



*La investigación, su esencia y arte.*

# FONDO EDITORIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA  
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO



## **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ULTRASONOGRÁFICAS TESTICULARES EN ALPACAS MACHO Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE TESTOSTERONA**



**MVZ. ANGELA MILAGROS MASSA GUZMAN**  
**MG. URI HAROLD PEREZ GUERRA**  
**DR. LUIS ALBERTO MASSA PALACIOS**

<https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ULTRASONOGRÁFICAS TESTICULARES  
EN ALPACAS MACHO Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE TESTOSTERONA

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS  
ULTRASONOGRÁFICAS TESTICULARES EN  
ALPACAS MACHO Y SU RELACIÓN CON LOS  
NIVELES DE TESTOSTERONA**



*La investigación, su esencia y arte.*

**Angela Milagros Massa Guzman  
Uri Harold Perez Guerra  
Luis Alberto Massa Palacios**

Pampas – Tayacaja

**2023**

## **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ULTRASONOGRÁFICAS TESTICULARES EN ALPACAS MACHO Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE TESTOSTERONA**

© Angela Milagros Massa Guzmán  
Telf.: +51 964 382 703  
Email: angela15\_mg@hotmail.com  
Dirección: Jr. Santiago Giraldo N° 164, Puno - Perú

Uri Harold Perez Guerra  
Telf.: +51 992 000 419  
Email: uperez@unap.edu.pe  
Dirección: Jr. Cajamarca Nro 745, Puno - Perú

Luis Alberto Massa Palacios  
Telf.: +51 947 834 071  
Email: luismassa@unat.edu.pe  
Dirección: APV Temistocles Rocha Mz O-01, Ica - Perú

Editada por:

© Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo  
(UNAT) - Fondo Editorial.  
Dirección: Bolognesi N° 416, Tayacaja, Huancavelica -Perú  
info@unat.edu.pe  
Telf: (+51) 67 -990847026  
Web: <https://unat.edu.pe/>

Primera edición digital: Enero 2023

Libro digital disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-00735

ISBN: 978-612-48982-6-6

Corrección de estilo y Diseño y Diagramación: Gráfica “imagen”:

Gianmarco Garcia Curo

[gianmarco.garcia.c@gmail.com](mailto:gianmarco.garcia.c@gmail.com) / Telf: +51 925 622 439

*No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento información, la transmisión de ninguna otra forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.*

## Tabla de Contenido

DEDICATORIA .....	6
AGRADECIMIENTOS .....	7
RESUMEN.....	8
CAPITULO I.....	10
Introducción .....	10
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	13
Objetivo General.....	13
Objetivos específicos .....	13
CAPITULO II .....	14
Revisión de la literatura .....	14
Marco Teórico	15
Anatomía y Fisiología de la Alpaca Macho .....	15
Testículo de Alpacas Macho.....	19
Ultrasonografía .....	24
Hormonas sexuales del Macho .....	32
Antecedentes.....	38
CAPITULO III.....	41
Material y Métodos .....	41
Lugar de estudio	42
Población de Muestra	43
Manejo de animales	43
Metodología	43
Características morfométricas ultrasonográficas en modo B	
.....	43

Características ultrasonográficas en modo Doppler .....	44
Toma de Muestras y determinación de los Niveles Testosterona.....	45
Análisis Estadísticos .....	45
CAPITULO IV.....	47
Resultados y Discusión .....	47
Características Ultrasonográficas (B mode) de Alpacas Reproductores Machos de 2D, 4D y BLL .....	48
Características ultrasonográficas Doppler de Alpacas Reproductores Machos de clase animal 2D, 4D y BLL .....	50
Concentración de Testosterona de Alpacas Reproductores Machos de 2D, 4D y BLL .....	52
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES.....	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	61
ANEXOS .....	70
ANEXO 1: Estadísticos descriptivos .....	70
ANEXO 2: Pruebas normalidad y homogeneidad de varianzas .....	71
ANEXO 3: Test de Student.....	73

## DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi Dios todopoderoso quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir siempre adelante y enseñándome a superar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia, a mi adorado esposo Enzo, por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, su amor y sus consejos para ser una mejor persona cada día, a mi amado hijo Franchesco el cual es mi motor y motivo para lograr todos mis objetivos.

A mis padres Luis Alberto y Dina por ellos soy lo que soy, por su amor, cariño y apoyo incondicional siempre para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.

A mis queridos hermanos Darwin y Miguel que siempre me alientan a seguir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplos de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo y también por forjar el camino correcto para mí.

Mis sinceros agradecimientos al Dr. Uri Harold Pérez Guerra, quien me orientó, me brindó su tiempo, sus experiencias y sus conocimientos, por su apoyo y confianza, y que sin su ayuda no hubiera podido culminar con la presente tesis.

A mis padres Luis Alberto y Dina, por apoyarme siempre y guiarme desde siempre por el buen camino.

A mi esposo y mi hijo que son mi principal motivación y apoyo incondicional.

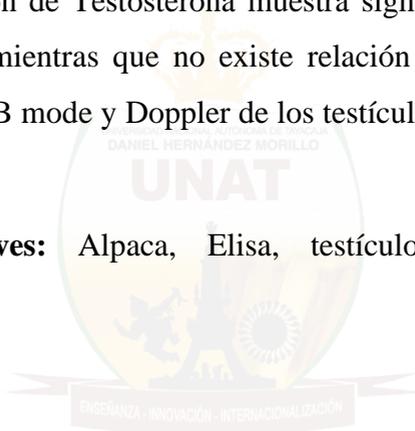
A mis hermanos Darwin y Miguel por su apoyo constante.

## RESUMEN

El propósito del estudio fue evaluar las características testiculares mediante ultrasonografía y su relación con los grados de testosterona en alpacas macho. El estudio se realizó en el Centro Experimental de Chuquibambilla, fueron utilizados 30 alpacas reproductores machos de diferente clase animal como son: 2 dientes (2D), 4 dientes (4D) y boca llena (BLL); se comparó las características morfométricas en modo B de largo, ancho, área y volumen testicular mediante una equipo ultrasonográfico SonoStar SS-8® con un transductor lineal, las características en modo Doppler, siendo el índice de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP) con un equipo US Draminski 4Vet® y evaluación de la concentración de testosterona con un equipo de ELISA; los análisis estadísticos fueron descriptivos, análisis de varianza, correlación de Pearson y de regresión logística. El largo testicular fue de 36.75mm para 2D, 34.1mm para 4D y 38.01mm BLL; el ancho testicular fue para 2D, 4D y BLL de 21.59, 19.69 y 21.01mm respectivamente; el volumen fue para 2D de 11.69, 4D de 8.77 y BLL de 10.93 cm<sup>3</sup>; el área testicular para 2D, 4D y BLL fueron de 6.59, 5.14 y 6.48 cm<sup>2</sup> respectivamente; el IR testicular para 2D fue 0.54. 4D de 0.49 y BLL de 0.57; el IP testicular para 2D, 4D y BLL fue 0.53, 0.31 y 0.47 respectivamente; la concentración de testosterona para

2D fue 2.47, 4D de 8.45 y BLL de 22.66ng/ml; las características de modo B son altamente correlacionables, las Doppler y testosterona posee una asociación baja; finalmente al evaluar la cantidad de testosterona con todas las variables en conjunto solo se ve significancia en relación a la clase animal. En conclusión, la concentración de Testosterona muestra significancia con la clase animal, mientras que no existe relación alguna con las características B mode y Doppler de los testículos evaluados en alpacas macho.

**Palabras claves:** Alpaca, Elisa, testículo, testosterona, ultrasonografía



*La investigación, su esencia y arte.*



*La investigación, su esencia y arte.*

El macho en camélidos sudamericanos, en este caso las alpacas machos, desempeñan un papel importante en el procedimiento reproductivo, consiguientemente en la mejora genética, por ello depende de una correcta elección, conducción, salud y nutrición, en el logro de su crianza; por otra parte, todavía hay restrictivos en la ciencia relacionados a la valoración de propiedades testiculares como seminales, dimensión testicular y hormonal (Huanca, W. 1998) ya que no solamente la eficiencia reproductiva se basa sobre el comportamiento reproductivo de la hembra, considerando el índice de fertilidad, natalidad, preñez, etc.

Es así que estos parámetros influyen en la fertilidad del macho, existiendo elementos desfavorables que restringen el progreso de la productividad de la alpaca, en la que refleja los bajos índices de natalidad que fluctúa entre 55-60%; donde el macho juega un papel importante en el proceso reproductivo y mejoramiento genético, ya que de su correcta selección y de un buen manejo que se realice, dependerá el éxito de la producción de camélidos (Sumar, J. 1991), el aumento del tamaño de testículos es a causa especialmente del incremento demostrativo del diámetro de los túbulos seminíferos y por el incremento del volumen total del tejido intersticial.

La dimensión testicular constituye un trascendental parámetro en la estimación de la fuerza reproductiva del macho (Skidmore 2000).

Por tal motivo se requiere seguir trabajando en el campo de la investigación para contribuir a mejorar los niveles reproductivos, si se tiene en cuenta que el 70% de los productores desarrollan una crianza tradicional, sabiendo que las hembras de las alpacas sudamericanas poseen la restrictiva de engendrar 4 o 5 crías en el transcurso de su vida productiva, actualmente la producción de alpacas se realiza con procedimientos habituales no perenemente eficaz, acentuando la problemática de morbilidad, mortalidad y pequeña efectividad productiva; en el que las proporciones de natalidad anual en la totalidad de productores alpaqueras, es en una proporción del 50% (Fernández Baca et. Al., 1993) con indicadores de fecundidad (Apaza et. al.,2001) que no superan el 65% ; para mejorar esta limitante y con la aplicación de tecnologías como la ultrasonografía modo B y Doppler permite evaluar las características testiculares de la alpaca macho ya que es una técnica diagnóstica que se aplica en la práctica veterinaria, la cual sirve para una investigación más precisa (Rodrigues et al., 2020).

