

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“RELACIÓN ENTRE DENSIDAD FOLICULAR, DIÁMETRO DE FIBRA, LONGITUD DE MECHA Y PESO VELLÓN EN ALPACAS DE PRIMERA Y SEGUNDA ESQUILA, EN EL MODULO DE REPRODUCTORES COARITA – PARATÍA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ROLY ARAOZ MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TESIS  
RELACIÓN ENTRE DENSIDAD FOLICULAR, DIÁMETRO DE FIBRA,  
LONGITUD DE MECHA Y PESO VELLÓN EN ALPACAS DE PRIMERA Y  
SEGUNDA ESQUILA, EN EL MODULO DE REPRODUCTORES COARITA –  
PARATÍA.**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ROLY ARAOZ MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**



**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE** :   
**Dr. CEFERINO UBERTO OLARTE DAZA**

**PRIMER MIEMBRO** :   
**MVZ. GERARDO GODOFREDO MAMANI CHOQUE**

**SEGUNDO MIEMBRO** :   
**Mg.Sc. HUGO VILCANQUI MAMANI**

**DIRECTOR/ ASESOR** :   
**Dr. JULIO MALAGA APAZA**

**ASESOR DE TESIS** :   
**MVZ. MOISES MAMANI MAMANI**

**Área** : Producción animal  
**Tema** : Características de piel y fibra de alpaca huacaya  
**Fecha de Sustentación:** 17/05/2019

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS .....	5
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1.1. Objetivo general .....	12
1.1.2. Objetivos específicos.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	13
2.1. Población de camélidos y características .....	13
2.2. Características y estructura histológica de la piel en CSD.....	14
2.2.1. Organización de folículos pilosos en CSD.....	16
2.2.2. Densidad folicular y relación folicular primario/secundarios.....	21
2.3.1. Peso de vellón .....	29
2.3.2. Diámetro de fibra .....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	54
3.1. Lugar de estudio.....	54
3.3. Materiales .....	55
3.4. Metodología. ....	56
3.4.1.1. Determinación de peso vellón.....	56
3.4.1.2. Para la muestra de la piel.....	56
3.4.2. Técnica Histológica.....	57
3.4.3. Determinación del diámetro de fibra.....	58
3.4.4. Determinación de la densidad folicular.....	59
3.5. Análisis estadístico.....	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	61
4.1. Características de la fibra de alpacas.....	61
4.3. Correlación de la densidad folicular y peso vellón.....	71
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. RECOMENDACIONES .....	76
VII. REFERENCIAS .....	77
ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Histología de la piel .....	61
<b>Figura 2.</b> Relación DFS y Diámetro de fibra en alpacas .....	72
<b>Figura 3.</b> Relación DFS y Peso vellón en alpacas.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Densidad Folicular y relación secundaria/Primarios, en camélidos. ....	23
<b>Tabla 2.</b> Medidas cuantitativas en las variables de los folículos totales y relación folicular primario/secundario, por especie.....	24
<b>Tabla 3.</b> Medidas cuantitativas en las variables de los folículos en tres tipos de llamas. ....	26
<b>Tabla 4.</b> Valores de folículos totales, folículos primarios, folículos secundarios y relación folicular, según edad en llamas. ....	27
<b>Tabla 5.</b> Valoración de folículos pilosos en la piel de las alpacas esquiladas y no esquiladas. ....	27
<b>Tabla 6.</b> Peso de vellón Kg., por edad y sexo.....	34
<b>Tabla 7:</b> Promedios comparativos de peso vellón en alpacas Huacaya y Suri.....	35
<b>Tabla 8.</b> Diámetro de fibra(u) de alpacas Huacaya según sexo. ....	40
<b>Tabla 9.</b> Diámetro de fibra (u) de alpacas Huacaya seguna edad.....	41
Tabla 10. Estadísticos para el diámetro de fibra (u) en alpacas según sexo. ....	43
<b>Tabla 11.</b> Longitud de fibra (cm) en alpacas Huacaya según edad. ....	47
<b>Tabla 12.</b> Correlación (r) entre índice folicular y pesos vellón.....	51
<b>Tabla 13.</b> Densidad folicular secundario DFS/mm <sup>2</sup> en la piel de alpacas Huacaya Macho y Hembra según numero de esquila. ....	61
<b>Tabla 14.</b> Diámetro de fibra (u) en alpacas Huacaya machos y hembras según numero de esquila. ....	64
<b>Tabla 15.</b> Longitud de mecha (cm) en alpacas Huacaya machos y hembras según numero de esquila.....	66
<b>Tabla 16.</b> Peso vellón en alpacas Huacaya machos y hembras según numero de esquila.....	67
<b>Tabla 17.</b> Correlación de densidad folicular y peso vellón en alpacas en segunda esquila de la Empresa Comunal Coarita - Paratia - Lampa - Puno. ....	71

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- INIA = Instituto Nacional de innovación Agraria
- FMVZ = Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- DFS = Densidad de Folículos Secundarios
- DFP = Densidad de Folículos Primarios
- FT = Folículos totales
- P/S = Relación Folículos primarios y secundarios
- UNA = Universidad Nacional del Altiplano
- DCA = Diseño completamente al azar
- mm<sup>2</sup> = Milímetros cuadrado
- f/mm<sup>2</sup> = Folículos por milímetro cuadrado
- Kg = Kilogramos
- % = Porcentaje
- r = Correlación
- (r<sup>2</sup>) = Coeficiente de determinación
- t = Prueba estadística de t (student)
- (P≥0.05) = No hay diferencia estadística
- SE = Desviación estándar
- CV = Coeficiente de variabilidad

