHIMACHAY O CUEVA DE ACCHIS Distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho (4,450 msnm)	
Propietario Población total Hembras y crías Machos reproductores Fecha	César Quispe Mitacc 500 alpacas 495 alpacas 05 alpacas 23.MAY.2015
Anormalidades genitales Testículos normales (05) Hipoplasia testicular (00) Hiperplasia testicular (00) Aplasia testicular (00) Testículo quístico (00) Testículo ectópico (00) Criptorquidia bilateral (00) Criptorquidia unilateral (00)	Observaciones En la última campaña (enero-marzo, 2015), se le murieron 40 crías de las 200 que nacieron, por efecto del friaje y enfermedades como la enterotoxemia o "cuajuruscca" y el "huicsapunqui"; hay una vacuna contra la enterotoxemia que se aplica a las hembras preñadas y protege a las crías de esta enfermedad, pero no hay cura para el "huicsapunqui; que al parecer es de origen viral.



Anexo 4

Biometría Testicular de Alpacas (10-12-meses; n=20)

Peso (g)	Long. (cm)	Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Volumen (cc)
1.24	1.6	0.9	3.4	1.51
0.72	2.2	1.1	4.2	2.53
0.68	1.4	0.9	3.1	1.32
0.65	1.2	0.7	3.5	0.88
0.7	1.2	0.6	3.4	0.75
0.53	1.4	0.7	3	1.03
0.9	1.2	0.6	3.2	0.75
0.71	0.9	0.6	2.9	0.57
0.69	1.3	0.9	3	1.23
0.16	0.8	0.5	2	0.42
0.56	1.1	0.8	2.9	0.92
1.53	1.2	0.8	3.4	1.01
1.31	1.5	0.9	3.2	1.41
1.25	1.3	0.8	3.1	1.09
1.44	1.2	0.9	3.1	1.13
1.36	1.4	0.9	3.3	1.32
1.57	1.3	0.8	2.8	1.09
1.08	1.5	0.8	2.8	1.26
0.92	1	0.8	2.6	0.84
1.45	1.9	1.2	3.5	2.39
0.97	1.3	0.8	3.1	1.17 Promedio
0.16	0.8	0.5	2	0.42 Mínimo
1.57	2.2	1.2	4.2	2.53 Máximo
0.4006	0.3197	0.1683	0.4348	0.5215 DS

Anexo 5

Biometría Testicular de Alpacas (18-20 meses; n=20)

Peso (g)	Long. (cm)	Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Volumen (cc)	
3.3	1.4	1	3.2	1.47	
3.22	1.5	0.95	3.4	1.49	
3.84	2.25	1.25	5	2.95	
3.89	2.3	1.25	5.2	3.01	
4.2	1.7	1.3	3.7	2.32	
4.26	1.7	1.3	3.9	2.32	
4.8	2.4	1.35	5.4	3.40	
4.95	2.4	1.4	5.4	3.52	
3.66	2.3	1.35	5.2	3.25	
3.56	2.35	1.3	5.2	3.20	
3.56	1.9	1.2	4.7	2.39	
3.64	1.95	1.1	4.4	2.25	
3.88	2.05	1.2	4.6	2.58	
4.45	2.35	1.35	5.3	3.33	
4.72	2.5	1.4	5.6	3.67	
3.48	1.85	1.05	4.2	2.04	
3.34	1.8	1	4	1.89	
4.7	2.5	1.4	5.6	3.67	
3.62	1.9	1.1	4.25	2.19	
4.36	2.3	1.3	5.2	3.13	
3.97	2.1	1.2	4.7	2.70	Promedio
3.22	1.4	0.95	3.2	1.47	Mínimo
4.95	2.5	1.4	5.6	3.67	Máximo
0.5433	0.3385	0.1455	0.7489	0.6989	DS

Anexo 6

Biometría Testicular de Alpacas (24-36 meses; n=30)