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **Objetivo General**

Evaluar las características testiculares mediante ultrasonografía y su relación con los niveles de testosterona en alpacas macho

### **Objetivos específicos**

Determinar las características ultrasonográficas como ecogenicidad, textura, morfometría e índices de ecografía Doppler

Determinar los niveles de testosterona en plasma sanguíneo de alpacas machos de diferentes categorías.

Estimar el grado de asociación entre las características Ultrasonográficas y los niveles de testosterona en alpacas machos.



## **CAPITULO II**

### **Revisión de la literatura**

*La investigación, su esencia y arte.*

## **Marco Teórico**

### **Anatomía y Fisiología de la Alpaca Macho**

#### **Anatomía Reproductiva de la Alpaca Macho**

El escroto se encuentra ubicado en la zona elevada del perineal a la altura del arco isquiático. Los testículos son relativamente pequeños en comparación con otros ganados domésticos. El epidídimo enfrenta lateralmente a lo largo del borde dorsal del testículo, con la cabeza curva alrededor del polo craneal de los testículos. Los estudios histológicos e histoquímicos en alpacas han definido seis segmentos de epidídimo. Estas diferencias regionales representan diferentes funciones secretoras que pueden desempeñar un papel en el procesamiento de maduración de los espermatozoos.

*La investigación, su esencia y arte.*

El pene de las alpacas machos es fibroelástico y se retrae la vaina por un flexor sigmoideo. Su longitud es de (35 a 45) cm, promedio en alpacas. El pene es cilíndrico, disminuyendo gradualmente en diámetro desde su raíz en el arco isquiática hasta el cuello del glande, se origina en la zona del arco isquiático por tres cuerpos cavernosos por una túnica gruesa. Su raíz está dorsoventralmente y muestra una sección transversal elíptica en este nivel, están encerrados dos músculos esquió cavernosos ventrales, hay dos pilares del pene, envuelto por este

músculo esquiú cavernosos, son unidos al arco isquiático, el glande es largo 9 -12 cm, y la cresta distal radica en una fibra cartilaginosa que tiene una delgada curvatura en sentido horario. El extremo de la uretra se encuentra en el asiento de la fibra cartilaginosa y no en la cresta, la naturaleza curva de la fibra cartilaginosa del pene del camélido admite la inserción a los anillos del cuello del útero, por rotación y empuje de movimientos coordinados y expulsión del semen al interior del útero.

La característica más notable de la anatomía interna de las genitales de camélidos es la ausencia de vesículas seminales, la próstata se describe generalmente como una glándula pequeña en forma de H de 3 x 3 cm, x 2 cm, firmemente unidos a la cara dorsolateral de la uretra pélvica junto del triángulo de la vejiga. El par de glándulas bulbo uretrales son ovoides y situado en la cara dorsolateral de la pelvis uretral, por encima y justo craneal al arco isquiática (Delhon, 2004).

### **Fisiología Reproductiva de Alpaca Macho**

La fisiología reproductiva del macho presenta algunas características diferentes a la hembra, como por ejemplo que el macho no presenta el centro cíclico; la descarga de GnRH del hipotálamo ocurre en forma interrumpida en el día y la noche, la

descarga de GnRH tarda algunos minutos y causa la libertad de LH alrededor de 30 minutos posteriormente del impulso de la GnRH, esta hormona actúa sobre las células de Leydig, las que inician su producción de progesterona, gran parte de la cual es transformada en testosterona, la cual tiene vida corta y de secreción pulsátil, durando aproximadamente 20 a 60 minutos (Senger, 2003).

El factor de liberación gonadotrópico del hipotálamo o GnRH alcanza el sistema portal hipotalámico hipofisario donde incita la liberación de FSH y LH cuyo órgano diana es el testículo. La FSH actúa sobre las células de Sertoli y de esta forma promueve la espermatogénesis y la síntesis de ABP, en tanto que la LH actuando sobre las células de Leydig estimula la síntesis de testosterona. Desde aquí se establece una retroalimentación negativa testículos-hipófisis- hipotálamo por el incremento de testosterona reprime la síntesis y liberación de LH a nivel hipofisario y de GnRH en el hipotálamo. En este último caso la disminución en la libertad de GnRH además determina una retroalimentación negativa sobre la FSH. Así mismo, la FSH además se encuentra bajo otro mecanismo de retroalimentación negativa a partir de la acción de las inhibinas sintetizadas en las propias células de Sertoli. En algunos casos

también se plantea que la PRL tiene una acción sinérgica con la LH para la producción de testosterona (Hafez, et al. 2002).

La alpaca macho es capaz de producir eyaculados fértiles todo el año, pero igual que en otras especies domésticas, la calidad del semen, así como la libido se ven influenciados por la estación del año y la disponibilidad del alimento. Se hizo un intento por definir la estacionalidad de la reproducción en alpacas machos al medir la concentración de testosterona en la sangre. Los resultados mostraron que la alpaca macho presentaba un incremento notable de la concentración de testosterona en plasma durante los meses de primavera y verano, en tanto que las concentraciones más bajas ocurrieron en los meses de otoño e invierno.

Estas variaciones estacionales se debieron a cambios en los factores ambientales, disponibilidad de alimento, temperatura, luz. La alpaca macho muestra una actitud activa y en ocasiones agresiva en el transcurso de la cópula, en contraste con la actitud pasiva de la hembra. La demostración de la acción de apareamiento de las alpacas macho cuando se introducen en un hato de hembras es muy notable. Después de una intensa actividad copulatoria durante los primeros días hay un descenso considerable a pesar de la presencia de hembras receptoras.

Incluso más notable es la observación de que cuando estos machos inactivos son llevados hacia un reciente hato de hembras reanudan su actividad sexual. (Hafez, 2002).

### **Testículo de Alpacas Macho**

Los testículos de alpaca están localizados en un escroto no penduloso sin un cuello preciso, constituyendo una protuberancia sub anal comparable con los cerdos.

La longitud de eje de cada testículo es oblicua, con una orientación caudo dorsal, cráneo ventral. El testículo de alpaca adulto mide aproximadamente de 4-5 cm de longitud por 2.5 - 3.0 cm de ancho y pesa 15-18 gramos este representa 0.02-0.03% del peso del cuerpo (Sumar, J.1983). Normalmente ambos testículos son elípticos, similares en tamaño, turgente a la palpación y se mueve libremente en el escroto (Bravo, 1995).

Los túbulos seminíferos del testículo de alpaca tienen un diámetro de 174- 237um. y la reproducción de espermatozoides está relacionado con tamaño testicular en camélidos, bajo condiciones normales de espermatogénesis, los túbulos seminíferos y la cola del epidídimo son distendidos con espermatozoides y fluido dando tono y resistencia a la palpación,

el tono y resistencia o excesiva firmeza sugiere anormalidades testiculares y actividad del epidídimo (Huanca, et al. 1998).

La dimensión testicular de alpacas varía en estación reproductiva y hay un incremento en peso testicular debido al aumento en el desarrollo de tejido intersticial y ampliación en el diámetro de los túbulos seminíferos (Vaughan, et at. 2003).

En comparación con testículo de carnero que forman 1.4% de todo el peso del cuerpo y del toro 0.18%, el testículo de camélidos tiene 7-10 cm de longitud cada uno con 18-20 g de peso (Novoa, 1970)

Los testículos son los principales órganos de la reproducción de los machos puesto que producen gametos masculinos (espermatozoides) y hormonas sexuales masculinos (andrógenos). El descenso de los testículos ocurre debido a un acortamiento aparente del gubernaculum, ligamento que se extiende desde la región inguinal a la cola del epidídimo en la mayoría de las especies, en los camélidos el descenso se completa después del nacimiento (Bearden y Fuquay, 1982).

Los testículos de la alpaca están localizados en las bolsas escrotales, de tal forma que su diámetro mayor es diagonal, con una ubicación dorso caudal y ventro craneal. Normalmente los pares de testículos tienen la misma dimensión, turgentes a la

palpación y se mueven libremente en el escroto. Al nacimiento o poco después, los testículos ya deben encontrarse en las bolsas escrotales, pequeños, flácidos, y de tamaño de 0.5cm al año de nacido y es cuando se hace la primera selección para reproductores, ambos testículos deben encontrarse en las bolsas escrotales de un tamaño promedio de 1.50 por 0.40 cm. (Sumar, 1991).

### **Desarrollo Testicular de Alpacas Macho**

El crecimiento del testículo en auquénidos parece ser lento. Los testículos están en posición escrotal al nacer, pero son difíciles de palpar debido a su tamaño.

A la edad de 12 meses, los testículos deben ser fácilmente palpables dentro del escroto, a partir de entonces, los testículos deben ser resistentes a la palpación y libremente móvil dentro del escroto. El tamaño testicular suele ser estimado por medidas de distancia y anchura con un calibrador Vernier, en guanacos de 7 hasta 10 meses de edad, los gonocitos son escasos y el tejido intersticial es suelto.

De 18 hasta los 24 meses, los túbulos seminíferos son completamente desarrollados, y todos sus componentes histológicos. La espermatogénesis se evidencia por la aparición de divisiones meióticas de espermatoцитos primarios, las células

de Sertoli son células presentes germinales están asociados en las poblaciones de células y el tejido intersticial está completamente ocupada por Leydig células con algunos capilares y vasos linfáticos (Galloway, 2000).

### **Estudio del Desarrollo Testicular**

El testículo está constituido básicamente por los túbulos seminíferos donde se encuentran las células de Sertoli y las células de la línea germinal, y por el tejido intersticial donde se encuentran las células de Leydig productoras de testosterona. Su desarrollo está ligado tanto a la reproducción de espermatozoides y de testosterona por el mismo, como el desarrollo del mismo animal. Los cambios histológicos que se producen durante la regresión testicular debidos a la estación en el morueco, consisten en una disminución del diámetro de los túbulos seminíferos, disminución del número de células germinales maduras, acúmulo de sustancias lipídicas en el citoplasma de las células de Sertoli y cierta reducción en el contenido de retículo endoplásmico liso en las células de Leydig (Mortimer y Lincoln, 1982). También se ha comprobado que se produce una disminución del área de las células de Leydig y del área del núcleo de las células de Sertoli, aunque no disminuye la cantidad de ambos tipos celulares por testículo. La eficiencia en la espermatogénesis disminuye marcadamente durante el

fotoperiodo ascendente y se observa un aumento de espermatogonias y una disminución de espermatozoides, aunque la suma total permanece constante, como el desarrollo del propio animal (Hochereau, Reviere, Perreau y Lincoln, 1985).

En el último lugar, cabe citar la influencia de los procesos patológicos del testículo sobre su tamaño y forma. La hipoplasia testicular, proceso altamente heredable, y las degeneraciones testiculares debidas a distintas causas (calor, frío, traumas o infecciones), deben ser identificadas y descartados en la reproducción de las alpacas que las padezcan (Ott, 1986).

### **Largo Testicular**

El largo testicular de vicuñas y camélidos sudamericanos, sufre un aumento conforme los animales tienen mayor edad, las crías en promedio presentan una longitud testicular de  $1.22 \pm 0.19$  cm. y en el grupo de animales juveniles presentan un promedio de  $2.47 \pm 0.61$  cm. y los adultos un mayor largo testicular con un promedio de  $3.67 \pm 0.88$  cm, (Escobar, 2000).

### **Ancho Testicular**

El ancho testicular de alpacas sufre un aumento conforme los animales tienen mayor edad, las crías en promedio presentan un ancho testicular de  $1.75 \pm 0.02$  cm. y en el grupo de animales

juveniles presentan un promedio de  $2.31 \pm 0.02$  cm. y los adultos un mayor ancho testicular con un promedio de  $2.52 \pm 0.04$  cm, (Jaén, 1999).

**Tabla 1**

*Medida testicular según edad en alpacas*

Edad (meses)	Numero de machos	Longitud testicular(cm)	Rango (cm)
< 12 (4-11)	8	2.3	1.4-2.8
12	5	3.6	2.4-4.3
13	6	3.4	1.9-4.0
14	7	3.6	2.6-4.6
16	5	3.0	2.5-3.5
18	6	3.3	2.0-4.2
21-27	6	4.0	3.3-4.5
29-41	7	4.8	4.3-5.2

*Fuente: (Bravo, 1998)*

**Tabla 2**

*Dimensión del testículo de alpaca*

Autores	Longitud(cm)	Ancho(cm)
Sato A. y Montoya (1990)	4.0	2.5
Bravo, W. (1995)	3.7	2.5
Bravo, W. (1983)	4-5	2.5-3.5

*Fuente: (Wenceslao, 2004)*

## Ultrasonografía

La ultrasonografía es una técnica que utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de órganos internos. Los ecógrafos utilizados en la actualidad en veterinaria se designan de modo B y tiempo real” (Griffin y Ginter, 1992; Bo y Caccia, 2000).

Una imagen ecográfica se compone de una matriz de píxeles, o elementos de imagen, representada en una pantalla de video. Cada píxel representa un discreto tejido reflector que manifiesta la reflexión de los rayos de ultrasonido y está representado por una gama de 256 tonos de gris que van del negro al blanco (Pierson y Adams., 1995).

Los impulsos eléctricos se convertirán en imágenes con diferentes tonos de gris, reconociendo la capacidad del tejido para reflejar las ondas de altas frecuencias; los tejidos que se observan en la pantalla de tono negro se denominan anecogénicos, debido que no irradian ondas, mientras que los tejidos pesados capaces de reflejar gran cantidad de ondas de alta frecuencia, pueden ir desde diferentes grados de grises (ecogénicos) hasta blancos (hiperecogénicos); así, los tejidos tendrán una eco textura, dependiendo de su densidad o ecogenicidad (Fricke., 2002).

La magnitud de las ondas de alta frecuencia es medida en MHz (1 MHz es igual a 1.000.000 de ondas por segundo); normalmente, los ecógrafos tienen transductores lineales, sectoriales o convexos de 3 a 8 MHz. Para el estudio reproductivo en carneros se prefiere el uso de un transductor sectorial, porque proporciona un buen contacto con la superficie

del escroto y ofrece la ventaja de la formación de imágenes de ambos testículos al mismo sonograma, pero un transductor de matriz lineal también se puede utilizar (Gouletsou y Fthenakis., 2010).

A elevada frecuencia, superior resolución, pero pequeña penetración; como modelo, los transductores de 5 MHz poseen una entrada de 8-10 cm, mientras que la penetración de un transductor de 7,5 MHz es de solo 4 ó 5 cm, permite examinar con claridad estructuras más pequeñas pero muy cercanas (Griffin y Ginter., 1992) Los transductores de 5 MHz o 7,5 MHz son los de elección para la evaluación del aparato reproductor de pequeños rumiantes (Pierson y Adams., 1995; Gouletsou y col., 2003). El parénquima testicular de carneros se observa homogéneo con un eco-patrón medio grueso.

La única estructura observada en los testículos sanos debe ser el mediastino testicular. En planos sagital y transversal, esto se observa como una estructura hiperecoica lineal central de ecogenicidad variable, extendida hasta tres cuartas partes de la longitud testicular. En planos caudal a craneales dorsales, se observa como una estructura lineal central, que se extiende hasta a un quinto de la anchura testicular.

La cabeza y la cola del epidídimo son claramente visibles, a menos que el parénquima testicular sea ecoico y más heterogéneo (Gouletsou y col., 2003).

La eco textura testicular obtenida por ecografía ha sido asociada al área de túbulos seminíferos y a la reproducción de espermatozoides, ya que tuvo una correlación lineal positiva (la imagen se hizo más blanca y, por lo tanto, aumentó, fue más densa, traduciéndose con elevada elaboración de espermatozoides) y calidad de semen en toros (Kastelic y col., 2001).

Pechman y Eilts (1987) concluyeron que la ultrasonografía permite una evaluación no invasiva de la estructura interna del escroto y testículo, y además podría colaborar en el diagnóstico de enfermedades focales y multifocales como fibrosis, neoplasia y abscesos.

Wu y col. (2010) demostraron que la intensidad de píxeles está estrechamente correlacionada con la concentración de testosterona en suero y con el estado reproductivo, y de acuerdo con Ülker y col. (2005), las variaciones en los genitales observados por ecografía se relacionan con la apariencia histológica. La eco textura del testículo está altamente correlacionada con el área de los túbulos seminíferos.

Para estimar el tamaño de testículos, se usó la imagen ecográfica, y se concluye que la misma tiene un potencial considerable para la evaluación de la función testicular en los toros (Gabor y col., 1998).

Evans y col. (1996) demuestran que la ecogenicidad testicular aumentó durante la fase más activa de desarrollo de los túbulos seminíferos, porque se produjeron más células germinales. En el tiempo de maduración sexual, el contenido celular de los túbulos seminíferos cambia y aparece la luz en los mismos con el inicio de la secreción de fluido.

El progreso testicular en la maduración sexual se asocia con un aumento en la altura epitelial de los túbulos seminíferos, en la cantidad de túbulos con luz y en el tamaño de esta luz, con lo que se esperaría un aumento de fluido en el tejido (Evans y col., 1996). La ultrasonografía permite caracterizar los cambios en los testículos que se originan en esta fase. De un modo simple, cuando hay más contenido líquido haya, menos ecogénico es el tejido. El examen de la densidad de píxeles de las imágenes ecográficas digitalizadas se plantea como el método objetivo para evaluar la eco textura del testículo.

El análisis de intensidad de píxeles de las ecografías podría proveer más información acerca del cambio sufrido por

los tejidos, incluyendo los testículos (Pierson y Adams, 1995). La ultrasonografía ha demostrado ser importante para estudiar y comprender los acontecimientos anatómo-fisiológicos en tiempo real que suceden.

La ecografía aplicada al estudio de la reproducción es una herramienta complementaria y de la cual se observan cada vez mayores alcances.

### **Ultrasonografía b mode**

En este modo, el eco captado se registra en la pantalla como un punto, cuyo tamaño y luminosidad dependen de la intensidad del eco. Con la movilidad del transductor en un solo plano se consigue nueva sucesión de puntos, que sumándose conforman imágenes en dos dimensiones.

*La investigación, su esencia y arte.*

### **Ultrasonografía Modo Doppler**

Esta forma utiliza el efecto Doppler, en la visualización de la corriente sanguínea.

Doppler color: La indicación de la rapidez y trayectoria del flujo en tiempo real se simboliza con unidades de color.

Doppler espectral: En vez de usar colores, se ve la circulación de la sangre en un diagrama. Es posible usarlo para revelar el nivel de bloqueo de un vaso sanguíneo. Doppler

dúplex: Usa ecografía tradicional en la formación de imágenes de los conductos sanguíneos y los órganos, quienes son transformados a continuación en un diagrama parecido al Doppler espectral.

Doppler de onda continua: En este examen, las ondas de sonido son trasladadas, recibiendo continuamente, permitiendo medir de forma más exacta la sangre que discurre con gran velocidad.

### **Biometría testicular**

Ramos, J. (2014), estudio en dos áreas agro ecológicas de la región Puno, en puna seca (CIP-Quimsachata) con 69 alpacas y otra en puna húmeda (CIP-La Raya) con 64 alpacas, y en dos épocas: lluviosa (febrero-marzo) y seca (julio-agosto) en machos reproductores de 3 a 8 años, con el propósito de Identificar.

La biometría testicular según edad, época y zona ecológica, medidas que fueron relacionados con el peso vivo; las medidas testiculares de largo y ancho fueron medidos utilizando una regla vernier; la circunferencia con la cinta métrica; los grados de consistencia testicular 1, 2 y 3 mediante la palpación.

Las cifras se analizaron utilizando el software estadístico SAS. El producto de la medida testicular para los de 3 años 3.12

cm; 4 años 3.17 cm; 5 años 3.11 cm; 6 años 3.22 cm; 7 años 3.14 cm y 8 años 3.32 cm ( $P \geq 0.05$ ).