Peso	Longitud	Ancho	Circunferen	Volumen
13.28	4.05	2.7	8.2	11.45
1.63	1.8	1.2	3.9	2.26
15.18	3.8	2.4	7.5	9.55
13.37	3.8	2.4	7.5	9.55
13.39	3.35	2.45	7.8	8.59
12.84	3.4	2.5	7.6	8.90
10.92	3.35	2.45	7	8.59
5.24	2.75	1.65	5.1	4.75
4.76	2.9	1.65	5.1	5.01
2.97	2.1	1.5	4.2	3.30
2.6	2	1.45	4.9	3.04
1.71	1.8	1.1	3.6	2.07
1.68	1.8	1.1	3.6	2.07
13.1	3.95	2.57	8.05	10.63
12.81	3.4	2.5	7.6	8.90
13.36	4	2.7	8.2	11.31
1.6	1.1	1.2	3.9	1.38
15.28	3.8	2	7	7.96
13.49	3.8	2.4	7.5	9.55
13.4	3.3	2.4	7.8	8.29
10.95	3.3	2.4	7	8.29
5.2	2.7	1.6	5.1	4.52
4.8	2.9	1.6	5.1	4.86
3	2.1	1.5	4.2	3.30
2.6	2	1.4	4.9	2.93
11.14	3.9	1.9	7	7.76
10.1	3.1	2	6.9	6.49
10.33	2.8	2	7	5.86
10.12	3	2	7	6.28
10.4	3.2	1.9	7	6.37
8.7	3.0	2.0	6.2	6.46 Promedio
1.6	1.1	1.1	3.6	1.38 Mínimo
15.28	4.1	2.7	8.2	11.45 Máximo
4.8740	0.8076	0.5117	1.5622	3.0168 DS

Anexo 7

Biometría Testicular de Alpacas (mayores a 36 meses; n=30)

Peso	Longitud	Ancho	Circunferen	Volumen
14.74	4.1	2.55	7.5	10.95
17.24	4	2.6	8.4	10.89
15.84	3.7	2.7	8.1	10.46
11.4	3.6	2.4	7.6	9.05
13.53	3.8	2.5	6.8	9.95
10.86	3.1	2.3	7.1	7.47
10.76	3.4	2.35	6.5	8.37
10.92	3.2	2.45	7.5	8.21
2.93	2.05	1.4	5	3.01
3.11	2.1	1.4	4.9	3.08
14.7	4.1	2.5	7.5	10.73
17.2	4	2.6	8.4	10.89
15.8	3.7	2.7	8.1	10.46
12.4	3.6	2.4	7.6	9.05
12.5	3.6	2.4	7.5	9.05
12.3	3.8	2.5	7.1	9.95
10.9	7.1	2.3	7.1	17.10
10.8	3.4	2.5	6.5	8.90
10.9	3.2	2.4	7.5	8.04
2.9	2	1.4	5	2.93
3.1	2.1	1.4	4.9	3.08
12.3	3.9	2.2	6.7	8.98
12.4	3.4	2.2	6.7	7.83
14.2	3.8	2	7.2	7.96
13.2	3.6	2.4	7.1	9.05
10.9	3.9	2.1	7	8.58
10.9	3.5	2.1	7.1	7.70
11	3.1	2	6.8	6.49
7.5	2.9	1.6	5.7	4.86
7.9	3.1	2.9	6.7	9.41
11.2	3.5	2.2	6.9	8.42 Promedio
2.9	2	1.4	4.9	2.93 Mínimo
17.2	7.1	2.9	8.4	17.10 Máximo
3.9795	0.9137	0.4179	0.9750	2.9391 DS

Anexo 8. Correlación peso testicular/peso corporal por edades.

Edad (meses)	Peso corporal[*] (Kg)	Peso testicular^{**} (g)	Correlación (%)
10-12	33.5	0.97	0.006
18-20	37.5	3.97	0.021
24-36	57.5	8.71	0.030
> 36	72.5	11.17	0.031

(*) Peso promedio.

(**) Peso de los dos testículos.

Anexo 9. Ficha de incidencia de anomalías genitales en alpacas macho.

Estancia alpaquera : Altitud : Propietario : Población total : Nº hembras : Nº reproductores :			
Reproductor macho	Peso (kg)	Edad (meses/años)	Anormalidad genital
01			Testículos normales () Hipoplasia testicular () Hiperplasia testicular () Aplasia testicular () Testículo quístico () Testículo ectópico () Criptorquidia bilateral () Criptorquidia unilateral ()
02			Testículos normales () Hipoplasia testicular () Hiperplasia testicular () Aplasia testicular () Testículo quístico () Testículo ectópico () Criptorquidia bilateral () Criptorquidia unilateral ()
03			Testículos normales () Hipoplasia testicular () Hiperplasia testicular () Aplasia testicular () Testículo quístico () Testículo ectópico () Criptorquidia bilateral () Criptorquidia unilateral ()

Ayacucho, ... de del 2015.

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS TESTICULARES E INCIDENCIA DE ANORMALIDADES GENITALES EN ALPACAS

MUJICA LENGUA, Fidel R.¹; TENORIO BAUTISTA, Martín S.²; RODRÍGUEZ ZAMORA, Arturo³ y GARCÍA GODO S ALCÁZAR, Paula⁴

(1) Laboratorio de Biotecnología; (2) Laboratorio de Biología Celular y Molecular; (3) Laboratorio de Reproducción; y (4) Laboratorio de Biotecnología. UNSCH. Ayacucho-Perú.
E-mail: fidelmujica@gmail.com

RESUMEN

La alpaca es una especie en riesgo de extinción por la vía del cruzamiento indiscriminado, que da lugar a una altísima tasa de hibridación por la cual la pureza genética de esta especie está muy deteriorada; además, los altos índices de consanguinidad, devienen en problemas reproductivos como el reducido coeficiente de correlación peso corporal/peso testicular y una serie de anormalidades visibles en los genitales masculinos. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar los factores limitantes que determinan la baja productividad alpaquera en estancias alpaqueras de acceso viable de Licapa (Ayacucho) y Pilpichaca (Huancavelica). Los machos fueron seleccionados en cuatro grupos etarios: machos de 10 a 12 meses de edad ($n = 20$), machos de 18 a 20 meses de edad ($n = 20$), machos de 24 a 36 meses de edad ($n = 30$) y machos con edad mayor a 36 meses ($n = 30$). Se registró la edad, peso corporal y dimensiones testiculares. Se encontró una relación directamente proporcional entre el peso corporal y el peso testicular, en relación a la edad, es decir, que a mayor edad hay mayor peso corporal y mayor peso testicular. Las dimensiones testiculares presentan una significativa dispersión entre los valores mínimos y máximos de la población estudiada, siendo notable la desviación estándar del peso testicular en machos de 24 a 36 meses de edad, con un valor de 4.8740, teniendo como valor mínimo 1.6 g y como valor máximo 15.28 g. El coeficiente de correlación del peso corporal respecto al peso testicular fue muy bajo en las alpacas, con un valor de 0.02 ± 0.03 , comparado al del toro, 0.18 y al del carnero, de 1.40. No se observaron anormalidades genitales en los reproductores de las estancias alpaqueras examinadas.

Palabras clave: *biometría testicular, anormalidades genitales, índices reproductivos.*

ABSTRACT

Alpaca is a species at risk of extinction by way of indiscriminate crossbreeding, which results in a high rate of hybridization which the genetic purity of the species is badly damaged; in addition, high rates of consanguinity, become in reproductive problems such as reduced body weight correlation coefficient / testicular weight and a number of visible genital abnormalities in male. The main objective of this study was to evaluate the limiting factors that determine the low productivity in alpaca stays viable access Licapa (Ayacucho) and Pilpichaca (Huancavelica). Males were selected in four age groups: males 10 to 12 months of age ($n = 20$), males 18 to 20 months of age ($n = 20$), males 24 to 36 months of age ($n = 30$) and males more than 36 months of age ($n = 30$). The age, body weight and testicular size was recorded. A directly proportional relationship between body weight and testicular weight in relation to age, i.e., that the older is no greater body weight and increased testicular weight was found. Testicular dimensions have a significant dispersion between the minimum and maximum values of the study population, being remarkable the standard deviation of testicular weight in males 24 to 36 months old, with a value of 4.8740, with a minimum value of 1.6 g as a value maximum 15.28 g. The correlation coefficient of body weight relative to the testicular weight was very low in alpacas, with a value of 0.02-0.03, compared to the bull, 0.18 and the ram, 1.40. No abnormalities were observed in genital players alpaqueras examined stays.

Keywords: *testicular biometry, genital abnormalities, reproductive rates.*

INTRODUCCIÓN

La familia de los camélidos está formada por dos grupos, los camélidos del Viejo Mundo y los camélidos del Nuevo Mundo (Camélidos Sudamericanos). Estos últimos incluyen a la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*) como especies domésticas y al guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*) como especies silvestres (Aba, 1998).

La crianza de Camélidos Sudamericanos, desde época prehispánica, ha sido de vital importancia para los pobladores altoandinos y particularmente importante para alrededor de 2.9 millones de campesinos (12% de la población nacional) de unas mil comunidades en los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y Puno, que se dedican a la esquila de vicuñas y la crianza de alpacas y llamas, para aprovechar la fibra, carne y transportar productos agrícolas. Esta crianza, generalmente, se realiza en las zonas de gran altura, donde la agricultura y la ganadería basada en especies introducidas son poco viables (Freyre, 2006).

Los Camélidos Sudamericanos poseen ciertas características reproductivas que los hacen diferentes de otros animales de granja. Las hembras en edad reproductiva muestran periodos extendidos de receptividad sexual al macho y pueden copular en cualquier época del año. La hembra es de ovulación inducida, la gestación dura aproximadamente 11.5 meses y la placenta es de tipo difuso; el macho copula entre 5 a 50 minutos emitiendo un sonido gutural característico y deposita el semen en los cuernos uterinos. El semen es viscoso, lo que impide su evaluación rápida (García y col., 2005; FAO, 1996; Huanca, 2007).