En época lluviosa es 3.29 cm y en época seca 3.07 cm. según zonas agro ecológicas en Puna húmeda fue 3.10 cm y para alpacas de puna seca fue 3.02 cm. ( $P \leq 0.05$ ). Las medidas de circunferencia testicular según edad para alpacas de 3 años fue  $7.98 \pm 1.09$  cm; 4 años  $8.20 \pm 1.10$  cm; 5 años  $8.11 \pm 0.91$  cm; 6 años  $8.39 \pm 0.82$  cm; 7 años  $7.88 \pm 1.88$  cm y 8 años  $8.44 \pm 0.75$  cm. En época lluviosa la circunferencia testicular fue  $8.62 \pm 1.0$  cm y en época seca  $7.76 \pm 0.69$  cm. según zonas agro ecológicas en alpacas de puna húmeda fue  $8.62 \pm 0.99$  cm y en alpacas de puna seca  $7.79 \pm 0.75$  cm ( $P \leq 0.05$ ).

Los valores en porcentaje para consistencia testicular de grado (1) fue de 27.58%, (2) 53.00%, (3) 19.22%, ( $P > 0.05$ ). Peso vivo (kg) según edad muestra elevado valor de 6 años con  $64.86 \pm 7.68$  Kg y menor para 3 años con  $60.20 \pm 10.54$  Kg, en época seca se encontró valor superior con  $63.70 \pm 8.46$  Kg que en época lluviosa  $60.24 \pm 7.90$  Kg, según zonas agro ecológicas las alpacas de puna húmeda, muestra  $65.89 \pm 8.25$  Kg, y de puna seca  $58.33 \pm 6.63$  Kg. ( $P \leq 0.05$ ). Existe asociaciones mínimas no significativas entre la variable peso vivo y medidas testiculares,

y existe asociaciones altas entre lados (Izquierdo y Derecho);  $r=0.46$  para largo,  $r=0.42$  ancho y  $r=0.67$  circunferencias.

## **Hormonas sexuales del Macho**

### **Testosterona**

Es una hormona esteroide originada por las células Leydig del testículo bajo el estímulo de la gonadotropina hipofisaria LH. Sus funciones son promover el crecimiento, desarrollo y actividad secretora de los órganos sexuales accesorios como: próstata, glándulas vesiculares, glándulas bulbo uretrales, conducto deferente y genitales externos (pene y escroto), así como estimular las últimas fases de la espermatogénesis y prolongar la vida de los espermatozoides en el epidídimo (Hafez y Quirke, 2002).

La trascendencia de la testosterona en el mantenimiento de la acción productiva normal en sementales de distintas especies de mamíferos, ha sido puesta de manifiesto en muchos estudios de castración y de reemplazo hormonal.

La castración previamente a la pubertad provoca la no aparición del comportamiento sexual en el adulto y la castración en adultos produce una baja del acto sexual que puede ser restablecida mediante terapia con andrógenos (testosterona). La

existencia de testosterona es, por tanto, necesaria para el mantenimiento sexual del macho (Hart y Jones, 1975).

El transporte de testosterona en sangre se realiza por medio de la unión a proteínas transportadoras de andrógenos. Estas proteínas son globulinas que ligan el 97% de testosterona circulante, siendo la porción libre la que es activa. Su acción se lleva a cabo a través de la unión a los receptores de las células diana, previamente convertida en dihidrotestosterona en el citoplasma de dichas células (Hafez y Quirke, 2002).

La acción hormonal necesita de su grado de unión con la proteína transportadora, así como de la actividad de las enzimas que metabolizan esteroides en los distintos tejidos y la cantidad de receptores específicos presentes en el citoplasma de las células diana (Barenton y Pelletier, 1983). La secreción de testosterona se realiza de forma pulsátil al estar controlada por la secreción de LH que también es pulsátil o episódica cada pulso de LH va seguido, en la generalidad de los casos, de un pulso de testosterona en un tiempo que varía en pequeños rumiantes de 20 minutos a 1 hora (Foster et al., 1978).

### **Efecto de la Actividad de Testosterona**

La cantidad de testosterona en 150 llamas, 320 alpacas y 32 vicuñas según edad en (meses), tamaño testicular en (cm) y

masa testicular en (gramos), en las llamas a medida que acumula años en meses, aumenta el largo y ancho del testículo en (cm), y en peso testicular en (g) y hay mayor producción de testosterona en (pg /ml) llegando a su pico máximo de 3 a 4 años y después descende, la elaboración de testosterona en alpacas y vicuñas es similar.

**Tabla 3**

*Concentración de testosterona plasmática en 150 llamas, 320 alpacas y 32 vicuñas, de acuerdo a la edad, tamaño testicular y peso testicular*

Llamas		Alpacas			vicuñas		
Años en	Tamaño t.	Peso t.	testosterona	Tamaño t.	Peso t.	testosterona	Tamaño t.
Meses	en	en	en	en	en	en	en
	(Cm)	(g)	(pg/ml)	(Cm)	(g)	(pg/ml)	(Cm)
24	3.9 x	17.4	500	3.3 x	9.9	2163	2.1 x
	2.3			2.2			1.3
30	4.4 x	17.8	600	3.6 x	13.9	2835	-
	2.5			2.4			
36	4.5 x	18.2	800	3.6 x	13.6	5385	2.5 x
	2.7			2.4			1.4
> 36	5.4 x	-	1000	3.7 x	17.2	5247	3.3 x
	3.3			2.5			1.9

(Cebra, Tibary y Saun, 2015).

### **Factores que influyen la producción de testosterona**

Estos resultados han conducido a algunos autores a utilizar la compensación de secreción de testosterona como un índice para determinar el desarrollo puberal.

Este es la cuestión de quienes tras apreciar una alta relación entre el instante en el que comienzan a aumentar los niveles de testosterona y edad a la que obtienen la pubertad los machos cabríos de raza Angora, recomiendan utilizar este parámetro junto con el de celo y el tamaño testicular para determinar si un macho debe utilizarse como reproductor o ser castrado para dedicarlo a la reproducción de mohair (Ózsar et al.,1990).

La raza contribuye en la secreción de testosterona como raza Romanov, presentan mayores niveles medias de testosterona y elevada cantidad número de pulsos en 4 horas que de la raza Ile de Francia, la causa de esta diferencia es la existencia de dos veces más receptores de testosterona por célula de Leydig y 1.5 veces más células de Leydig por testículo en la raza Romanov. Pelletier et al., (2002).

Durante la estación reproductiva se produce un incremento en la frecuencia de pulsadas de LH que provoca un incremento de la excreción de testosterona por el testículo, así como un aumento del tamaño testicular, observaron en moruecos adultos de raza Ile de Francia, que la cantidad receptores de LH testiculares era máximo en septiembre y mínimo en diciembre y que este aumento de receptores podría

contribuir a la iniciación de la estación reproductiva del morueco (Barenton y Pelletier 1983).

### **Elisa**

La técnica de ELISA consiste en la detección y cuantificación tanto de Ac como de antígenos (Ag). Utiliza placas de poliestireno con múltiples pocillos que se tapizan con el Ag o con el Ac. La reactivación se descubre añadiendo la esencia, que al proceder en la enzima del conjugado da un color visible.

El rigor del referido color se cuantifica a través de un colorímetro específico o lector de ELISA, el cual da la cantidad de la hormona de referencia.

En la Tabla 4 se seleccionan las datas de sensibilización conseguidos en otras experiencias por medio de las metodologías relacionadas, en la que se establecieron las cantidades de las hormonas productivas en hembras domésticas y ganados de importancia zootécnica mediante las técnicas aludidas con antelación.

**Tabla 4**

*Hormonas de importancia reproductiva en hembras rumiantes  
utilizando diferentes ensayos con sus respectivas sensibilidades*

HORMONA	ESPECIE	TECNICA	SENSIBILIDAD	AUTOR	
Hormona Foliculo Estimulante	Bos indicus	RIA	66pg/ml	26	
			0,01ng/ml	27	
			0,18ng/ml	28	
	Bos taurus	RIA	0,01ng/ml	29	
			Caprinos	RIA	1,94ng/ml
Ovinos	RIA	0,1ng/ml	19,20,21		
Hormona Luteinizante	Bovinos	RIA	0,3ng/ml	44	
			0,04ng/ml	45	
			0,06ng/ml	46,47	
			0,3ng/ml	40	
			0,51ng/ml	25	
	Caprinos	RIA	0,06ng/ml	41	
			0,03ng/ml	42	
	Ovinos	RIA	0,1ng/ml	19,37	
			0,3ug/ml	33,39	
	Estrógeno	Bovinos	RIA	0,31pg/ml	28
				0,5ng/ml	43
0,2pg/ml				45,46,47	
5pg/ml				40	
Caprinos		RIA	5,45pg/ml	65	
			8pg/ml	66	
			1pg/ml	20,21,63	
Ovinos		RIA	8pg/ml	33,49	
			0,5ng/ml	61	
			ELISA	0,4pg/ml	64
Progesterona	Bovinos	RIA	0,3ng/ml	71	
			0,03ng/ml	80	
			0,01ng/ml	46	
			0,02ng/ml	47	
			ELISA	0,35ng/ml	81
	Caprinos	RIA	0,05ng/ml	25	
			0,1ng/ml	41,66,79	
			0,02ng/ml	72	
			0,1ng/ml	33,39,78	
	Ovinos	RIA	0,01ng/ml	49	
			0,03ng/ml	61	

## Antecedentes

### Testosterona en los Camélidos Sudamericanos

La relación entre la época del año y la testosterona circulante en alpaca y llamas, se muestra en la tabla 5. Estos dígitos atribuyen una evidente discrepancia de cantidades de testosterona presentes en las alpacas y llamas machos. Cantidades que son muy grandes en la alpaca, no existiendo una explicación. En ambas especies animales, hay diferencias estadísticamente significativas entre los meses de junio-diciembre de marcada escasez de alimentos y temperaturas bajo cero y diciembre de relativa abundancia de alimento y temperatura ambiental sobre cero (Sumar, J. et al., 1990).