La selección de machos a ser utilizados como reproductores es una de las etapas más importantes en los programas de mejoramiento genético de animales domésticos (Crudeli et al., 2005). En los programas de selección para mejorar la fertilidad de los toros es importante hacer uso de las características reproductivas que presentan heredabilidades medias a altas y correlaciones genéticas favorables entre sí y con otras importantes para el sistema productivo, como las relacionadas al crecimiento.

Dentro de los parámetros reproductivos, la biometría testicular, particularmente circunferencia testicular y el volumen testicular han sido indicados como característica a ser incluidas en los programas de selección de toros (Crudeli y col., 2007).

Sin embargo, la selección de los machos en alpaca, ha estado dirigida sólo a aspectos de conformación y fibra de color blanco, que son los criterios que se manejan en los manuales de juzgamiento de alpacas, dejando de lado las características reproductivas. Una consecuencia de esto es la alta incidencia de anormalidades de los genitales de los machos reproductores, la mayoría de naturaleza hereditaria (Gonzales, 2008).

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Las alpacas consideradas en el presente estudio fueron provenientes de dos ambientes distintos: los machos prepúberes y púberes pertenecieron a estancias alpaqueras de los departamentos de Ayacucho (Licapa: Pucaranra, Chiriccmachay y Acchimachay) y Huancavelica (Pilpichaca); mientras que los machos adultos fueron provenientes del Camal Municipal de Huancavelica. Los machos fueron seleccionados en cuatro grupos etarios: machos de 10 a 12 meses de edad ($n = 20$), machos de 18 a 20 meses de edad ($n = 20$), machos de 24 a 36 meses de edad ($n = 30$) y machos con edad mayor a 36 meses ($n = 30$). Todas las alpacas estuvieron alimentadas bajo condiciones de campo o pastoreo natural durante la duración del período experimental (mayo a diciembre del 2015) y expuestas a la luz natural durante el día, a una temperatura ambiental promedio de 6 a 8°C, precipitación pluvial anual promedio entre 400 a 700 mm y a una altitud entre 4,000 a 4,600 msnm.

Colecta de testículos de machos prepúberes y púberes

La colecta de testículos de machos de 10-12 meses (un año de edad) y 18-20 meses (un año y medio de edad), se hizo por castración del animal vivo en el *qampi corral*, en horas de la madrugada, antes de que los animales salgan a pastear, previo registro de la edad y el peso corporal, descartando los machos con anomalías genitales.

Colecta de testículos de machos adultos

La colecta de testículos de machos de 24 a 36 meses de edad y de machos mayores a 36 meses de edad, se hizo a partir de los animales beneficiados en el Camal Municipal de Huancavelica, entre las 8:00 a.m. y 10:00 a.m., antes de la eliminación de la cabeza, a fin de establecer la edad del animal según las normas para el juzgamiento de alpacas, por la técnica de la erupción dentaria (Franco y col., 2009) y descartando los machos con anomalías genitales.

Medición de las dimensiones testiculares

Se registró el peso testicular, la longitud testicular, el ancho testicular y la circunferencia testicular en los testículos previamente descapsulados, es decir, previa eliminación de la túnica vaginal común. El peso testicular se midió con la ayuda de una balanza portátil a pilas, con una precisión de dos decimales; las dimensiones testiculares se tomaron con la ayuda de una regla de Vernier; mientras que la circunferencia testicular se midió con la ayuda de un hilo y una regla común.

Registro de anormalidades genitales

Las anormalidades genitales, tales como: hipoplasia testicular, hiperplasia testicular, aplasia testicular, testículo quístico, testículo ectópico, criptorquidia unilateral y criptorquidia bilateral, fueron observadas en las estancias alpaqueras mediante el examen macroscópico por inspección visual, registrándose los datos en la Ficha de Incidencia de Anormalidades Genitales en Alpacas Macho.

RESULTADOS

Colecta de testículos de alpaca

Inicialmente se había previsto colectar testículos de alpacas macho de 6 a 8 meses de edad (medio año). Aunque se encontraron machos de esa edad en las diferentes visitas a las estancias alpaqueras, las primeras castraciones revelaron que los testículos a esa edad si bien han descendido normalmente al saco escrotal en la mayoría de los casos, son demasiado pequeños, blandos y difíciles de palpar, por lo que se decidió no incluirlos en la investigación.

La colecta de testículos a partir de machos de 10 a 12 meses (un año de edad) se hizo con el consentimiento del productor alpaquero y fue dependiente de la existencia de machos de esa edad en las diferentes estancias alpaqueras. Al comienzo, durante los meses de mayo y junio, no se encontraron machos de 10-12 meses en las estancias alpaqueras de Licapa; pero hacia los meses de diciembre y enero sí, sobre todo en las estancias alpaqueras de Pilpichaca. Esto tiene que ver con el calendario alpaquero, ya que los meses de enero, febrero y marzo corresponden simultáneamente a la época de parición y empadre (García y col., 2005; FAO, 1996). Además, es de interés de los productores alpaqueros castrar a los machos de un año de edad, sobre todo a aquellos que tienen defectos anatómicos y anomalías genitales o bien cuando son machos “pintados”, es decir, que no tienen un color de fibra uniforme, los cuales posteriormente a la edad de dos o más años serán destinados al camal.

La colecta de testículos de machos de 2 a 3 años de edad y mayores de 3 años se hizo con toda normalidad en el Camal Municipal de Huancavelica, previa autorización de la Municipalidad Provincial de Huancavelica.

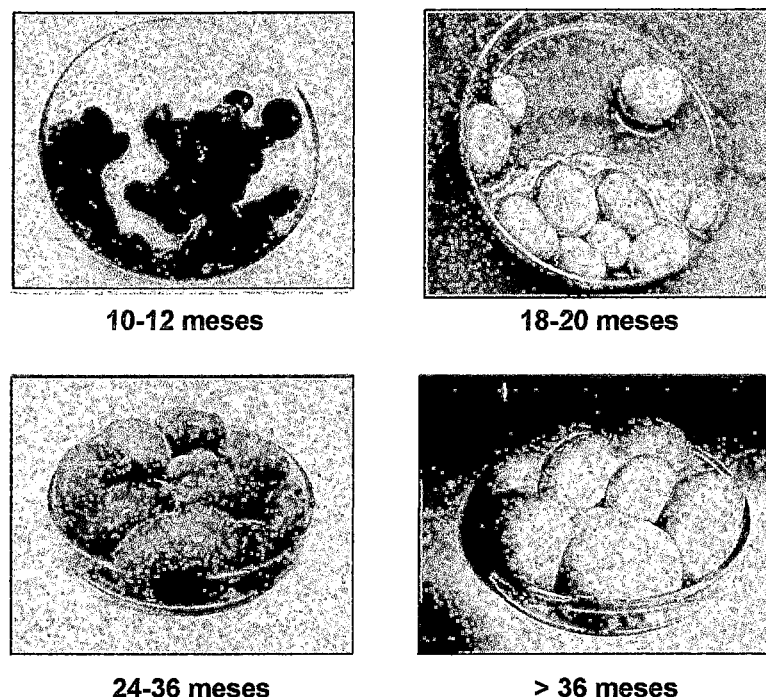


Figura 3.1. Testículos descapsulados de alpaca en relación al grupo etario.

Biometría testicular de alpacas

Los promedios de las características biométricas testiculares en relación a la edad y el peso corporal en alpacas, se presentan en la Tabla 3.1. Estos promedios se derivan de los resultados individuales de la biometría testicular en alpacas pertenecientes a los cuatro grupos etarios considerados en el presente estudio: machos de 10 a 12 meses de edad ($n = 20$), machos de 18 a 20 meses de edad ($n = 20$), machos de 24 a 36 meses de edad ($n = 30$) y machos con edad mayor a 36 meses ($n = 30$). La desviación estándar de los valores promedio de las dimensiones testiculares en relación a la edad, se presentan en la Tabla 3.2.

Se observa una relación directamente proporcional entre el peso corporal y el peso testicular, en relación a la edad; es decir, que a mayor edad hay mayor peso corporal y mayor peso testicular. Así, una alpaca de 10-12 meses de edad tiene un peso promedio de 33.5 Kg y un peso testicular promedio de 0.97 g; una alpaca de 18-20

Tabla 3.1. Características biométricas testiculares en relación a la edad y el peso corporal en alpacas.

Edad (meses)	Peso corporal (Kg)	Peso (g)	Longitud (cm)	Biometría testicular		
				Ancho (cm)	Circunf. (cm)	Volumen (cc)
10-12 (n=20)	33.5	0.97	1.33	0.81	3.10	1.17
18-20 (n=20)	37.5	3.97	2.07	1.23	4.70	2.70
24-36 (n=30)	57.5	8.71	2.98	1.95	6.20	6.46
> 36 (n=30)	67.5	11.17	3.50	2.24	6.90	8.42

Tabla 3.2. Valores promedio y desviación estándar de las dimensiones testiculares en relación a la edad.