#### Tabla 5

*Niveles de testosterona circulante (pg/mL) en alpaca y llama macho en diversas estaciones del año*

Mes	Alpaca	Llamas
Marzo	1,142,50± 08,27	208,00 ± 52,69
Junio	992,50 ± 388,00	37,750 ± 14,90
Setiembre	877,50 ± 91,32	291,25 ± 74,84
Diciembre	2445,00 ± 694,82	362,25 ± 73,73

*Fuente: Sumar et al (1990)*

El contenido de testosterona en el plasma, determinado mediante la técnica del RIA, mostraron que las dos especies alpaca y llama, presentaban un incremento notable de la cantidad

de testosterona en plasma durante los meses de primavera y verano (estación reproductiva), en tanto que las concentraciones más bajas ocurrieron en los meses de otoño e invierno.

Estas variaciones estacionales se debieron a las variaciones de los factores ambientales, disponibilidad de alimento, temperatura, luz y feromonas (Hafez, et al., 2002).

La cantidad de testosterona en 150 llamas, 320 alpacas y 32 vicuñas según edad en (meses), tamaño testicular en (cm) y peso de testículos en (gramos), en las llamas a medida que acumula años en meses, aumenta el largo y ancho del testículo en (cm), y en peso testicular en (g) y hay mayor producción de testosterona en (pg/mL) llegando a su pico máximo de 3 a 4 años, después desciende la elaboración de testosterona en alpacas y vicuñas es similar (Cebra, et al., 2015).

## Tabla 6

### *Niveles de testosterona y tamaño testicular en alpacas*

Edad (años)	Peso Vivo(kg)	Testículo (g)	Tamaño (cm)	Testosterona (pg/ml.)
2 años	38.2	4.8	2.9	2163.0
3 años	44.4	9.0	3.7	5385.0
3.5 años	56.5	13.0	4.2	5247.0

*Fuente: (Carpio, 1999)*

**Tabla 7**

*Concentración de testosterona plasmática de acuerdo a la edad, tamaño testicular y peso testicular*

Llamas			Alpacas			
Edad (Años)	Tamaño (L x A)	Peso t.	Testost erona (pg/ml)	Tama ño t. (cm)	Peso t. (g)	Testostero na (pg/ml)
2 años	3.10	17.4	500.0	2.50	9.9	2163.0
2.5 años	3.45	17.8	600.0	3.00	13.9	2835.0
3 años	3.60	18.2	800.0	3.00	13.6	5385.0
> 3 años	4.35	-	1000.0	3.10	17.2	5247.0

*Fuente: (Cebra, et al., 2015)*

*La investigación, su esencia y arte.*



## CAPITULO III

### Material y Métodos

*La investigación, su esencia y arte.*

## Lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental de Chuquibambilla de la UNA, Umachiri, Melgar, Puno, a 3910 m s.n.m. y geográficamente a 14°47'37'' latitud sur y 70°45'50'' longitud oeste, cuenta con una extensión de 3216 ha.

La formación ecológica del Centro Experimental de Chuquibambilla, es de un bosque húmedo montañoso con lluvias medias anuales de 714,4 mm (Huerta & Lavado-Casimiro, 2020). sus tierras pertenecen al conjunto de suelos zonales procedentes de lodos lacustres finos y depósitos aluvio locales, atraviesa el río Chuquibambilla el cual es un importante recurso hídrico para el normal funcionamiento del Centro (Febrez, 1974).

Es un centro de investigación y producción pionero en la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino, cuyes y alpacas de diversas razas, además de la obtención de productos procesados derivados de la leche. Mientras que los análisis de concentración de testosterona fueron realizados en el Laboratorio de Patología Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

## **Población de Muestra**

Los animales que se utilizaron para el actual trabajo, fueron 30 alpacas reproductores machos de la Raza Suri, divididos en 3 grupos de distintas categorías: machos de 2 dientes (2D), 4 dientes (4D) y boca llena (BLL), estos animales fueron sometidos a evaluación ultrasonográfica (b mode y Doppler) y evaluación de testosterona, la dimensión de muestra fue realizado por el procedimiento no probabilístico, por conveniencia.

## **Manejo de animales**

Fueron alimentados en pastos naturales con un método de conducción de pastoreo por aproximadamente 5 horas durante la época no reproductiva en canchas en rotación; mientras que durante la época reproductiva la alimentación fue suplementada con pasto cultivado de alfalfa y dactylis; todos estos en potreros con mallas de alambre.

## **Metodología**

### **Características morfométricas ultrasonográficas en modo B**

El examen de la morfometría en modo B, residió en captar características como: área, volumen, largo y ancho testicular con el instrumento ultrasonográfico SonoStar SS-8®

(de tecnología China) con 6.5 MHz de frecuencia y 6 cm de hondura equipado con un transductor micro convexo lineal, Para facilitar el examen, la cola se envolvió y se desvió mediante la sujeción del auxiliar de trabajo, en algunos casos fue necesario el recorte de la fibra escrotal a menudo innecesario. El área se limpió con alcohol y se procedió aplicar una capa de gel de acoplamiento para ultrasonido, los testículos (derecho e izquierdo) se ubicaron con el instrumento SonoStar SS- 8® en forma 2B para atraer por la opción freeze 2 imágenes y valorar sus propiedades describiéndolo seguidamente:

- i. Volumen testicular en cm<sup>3</sup>,
- ii. Área testicular en cm<sup>2</sup>.
- iii. Ancho y largo testicular en mm

### *La investigación, su esencia y arte.* **Características ultrasonográficas en modo Doppler**

El examen Doppler radicó en fijar el índice de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP) con el instrumento US Draminski 4Vet® (Draminski ul. Owocowa 17, Polonia) con 6.5 MHz de frecuencia y 6 cm de hondura provisto de un transductor micro convexo lineal, el escroto se colocó en modo B inmediatamente se impulsó la forma Doppler Pulsado determinando la acción vascular testicular.

## **Toma de Muestras y determinación de los Niveles Testosterona**

Las muestras fueron obtenidas mediante punción de la vena yugular en tubos con heparina, dichas muestras después de colectarse, fueron centrifugados inmediatamente para la extracción de suero sanguíneo; el plasma fue almacenado a -20°C hasta la evaluación. La cantidad de testosterona fue determinada usando un kit comercial de ELISA (kit de testosterona) dichos niveles fueron evaluados con un equipo de ELISA (Organon Teknica, Microwell System, modelo Reader 230S). La determinación de los niveles de testosterona se realizó en el Laboratorio de Patología Veterinaria como se mencionó anteriormente.

## **Análisis Estadísticos**

Los datos fueron sometidos a estadística descriptiva (medidas de tendencia central y de dispersión); los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANVA) en la cual se comparó las derivaciones de ultrasonografía B mode, Doppler y niveles de testosterona, dichos datos previamente se sometieron a pruebas de homogeneidad de varianzas y normalidad; determinando su asociación entre variables y hallando el coeficiente de correspondencia de Pearson y finalmente se

realizó una regresión logística siendo la cantidad de testosterona fue designado como variable dependiente a la edad, largo, ancho, área y volumen testicular, IR testicular e IP testicular todos ellos como variables independientes , todos ellos fueron procesados en el paquete estadístico R con su extensión Rcmdr.

Fórmula de análisis de varianza

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Fórmula de Coeficiente de Pearson

$$r_{xy} = \frac{n \sum X * Y - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Fórmula de Regresión Logística *su esencia y arte.*

$$p(x) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 x)}}$$



## **CAPITULO IV**

### **Resultados y Discusión**

*La investigación, su esencia y arte.*

## Características Ultrasonográficas (B mode) de Alpacas Reproductores Machos de 2D, 4D y BLL

Los resultados de las características Ultrasonográficas B mode de las alpacas Machos Reproductores de 2D, 4D Y BLL, donde se evaluó las características como largo testicular (mm), ancho testicular (mm), volumen testicular (cm<sup>3</sup>) y área testicular (cm<sup>2</sup>).

**Tabla 8**

*Características ultrasonográficas (b mode) en alpacas reproductores machos de 2D,4D Y BLL*

CARACTERÍSTICAS ULTRASONOGRÁFICAS B MODE	CLASE ANIMAL		
	2D	4D	BLL
Largo testicular (mm)	36.75 ± 3.05	34.1 ± 1.3	38.01 ± 1.55
Ancho testicular (mm)	21.59 ± 1.91	19.69 ± 0.65	21.01 ± 1.64
Volumen testicular (cm <sup>3</sup> )	11.69 ± 2.69	8.77 ± 1.24	10.93 ± 1.43
Área testicular (cm <sup>2</sup> )	6.59 ± 1.09	5.14 ± 0.5	6.48 ± 0.69

Las características testiculares en modo B, inicia con la caracterización ecográfica la cual muestra ecogenicidad con eco textura media y homogénea, resaltando un estructura de mayor ecogenicidad que pertenece al mediastino testicular (Ginther, 2007), siendo similares comparadas entre las diferentes clases de las alpacas macho las cuales son 2D, 4D y BLL, serian , en caso del largo testicular (p=0.2511), ancho testicular (p=0.5908), área testicular (p=0.3042) y volumen testicular

( $p=0.4842$ ) todas ellas comparadas muestran ser similares estadísticamente; observando en todas las características una ligera superioridad en ganados de 2D en comparación con los de 4D, finalmente los ganados de BLL muestran resultados mayores a las restantes categorías; sin embargo, la diferencia es mínima debido probablemente a que desde los 12 a 13 meses inicia la pubertad en camélidos sudamericanos los cuales están relacionados con el incremento de la testosterona y liberación de la junta prepucial (Bravo & Johnson, 1994), edades en las que fue realizado dicho estudio.

El largo testicular en alpacas obtenido muestra similitud con el tamaño testicular (largo \* eje transversal) reportado, siendo estos resultados de 2.8, 3.3 y 3.6 cm en machos de 18, 24 y 36 meses de edad (Bravo et al., 2000) mismos resultados que estuvieron alcanzados por Tibary & Vaughan (2006), en los mismos estudios se reporta tamaños superiores en llamas y tamaños inferiores en vicuñas.

Sin embargo, la diferencia que pudiera existir puede ser debido al equipo utilizado para la toma de medidas respectivas, indicando que una ventaja de la ultrasonografía es que posee mayor precisión y permite eliminar la variación del tejido peri-

testicular (hidrocele, edema o tejido adiposo) a diferencia de la toma de medidas con otro tipo de equipos (Bott et al., 2008).

El volumen testicular no muestra diferencia entre los machos evaluados, estos fueron para 2D de 11.69 cm<sup>3</sup>, para 4D 8.77 cm<sup>3</sup> y BLL de 10.93 cm<sup>3</sup>, dichos resultados son análogos a lo obtenido en alpacas, siendo el volumen en cm<sup>3</sup> de 12.48 y 5.08 para testículos izquierdo y derecho respectivamente (Kutzler et al., 2011), esta variable es importante porque el testículo se describe por ser compacto y compuesto principalmente por 70 a 80% de túbulos seminíferos comprimidos (parénquima testicular) por tal causa el volumen testicular refleja la elaboración de espermatozoides en carneros y podría reflejar lo mismo en alpacas macho (Sarlós et al., 2013). *La investigación, su esencia y arte.*

### **Características ultrasonográficas Doppler de Alpacas Reproductores Machos de clase animal 2D, 4D y BLL**

Las resultantes de las características Ultrasonográficas Doppler de las alpacas Reproductores Machos con diferentes categorías, muestran los índices de resistencia e índices de pulsatilidad, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Características ultrasonográficas (Doppler) en alpacas reproductores machos 2D, 4 D Y BLL*

CARACTERÍSTICAS ULTRASONOGRÁFICAS DOPPLER	CLASE ANIMAL		
	2D	4D	BLL
Índice de Resistencia	0.54 ± 0.03	0.49 ± 0.06	0.57 ± 0.05
Índice de Pulsatilidad	0.53 ± 0.08	0.31 ± 0.09	0.47 ± 0.13

Los datos obtenidos fueron para el indicador de resistencia (IR) fue para 2D de 0.54, 4D de 0.49 y BLL de 0.57 sin mostrar diferencia estadística alguna ( $p=0.6314$ ), mientras que para índice de pulsatilidad fue para las clases animales de 2D, 4D y BLL de 0.53, 0.31 y 0.47 respectivamente del mismo modo no existe diferencia estadística ( $p=0.3052$ ). La cuantificación de ambos índices (IP e IR) indica que la evaluación a nivel del cordón espermático en camélidos (llamas) es bifásico permitiendo determinar el pico de velocidad sistólica (PSV) y la velocidad diastólica final (EDV) tal como se observa en equinos y toros (Ginther, 2007). Los resultados son ligeramente menores a lo hallado en llamas y alpacas fértiles e infértiles con IR entre 0.6 y 0.92 tomados a nivel de la arteria supra testicular tal como fue en el actual estudio (Kutzler et al., 2011), los valores logrados de IR e IP muestran ondas de baja

resistividad que se especifican por baja resistencia y pulsatilidad por tal motivo se manifiesta flujos con grandes y continuos picos sistólicos además de flujos de alta velocidad durante la diástoles, característico de órganos con demanda continua de sangre como el testículo (Brito et al., 2018). Ambos índices provienen de velocidades sistólicas, diastólicas y velocidades promedios; por tal motivo, una manera de representar dichos índices es en cm/s.

### **Concentración de Testosterona de Alpacas Reproductores Machos de 2D, 4D y BLL**

La tabla 10 muestra la concentración de testosterona en alpacas reproductores macho de diferente clase animal, clasificadas en relación a la dentición siendo las categorías de 2D, 4D y BLL tal como se muestra continuación:

**Tabla 10**

*Concentración de testosterona en las alpacas reproductores macho de 2D, 4D y BLL*

CONCENTRACIÓN DE TESTOSTERONA (ng/ml)	CLASE ANIMAL		
	2D	4D	BLL
Media ± Error estándar	2.47 ± 0.31 a	8.45 ± 1.53 b	22.66 ± 2.15 c
Valor máximo	3.72	13.02	28.19
Valor mínimo	1.69	9.14	16.91

Las cifras de Testosterona en los machos de 2D fue de 2.47 ng/ml, para machos de 4D de 8.45 ng/ml y para BLL de

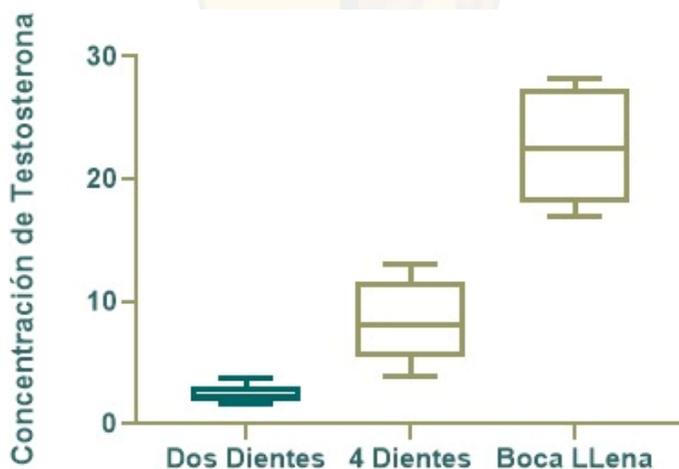
22.66 ng/ml existiendo aquí claramente diferencia estadística ( $p=0.0004$ ), pudiendo indicar que existe una relación positiva entre la mayor cantidad de Testosterona a mayor tiempo de los machos reproductores; resultados similares fueron reportados tanto en alpacas como en llamas observando un aumento de la testosterona en los 18 meses con 140 pg/ml, 24 meses 500 pg/ml y 36 meses 800 pg/ml en llamas mientras que en alpacas se reportan 1156 ng/ml, 2163 ng/ml y 5385 ng/ml para machos de 18, 24 y 36 meses respectivamente; todos ellos similares en cuanto al aumento de Testosterona en relación a la edad del macho reproductor (Bravo, 2014), estudios actuales reportan una relación entre la concentración de Testosterona en relación a la edad en alpacas siendo para 2 a 3 años de 0.6 ng/ml y para 3.5 a 4 años de 1.71 ng/ml (El Zawam et al., 2020) similar a lo reportado en nuestro estudio. Las diferencias observadas en relación a las edades de los machos con la mayor o menor cantidad de Testosterona está muy relacionado al número de células de Leydig que tienen la función principal de sintetizar esta hormona además que genera mayor actividad esteroideogénica en machos de mayor edad por tanto mayor cantidad de Testosterona (El Zawam et al., 2020).

El gráfico 1 se aprecia la cantidad de Testosterona a manera de cajas y bigotes, observando claramente una

superioridad del grupo de BLL seguida por el grupo de 4D y finalmente el de 2D; hablando un poco sobre la dispersión de los datos se podría indicar que por el tamaño de la caja el grupo de BLL presenta mayor dispersión de los datos y el grupo con menor dispersión es el grupo de 2D; en cuanto a la variabilidad representada por los bigotes se podría indicar en los tres grupos etarios presentan una variabilidad similar.

**Figura 1**

*Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de testosterona en las alpacas reproductores macho de 2D, 4D y BLL*



La Tabla 11 muestra los factores de correspondencia de Pearson en las diferentes características ultrasonográfica en forma B mode, Doppler y concentración de Testosterona todos

ellos analizados en forma general, dicho gráfico se presenta a continuación.

Observando que la Testosterona posee correlaciones negativas con la mayoría de las características excepto con Largo testicular e IR con los que tiene una correlación baja negativa (ancho testicular:  $-0.08$ ; área testicular:  $-0.03$ ; volumen testicular:  $-0.05$ ) excepto con el Largo testicular posee correlación altas positiva ( $0.65$ ); en Ancho testicular también posee correlaciones altas positivas (ancho testicular:  $0.83$ ; área testicular:  $0.91$ ; volumen testicular:  $0.93$ ; IP:  $0.69$ ) excepto con IR testicular que tiene correlación media negativa ( $-0.35$ ); el Área testicular posee correlaciones altas con volumen con  $0.96$  e IP testicular con  $0.63$  mas no así con IR testicular con el que reporta una correlación media negativa de  $-0.41$ ; el Volumen testicular posee correlación positiva evidente con IP testicular con  $0.65$  y correlación media negativa con IR testicular con un coeficiente de  $-0.48$ ; finalmente el IR testicular posee una correlación baja negativa con el IP testicular siendo este de  $-0.22$ ; tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 11**

*Matriz de correlaciones entre las características ultrasonográfica B mode, Doppler y concentración de Testosterona*

		Testosterona	Largo testicular	Ancho testicular	Área testicular	Volumen testicular	IR testicular	IP testicular
Testosterona	Pearson's r	—						
	p-value	—						
Largo testicular	Pearson's r	0.13	—					
	p-value	0.6502	—					
Ancho testicular	Pearson's r	-0.08	0.83	—				
	p-value	0.7986	0.0002	—				
Área testicular	Pearson's r	-0.03	0.91	0.94	—			
	p-value	0.9138	< .0001	< .0001	—			
Volumen testicular	Pearson's r	-0.05	0.93	0.93	0.96	—		
	p-value	0.8698	< .0001	< .0001	< .0001	—		
IR testicular	Pearson's r	0.05	-0.35	-0.47	-0.41	-0.48	—	
	p-value	0.8691	0.2258	0.0882	0.1498	0.0788	—	
IP testicular	Pearson's r	-0.01	0.69	0.61	0.63	0.65	-0.22	—
	p-value	0.9752	0.0065	0.0217	0.0155	0.0115	0.4557	—

Las correlaciones entre las características morfométricas testiculares como el Largo testicular y volumen testicular poseen coeficientes de Pearson media y alta positiva, estos datos obtenidos son parecidos a lo conseguido en toros en características como son volumen testicular con diámetro y largo testicular (Rodrigues et al., 2020); por tanto podría tomarse solo algunas medidas y correlacionar con otras.

Los factores de correlación de Testosterona con las demás características muestran ser bajos positivos y negativos y en mucho de ellos no existe asociación; las particularidades Doppler no tienen asociación con las demás variables estudiadas.