Dimensión	Edad (meses)	Promedio	DS	Mín.	Máx.
Peso, g	10-12	0.97	0.4006	0.16	1.57
	18-20	3.97	0.5433	3.22	4.95
	24-36	8.7	4.8740	1.6	15.28
	> 36	11.2	3.9795	2.9	17.2
Longitud, cm	10-12	1.3	0.3197	0.8	2.2
	18-20	2.1	0.3385	1.4	2.5
	24-36	3.0	0.8076	1.1	4.1
	> 36	3.5	0.9137	2.0	7.1
Ancho, cm	10-12	0.8	0.1683	0.5	1.2
	18-20	1.2	0.1455	0.95	1.4
	24-36	2.0	0.5117	1.1	1.1
	> 36	2.2	0.4179	1.4	2.9
Circunferencia, cm	10-12	3.1	0.4348	2.0	4.2
	18-20	4.7	0.7489	3.2	5.6
	24-36	6.2	1.5622	3.6	8.2
	> 36	6.9	0.9750	4.9	8.4
Volumen, cc	10-12	1.17	0.5215	0.42	2.53
	18-20	2.70	0.6989	1.47	3.67
	24-36	6.46	3.0168	1.38	11.45
	> 36	8.42	2.9391	2.93	17.10

meses de edad tiene un peso promedio de 37.5 Kg y un peso testicular promedio de 3.97 g; una alpaca de 24-36 meses de edad tiene un peso promedio de 57.5 Kg y un peso testicular promedio de 8.71 g; y una alpaca adulta con edad mayor a 36 meses, es decir, de 4, 5 o más años de edad, tiene un peso promedio de 67.5 Kg y un peso testicular promedio de 11.17 g.

Se considera que las alpacas macho han alcanzado el desarrollo sexual a los 5 años de edad, aproximadamente a 63 kg de peso corporal (Sumar 1983). Al comparar los

valores promedio del peso testicular en una alpaca adulta, se observa que Bravo (1995), reporta un promedio de 13.8 g y García y col. (2005), reportan un peso promedio de 18 g. El peso testicular promedio de 11.17 g encontrado en el presente estudio aparentemente es el más bajo; sin embargo, hay que tomar en cuenta que se consideraron todos los individuos sin excepción ($n = 30$), tal es así que en este grupo etario de edad mayor a 36 meses la desviación estándar es alta, con un valor de 3.9795, teniéndose registrado 2.9 g como peso mínimo y 17.1 g como peso máximo. Esto significa que pueden haber machos reproductores de 4 ó 5 años con testículos muy pequeños para su edad o bien machos reproductores de 2 a 3 años con testículos muy grandes para su edad, mostrando una libido y una frecuencia de relaciones sexuales sin mayores diferencias. Respecto a las dimensiones testiculares en la alpaca adulta, Bravo reporta una longitud testicular promedio de 3.7 cm y ancho testicular promedio de 2.4 cm; mientras que García y col. (2005), reportan un promedio de 3.5-4.5 cm de longitud testicular por 2-3 cm de promedio de ancho testicular; comparado a lo reportado en el presente estudio, que es de 3.5 cm de promedio de longitud testicular y 2.2 cm de promedio de ancho testicular.

Realmente es impresionante el amplio rango de variación del tamaño y consecuentemente el peso testicular en alpacas. Cabe resaltar que la desviación estándar más alta del peso testicular se encuentra en el grupo etario de 24-36 meses, con un valor de 4.8740, teniendo como valor promedio mínimo 1.6 g y como valor promedio máximo 15.28 g. Al respecto, Sumar (1983), ya había advertido la amplia variación en el tamaño testicular de las alpacas, en cualquier edad o tamaño del cuerpo, sugiriendo que otros factores, probablemente genéticos, estén implicados.

Adicionalmente, la producción de espermatozoides puede estar correlacionada con el tamaño testicular en los camélidos, vale decir, el volumen testicular y la circunferencia testicular. En toros, a medida que los testículos aumentan de peso y tamaño aumenta la producción de espermatozoides y la fecundidad (Crudeli et al., 2005). Presumiblemente esto ocurre también en alpacas (Morton y col., 2008); sin embargo, las observaciones de campo difieren un tanto con esta afirmación. Se sabe que el tamaño testicular es altamente heredable en toros y también está relacionada con la fertilidad de sus parientes femeninas. Los testículos de los camélidos sudamericanos son relativamente pequeños y la producción de espermatozoides es baja; así,

la producción diaria estimada de esperma en primavera es 8.1×10^6 espermatozoides/ml y en verano 4.2×10^6 espermatozoides/ml (Morton et al., 2008).

Coefficiente de correlación peso corporal/peso testicular

Sumar (1983), ya había advertido esta situación señalando que en alpacas existe una correlación muy baja entre el tamaño corporal y el tamaño testicular. En el presente estudio, a la edad de un año, la correlación entre el peso corporal y el peso testicular es casi inexistente, con un valor de 0.006; es decir, que los testículos son demasiado pequeños respecto al tamaño del cuerpo. Sin embargo, la correlación aumenta hacia el año y medio de edad, alcanzando un valor de 0.02 y se estabiliza a partir de los dos años en adelante, con un valor de 0.03 prácticamente constante durante la edad reproductiva (Figura 3.2.).

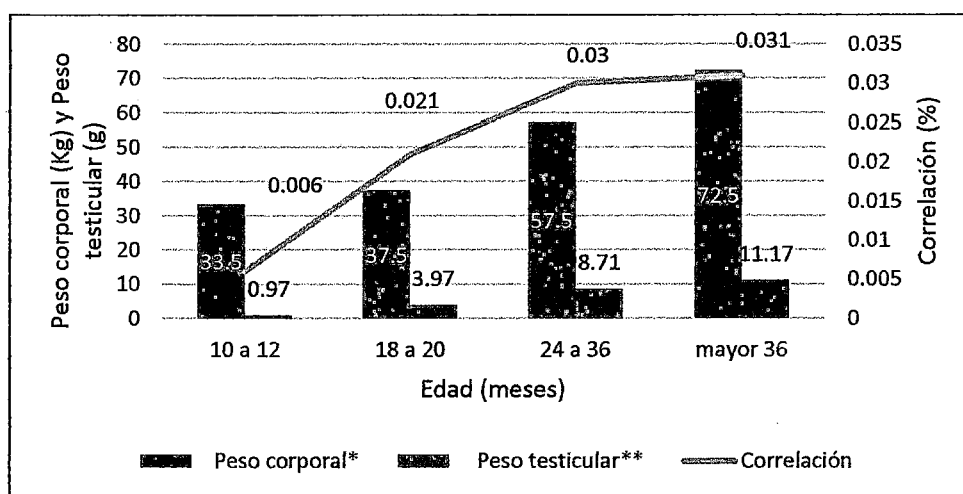


Figura 3.2. Correlación del peso corporal y el peso testicular en relación a la edad en alpacas.

Al comparar la el coeficiente de correlación peso corporal/peso testicular de alpacas adultas en edad reproductiva con otros mamíferos domésticos como el toro y el carnero, se observa que las alpacas tienen la correlación más baja entre 0.02 a 0.03, comparada con la del toro con un valor de 0.18 o con la del carnero, con un valor de

1.4 (Figura 3.3). Al respecto, los problemas más importantes que impiden el desarrollo del proceso de la producción de alpacas son los altos índices de consanguinidad, lo que ha originado una alta frecuencia de malformaciones congénitas y hereditarias, registrándose bajos rendimientos en la producción de fibra y carne, debido a la baja calidad de los reproductores, ausencia de los programas de mejoramiento, bajo nivel cultural de los criadores y la tenencia de tierras que han terminado en la fragmentación y atomización de la propiedad (Melo, 2012).