La tabla 12 muestra la regresión lineal múltiple, este modelo permite evaluar todas las variables independientes en conjunto concerniente con la cantidad de Testosterona siendo la variable dependiente tanto que la edad, largo testicular, ancho testicular, área testicular, volumen testicular, IR testicular e IP testicular; observando claramente que solo existe una diferencia estadística y por lo tanto una relación marcada de la cantidad de Testosterona en relación la edad del macho reproductor, siendo más significativo al comparar las edades de BLL versus 4D como se ha podido observar en análisis anteriores.

**Tabla 12**

*Regresión múltiple de la concentración de Testosterona (variable independiente) y las demás características ultrasonográficas en modo B y Doppler (variables dependientes)*

Predictor	Estimado	SE	T	P
Intercept <sup>a</sup>	0.42	0.27	1.6	0.1716
Clase animal:				
BLL – 4D	0.1	0.03	3.46	0.0181
2D – 4D	-0.07	0.03	-2.41	0.0605
Largo testicular	0	0.01	-0.46	0.662
Ancho testicular	-3.17e-4	0.01	-0.03	0.9773
Área testicular	-0.02	0.02	-0.92	0.4012
Volumen testicular	0.01	0.01	0.83	0.4431
IR testicular	-0.08	0.12	-0.71	0.5099
IP testicular	0.04	0.06	0.67	0.5334

ENSEÑANZA · INNOVACIÓN · INTERNACIONALIZACIÓN

*La investigación, su esencia y arte.*

## V. CONCLUSIONES

Las características testiculares en modo B son similares en las diferentes clases animal siendo de eco textura media y homogénea resaltando el mediastino testicular que posee mayor ecogenicidad. Los índices de pulsatilidad (IP) y resistencia (IR) fueron similares en los tres grupos todos ellos reportan índices medios que indican que existe un flujo continuo de sangre hacia los testículos en alpacas macho.

La concentración de Testosterona en alpacas macho está relacionada con las diferentes clases animal que fueron evaluadas en el presente estudio.

Se determinó correlaciones altas positivas sobre todo entre las características morfométricas B mode como son largo, ancho, área, y volumen testicular, mientras que en relación con las características Doppler solo mostraron correlación positiva con IP testicular; en tanto el IR tuvo una correlación media y baja negativa con todas las demás características.

## VI. RECOMENDACIONES

Utilizar estas evaluaciones en machos de 1 a 2 años como una forma de seleccionar futuros reproductores.

Masificar las evaluaciones ecográficas en reproductores puesto que permite determinar ciertas características testiculares.



*La investigación, su esencia y arte.*

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, C.L, C. Moir, Y P. Shiach, (1989). Plasma Progesterone Concentrations In Pregnant And Non-Pregnant Llamas (Lama Glama). Veterinaria Revista. 125: 618-620.
- Barenton, B. Y J. Pelletier, (1983). “Seasonal changes in testicular gonadotropin receptors and steroid content in the ram”. Endocrinology, 112 (4), 1441-1446.
- Bott, Rodriguez, J., Sandoval, S., & Tibary, A. (2008). Relationship between testicular measurements using calipers or ultrasonography with testicular weight in alpacas (*Vicugna pacos*). Theriogenology, 70(3), 576. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.05.012>.
- Bravo, W. (1998). Avances En La Fisiología Reproductiva Del Macho Llama Y Alpaca. Resumen XXI Reunión Científica APPA 1998 Puno-Perú.
- Bravo, PW Y J. Sumar, (1991). Ultrasonografía Del Aparato Genital Del Macho Llama Y Alpaca. Res 7 A Conv Lnt Especialistas En Camelid Sudamer. Argentina: Jujuy. P: 24.
- Bravo, P. W. (2014). Reproductiva Anatomy and Physiology in the Male. In Elsevier (Ed.), Llama and alpaca care:

Medicine, surgery, reproduction, nutrition and herd health  
(First, pp. 152–153).

Bravo, P. W., & Johnson, L. W. (1994). Reproductive physiology of the male camelid. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 10(2), 259–264. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30560-0](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30560-0).

Bravo, P. W., Skidmore, J. A., & Zhao, X. X. (2000). Reproductive aspects and storage of semen in camelidae. *Animal Reproduction Science*, 62(1–3), 173–193.

Brito, M. B., Maronezi, M. C., Uscategui, R. A. R., Avante, M. L., Simões, A. R., Monteiro, F. O. B., & Feliciano, M. A. R. (2018). Ultrasonographic methods for evaluation of testicles in cats. *Revista MVZ Cordoba*, 23(3), 6888–6899. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1377>.

Carpio, M. (1999). Presencia De Espermatozoides, Niveles De Testosterona Y Tamaño Testicular En Alpacas, II Congreso Mundial Sobre Camélidos Sudamericanos Cusco Perú.

Cebra, C., A. Tibary Y J.Saun, (2015) *Llama And Alpaca Care*. Edit. Elseiver, 1ra Edición, Canada.

Chacón, J., Navarro, L., Vargas, B. & Viquez, C. 2012a. Ultrasonography Of The Scrotal Contents In Sound For

- Breeding Zebu Bulls Extensively Reared In Costa R I C A . Repr Dom Anim. Vol. 47, Supplement 4: 519. Chacón, J., Navarro, L., Vargas, B. & Víquez, C. 2012b. Echographic Assessment Of Scrotal Contents In Extensively Reared Bulls. Repr Dom Anim. Vol. 47, Supplement 4: 520.
- Chacón, J., L. Rafael y J. Otero, (2014). “Relación Entre La Circunferencia Escrotal, El Crecimiento Testicular Y Parámetros de Calidad de Semen En Toros de Raza Guzerat, Desde La Pubertad Hasta Los 36 Meses de Edad.” Revista de Medicina Veterinaria (27): 73–87.
- El Zawam, A., Tibary, A., & Patino, C. (2020). Basal Levels and hCG Responses of Serum Testosterone and Estrogen in Male Alpacas. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(November), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.595856>.
- Escobar, M. (2000). Niveles Séricos De Testosterona En Relación Al Tamaño Testicular En Vicuñas Tesis Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia Universidad Nacional Del Altiplano Puno.

- Febrez, Z. (1974). Análisis de crianza ganadera de la Granja Chuquibambilla (tesis de pregrado). Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno, Perú.
- Fernández-Baca, S. (1971). La Alpaca, Reproducción Y Crianza. Lima. Ministerio De Agricultura. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Instituto Veterinario De Investigaciones Tropicales Y De Altura. Boletín De Divulgación N° 7, 43 Pp. Fernández-Baca, S. (1993). Incremento Reproductivo En Alpacas De Explotaciones Comerciales Mediante Método De Empadre Alternado. Rev. Inv. Pec. IVIT A., Universidad Mayor De San Marcos, Lima.
- Fricke PM (2002). Scanning The Future Ultrasonography As A Reproductive Management Tool For Dairy Cattle. Journal Of Dairy Science; 85:1918-1926.
- Galloway, D. El Desarrollo De Los Testículos En Alpacas En Australia. En Actas De la Alpaca Industria De Australia, Canberra, Australia 2000 (Pp 21-23).
- Gabor G, Sasser RG, Kastelic JP, Mezes M, Falkay G, Bozo S, Boros G, (1998). Computer Analysis Of Video And Ultrasonographic Images For Evaluation Of Bull Testes. Theriogenology; 50(2): 223-228.

- Giffin JL, Bartlewski PM, Hahnel AC (2014). Correlations Among Ultrasonographic And Microscopic Characteristics Of Prepubescent Ram Lamb Testes. *Experimental Biology And Medicine*; 239(12): 1606-1618.
- Giffin JL, Franks SE, Rodríguez-Sosa JR, Hahnel A, Bartlewski PM (2009). A Study Of Morphological And Haemodynamic Determinants Of Testicular Echotexture Characteristics In The Ram. *Experimental Biology And Medicine*; 234:794–801.
- Ginther, O. J. (2007). Stallions and Bulls. In E. Publishing (Ed.), *Ultrasonic imaging and Animal Reproduction: Color Doppler Ultrasonography* (pp. 71–72).
- Hart, B. y T. JONES, (1975). “Effects of castration on sexual behavior of Tropical Male Goats”. *Hormones and Behavior*, 6, 247-258.
- Hassani S (1974). The Principles Of Ultrasonography. *Journal Of National Medical Association*; 66:205–231.
- Hafez, E. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*, Editorial Mc Graw- Hill Interamericana, Séptima Edición México.

- Hafez, J. y J. Quirke, (2002). “Testis size and plasma LH as aids to selection for fecundity in sheep”. Anim. Prod. 24, 148 Abstrac.
- Huanca, W. (1998). Importancia De La Evaluación Reproductiva De Alpaca Macho Resumen XXI APPA 98. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno- Perú. Pp. 167-169.
- Huerta, A., & Lavado-Casimiro, W. (2020). Trends and variability of precipitation extremes in the Peruvian Altiplano (1971– 2013). International Journal of Climatology, 41(1): 1-16.
- Iason, G., D. Elston, (1993). Ultrasonic Scanning For Determination Of Stage Of Pregnancy In The Llama (Lama Glama): A Critical Comparison Of Calibration Techniques. J. Agric. Science. 120: 371-377.
- Jaen, J. (1999) Biometría Y Consistencia Testicular De La Alpaca Tesis. Medicina Veterinaria Y Zootecnia Universidad Nacional Del Altiplano Puno.
- Kutzler, M., Tyson, R., Grimes, M., & Timm, K. (2011). Determination of Testicular Blood Flow in Camelids Using Vascular Casting and Color Pulsed-Wave Doppler

Ultrasonography. 2011.

<https://doi.org/10.4061/2011/638602>.

Omer R, Giffin J, Hahnel A, Bartlewski P, (2012). Relationships Of Ultrasonographic And Magnetic Resonance Image Attributes To The Histomorphology Of Ram Testes. *Reproductive Biology*; 12(4): 355-361.

Ózsar, S. Giiven, B. Celebi, M. Kaikandelen, G. y Van de Wiel, D. (1990). “Testosterone and LH concentrations in the male Angora goat during puberty”. *Anim. Reprod. Sci.* 23, 3 19-326.