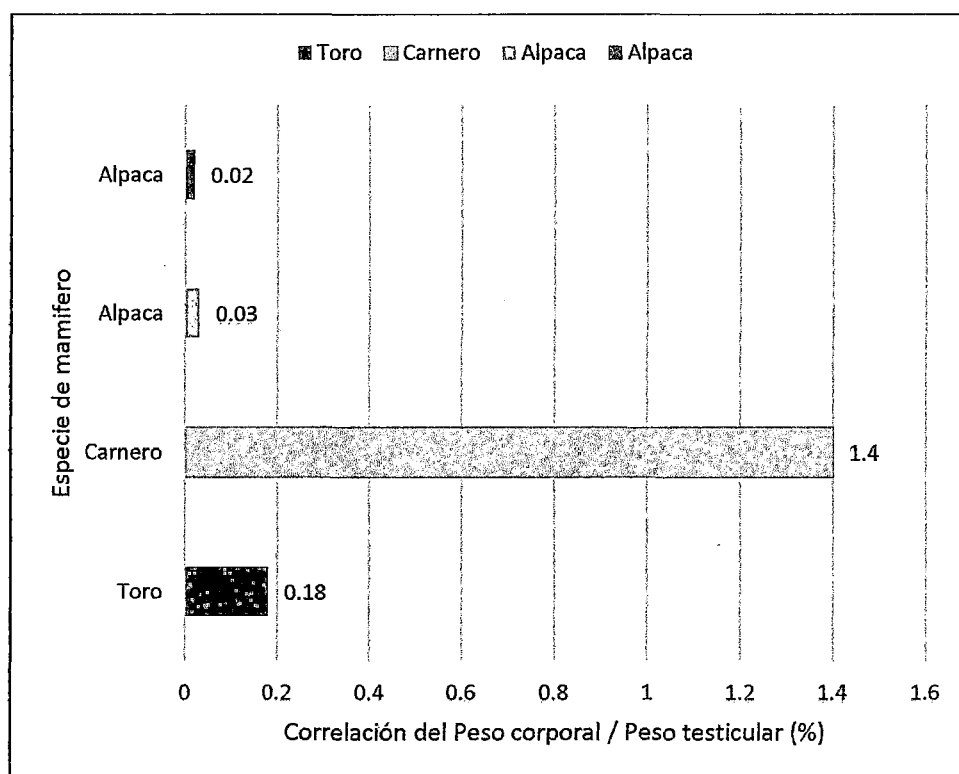


Figura 3.3. Comparación de la correlación entre el peso corporal y el peso testicular con otros mamíferos domésticos. Toro (Morton, 2008); carnero (Bravo, 1995), alpaca 0.03 (Sumar, 1983) y alpaca 0.02 (Mujica y col., 2015).

Anormalidades genitales

Las constataciones *in situ* realizadas en las diferentes estancias alpaqueras de Licapa y Pilpichaca, permiten afirmar que la incidencia de anomalías genitales en los machos reproductores es bastante baja o prácticamente nula, lo cual es una realidad interesante. Esto se debe a que los productores alpaqueros, gracias a las capacitaciones que han recibido del INIA y de otras organizaciones no

gubernamentales, han aprendido a seleccionar los mejores reproductores y descartar aquellos con malformaciones anatómicas o anormalidades genitales. Tal es así que practican la castración de los machos “pintados”, es decir, de color, que luego al cumplir dos años irán al camal; quedando en cada hato a razón de 5-7 machos por cada 200 a 300 alpacas hembras. Han aprendido también a seleccionar a las hembras, eliminando a las de color, de tal suerte que los hatos se encuentran casi homogéneos con alpacas de color blanco. Sin embargo, en los últimos años, ha vuelto a discutirse la necesidad de reproducir alpacas de color, ya que el mercado textil nacional e internacional viene exigiendo fibra de alpaca de color natural.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, que a través de la Oficina General de Investigación e Innovación, hizo posible el financiamiento del presente informe de investigación. Asimismo, mi reconocimiento y gratitud al señor Bonifacio Contreras Jayo, propietario de la estancia alpaquera de *Pucaranra* o “piedra roja”, ubicada en el distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho (4,300 msnm).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01.- **Aba, María.** (1998). Hormonal interrelationships in reproduction of female llamas and alpacas. Swedish University of Agricultural Sciences. Doctoral Thesis. Uppsala.
- 02.- **Bravo, P.** (1995). Physiology of reproduction and fertility evaluation in the male alpaca. *Proceedings of Post Graduate Foundation in Veterinary Science*. 257: 61-66.
- 03.- **Crudeli, G.; Pochon, D.; Pellerano, Gabriela; García, María y Amuchastegui, F.** (2005). Análisis de las variables biométricas circunferencia escrotal y volumen testicular en toros de la raza braford. Universidad Nacional del Norte. Comunicaciones Científicas. Corrientes-Argentina.
- 04.- **FAO.** (1996). Manual de Prácticas de Manejo de Alpacas y Llamas. Estudio FAO producción y sanidad animal. Roma.
- 05.- **Franco, M.; Pezo, D.; García, W. y Franco, F.** (2009). Manual de Juzgamiento de Alpacas y Llamas. Soluciones Prácticas. Lima.
- 06.- **Freyre, G.** (2006). Experiencias de Transformación y Comercialización de la fibra de alpacas. Conferencia Internacional de Camélidos Sudamericanos. 30-31 de Marzo, Arequipa – Perú.
- 07.- **García, W.; Pezo, D.; San Martín, F.; Olazábal, J. y Franco, F.** (2005). Manual del Técnico Alpaquero. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Estación Experimental La Raya. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- 08.- **Huanca, W.; Cordero, Aída; Huanca, T. y Adams, G.** (2007). Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos: avances y perspectivas. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15 (1): 195-201.
- 09.- **Melo, M.** (2012). Asistencia Técnica Dirigida en Mejoramiento Genético de Alpacas. UNALM. Lima.
- 10.- **Morton, Katherine; Vaughan, Jane and Maxwell, Chis.** (2008). Continued Development of Artificial Insemination Technology in Alpacas. Australian Government. Rural Industries Research and Development Corporation. Sydney.
- 11.- **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.