Pechman RD, Eilts BE (1987). B-Mode Ultrasonography Of The Bull Testicle. *Theriogenology*; 27:431-441.

Pelletier, J. Chemineau, P. y Delgadillo, JA. (2000). “Seasonality of sexual activity and its photoperiodic control in the adult ram and he-goat”. 11th Int. Congr. on Anim. Reprod. and A. 26-30, Junio, Dublin, Irlanda. 212-219.

Pierson RA, Adams GP (1995). Computer-Assisted Image Analysis, Diagnostic Ultrasonography And Ovulation Induction: Strange Bed Fellows. *Theriogenology*; 43:105-112.

- Ramos, J. (2014). Tamaño Testicular Según Edad, Época Y Zona Agroecológica En Alpacas (Vicugna Paco)". Tesis Para Optar El Título Profesional De Médico Veterinario Y Zootecnista – Universidad Nacional De Altiplano – Puno.
- Rodrigues, N. N., Rossi, G. F., Vrisman, D. P., Taira, A. R., Souza, L. L., Zorzetto, M. F., Bastos, N. M., de Paz, C. C. P., de Lima, V. F. M. H., Monteiro, F. M., & Franco Oliveira, M. E. (2020). Ultrasonographic characteristics of the testes, epididymis and accessory sex glands and arterial spectral indices in peri- and post-pubertal Nelore and Caracu bulls. *Animal Reproduction Science*, 212(November), 106235. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106235>.
- Sarlós, P., Egerszegi, I., Balogh, O., Molnár, A., Cseh, S., & Rátky, J. (2013). Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *Small Ruminant Research*, 111(1–3), 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.036>
- Sumar, J., F. Franco Y V. Alarcón, (1990). Niveles De Testosterona Circulante En La Alpaca (Lama Pacos) Y Llama (Lama Glama) En Diversas Estaciones Del Año. *Memorias 11 Jornada Internacional De Biopatología*

Andina. Instituto De La Altura. Universidad Peruana  
Cayetano Heredia. Lima. Perú.

Sumar, J. (1991). Avances y perspectivas del conocimiento de  
los camélidos sudamericanos. Revista FAO. Pp. 114-117  
Santiago-Chile.

Skidmore, L. (2000). Anatomía Del Tracto Reproductivo En  
Camélidos. Recent advances In Camelid Re- Production.  
Segunda Edición, Editorial Ivis, Ithaca, New York. USA.

Tibary, A., & Vaughan, J. (2006). Reproductive physiology and  
infertility in male South American camelids: A review and  
clinical observations. Small Ruminant Research, 61(2-3  
SPEC. ISS.), 283–298.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.018>

*La investigación, su esencia y arte.*

## ANEXOS

### ANEXO 1: Estadísticos descriptivos

Group Descriptives						
	Group	N	Mean	Median	SD	SE
Largo_promedio	Macho_Joven	18	17.70	15.70	8.46	1.99
	Macho_adulto	12	36.87	37.17	3.92	1.13
Ancho_promedio	Macho_Joven	18	10.06	8.27	5.16	1.22
	Macho_adulto	12	20.79	20.85	2.79	0.81
Area_promedio	Macho_Joven	18	1.85	1.02	2.12	0.50
	Macho_adulto	12	6.14	6.25	1.54	0.44
Volumen_promedio	Macho_Joven	18	2.26	0.72	4.01	0.95
	Macho_adulto	12	10.50	10.79	3.37	0.97
IR_promedio	Macho_Joven	18	0.61	0.55	0.42	0.10
	Macho_adulto	12	0.53	0.53	0.12	0.03
IP_promedio	Macho_Joven	18	0.47	0.43	0.27	0.06
	Macho_adulto	12	0.42	0.32	0.25	0.07

*La investigación, su esencia y arte.*

## ANEXO 2: Pruebas normalidad y homogeneidad de varianzas

Homogeneity of Variances Tests		F	df	df2	p
Largo_promedio	Levene's	2.57	1	28	0.1201
	Variance ratio	4.65	17	11	0.0131
Ancho_promedio	Levene's	1.73	1	28	0.1991
	Variance ratio	3.42	17	11	0.0431
Area_promedio	Levene's	0.08	1	28	0.7771
	Variance ratio	1.88	17	11	0.2871
Volumen_promedio	Levene's	2.19e-5	1	28	0.9963
	Variance ratio	1.41	17	11	0.5660
IR_promedio	Levene's	0.86	1	28	0.3625
	Variance ratio	12.40	17	11	0.0001
IP_promedio	Levene's	0.08	1	28	0.7782
	Variance ratio	1.19	17	11	0.7867

Note. Additional results provided by moretests

*La investigación, su esencia y arte.*

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ULTRASONOGRÁFICAS TESTICULARES  
EN ALPACAS MACHO Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE TESTOSTERONA

**Tests of Normality**

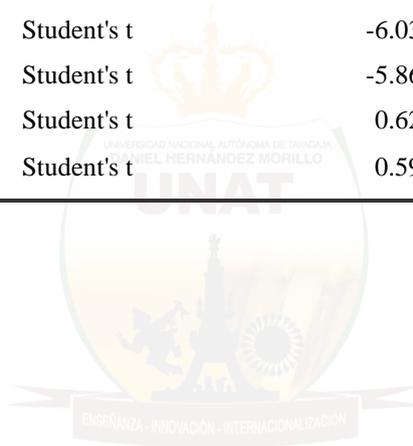
		<b>statistic</b>	<b>p</b>
Largo_promedio	Shapiro-Wilk	0.82	0.0001
	Kolmogorov-Smirnov	0.23	0.0865
	Anderson-Darling	1.67	0.0002
Ancho_promedio	Shapiro-Wilk	0.83	0.0003
	Kolmogorov-Smirnov	0.20	0.1749
	Anderson-Darling	1.58	0.0004
Area_promedio	Shapiro-Wilk	0.82	0.0002
	Kolmogorov-Smirnov	0.20	0.1839
	Anderson-Darling	1.68	0.0002
Volumen_promedio	Shapiro-Wilk	0.80	< .0001
	Kolmogorov-Smirnov	0.22	0.1091
	Anderson-Darling	2.19	< .0001
IR_promedio	Shapiro-Wilk	0.57	< .0001
	Kolmogorov-Smirnov	0.27	0.0225
	Anderson-Darling	3.71	< .0001
IP_promedio	Shapiro-Wilk	0.86	0.0009
	Kolmogorov-Smirnov	0.20	0.2031
	Anderson-Darling	1.51	0.0005

Note. Additional results provided by *moretests*

### ANEXO 3: Test de Student

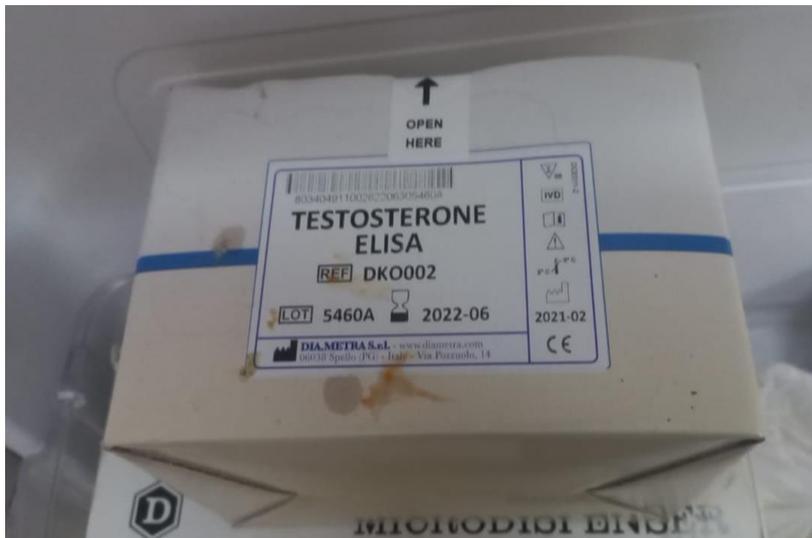
#### Independent Samples T-Test

		<b>Statistic</b>	<b>df</b>	<b>P</b>
Largo_promedio	Student's t	-7.31	28.00	< .0001
Ancho_promedio	Student's t	-6.56	28.00	< .0001
Area_promedio	Student's t	-6.03	28.00	< .0001
Volumen_promedio	Student's t	-5.86	28.00	< .0001
IR_promedio	Student's t	0.62	28.00	0.5394
IP_promedio	Student's t	0.59	28.00	0.5606

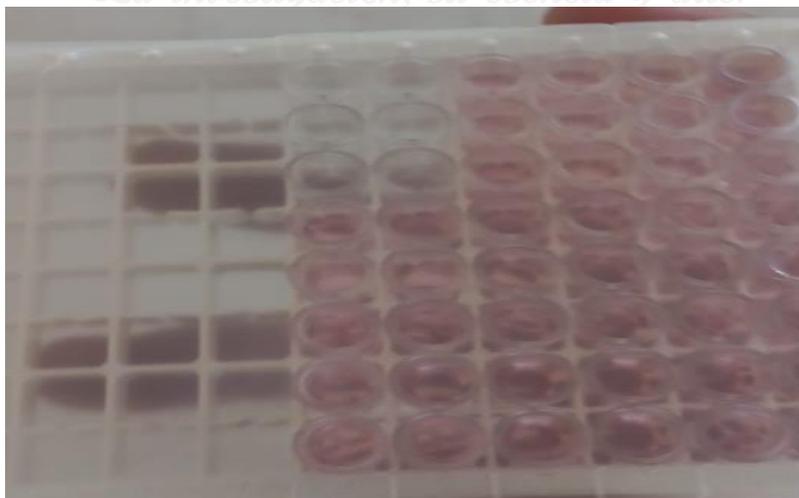


*La investigación, su esencia y arte.*

## KIT DE TESTOSTERONA PARA LOS ANALISIS EN ELISA



## MUESTRAS DE SANGRE PARA EL ANALISIS DE TESTOSTERONA EN ELISA





## SUJECION DE ALPACA MACHO PARA LA EVALUACION DE ULTRASONOGRAFIA DOPPLER Y B MODE