## DEDICATORIA

*A Dios por la fuerza que me dio para cumplir una meta más en mi vida. A mis hijos, Alize Jazziel, Rumi Yadiel Ian Araoz Ticona y a mi esposa Liz Veronica Ticona Choque; por poner magia y amor en mi vida.*

*A mis padres, Mario Salome Araoz Montalvo y Felicitas Mamani Quispe; por su amor, trabajo, sacrificio y consejos para llegar a donde llegué y ser lo que soy.*

*A mis hermanos, Sonia, Betsy, Yaneth, Grover, Deisy, Jhimmy y Mijael Araoz Mamani; por acompañarme siempre y su apoyo moral e incondicional que me brindaron en esta etapa de mi vida.*

*Roly Araoz Mamani.*

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecir mi vida, y fortaleza en mis momentos de debilidad. A mis padres por ser el principal promotor de mi vida, por confiar y creer en mí y mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi alma mater, Universidad Nacional del Altiplano y la Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, por admitirme y que, en sus sagradas aulas curse mi formación profesional, que con orgullo llevare en alto su nombre.

A mis docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por sus conocimientos, sus consejos, encaminarme e inculcar lo mejor en mi formación profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Julio Málaga Apaza, MVZ Moisés Mamani principales colaboradores, durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo. A mis jurados, Dr. Uberto Ceferino Olarte Daza presidente de jurado, MVZ Godofredo Mamani choque primer miembro y Msc Hugo Vilcanqui Mamani segundo miembro del jurado. Quienes con su conocimiento permitieron que este trabajo de investigación sea un aporte en la crianza de alpacas.



## RESUMEN

El estudio fue realizado en la Empresa Comunal Agropecuaria Coarita del distrito de Paratía – Lampa - Puno; con los objetivos de determinar la densidad folicular secundario, el diámetro de fibra, longitud de mecha y peso de vellón en alpacas Huacaya de primera y segunda esquila; determinar la correlación entre densidad folicular secundario con el diámetro de fibra y peso de vellón en alpacas de segunda esquila. Se utilizaron 20 alpacas por dos campañas, 10 de cada sexo, de los cuales se obtuvieron sacabocado de piel, y estos se procesaron en el laboratorio de Histología y Embriología de la FMVZ - UNA – Puno. El diámetro de fibra se analizó en el laboratorio del INIA– Quimsachata, longitud de mecha y el peso vellón se han medido durante la esquila. Los datos se analizaron mediante diseño completamente al azar, correlación simple, “t”(Student), y prueba de Tukey. La densidad de folículos secundarios en alpacas hembras a la primera esquila fue 34.09 y en machos 36.08 folículos secundarios/mm<sup>2</sup> de piel, y en la segunda esquila 31.51 y 31.78 folículos secundarios/mm<sup>2</sup> de piel, respectivamente. El peso de vellón de la segunda esquila fue superior  $2.37 \pm 0.42$  kg., comparado a al de primera esquila  $1.55 \pm 0.41$  kg. El diámetro de fibra en alpacas machos y hembras de 1ra esquila fue 17.27 y 17.18 micras, y en la 2da 18.73 y 18.63 micras, respectivamente ( $P \geq 0.05$ ). La longitud de mecha en machos y hembras de 1ra esquila fueron 11.55 y 11.30 kg y en 2da esquila 10.74 y 11.25 kg, respectivamente ( $P \geq 0.05$ ). La correlación entre densidad folicular secundario entre la primera y segunda esquila es negativa y baja ( $r = - 0.144$ ); y el grado de asociación de peso de vellón entre la primera y la segunda esquila fue positiva y baja ( $r = 0.196$ ).

**Palabras Clave:** Alpacas, características de fibra, densidad folicular,

## ABSTRACT

The study was carried out at the Coarita Agricultural Community Enterprise in the district of Paratía - Lampa - Puno; with the objectives of determining secondary follicular density, fiber diameter, length of wick and weight of fleece in Huacaya alpacas of first and second shearing; determine the correlation between secondary follicular density with fiber diameter and weight of fleece in second shearing alpacas. 20 alpacas were used for two campaigns, 10 of each sex, from which skin punching was obtained, and these were processed in the Histology and Embryology laboratory of the FMVZ - UNA - Puno. The fiber diameter was analyzed in the INIA-Quimsachata laboratory, wick length and fleece weight were measured during shearing. Data were analyzed by completely randomized design, simple correlation, "t" (Student), and Tukey test. The density of secondary follicles in female alpacas to the first shearing was 34.09 and in males 36.08 secondary follicles / mm<sup>2</sup> of skin, and in the second shearing 31.51 and 31.78 secondary follicles / mm<sup>2</sup> of skin, respectively. The fleece weight of the second shearing was 2.37 ± 0.42 kg, compared to that of the first shearing 1.55 ± 0.41 kg. The diameter of fiber in alpacas males and females of the 1st shearing was 17.27 and 17.18 microns, and in the second 18.73 and 18.63 micras, respectively ( $P \geq 0.05$ ). The length of wick in males and females of 1st shearing was 11.55 and 11.30 kg and in 2nd shearing 10.74 and 11.25 kg, respectively ( $P \geq 0.05$ ). The correlation between secondary follicular density between the first and second shearing is negative and low ( $r = - 0.144$ ); and the degree of association of fleece weight between the first and the second shearing was positive and low ( $r = 0.196$ ).

**Key Words:** Alpacas, fiber characteristics, follicular density,

## I. INTRODUCCIÓN

Los estudios de piel de alpaca demuestran ciertas particularidades de la especie, entre ellas ausencia del estrato lucido y la presencia de núcleos redondos en el endotelio de los vasos sanguíneos (Torres *et al.*, 2007). Para alcanzar niveles competitivos en la comercialización de fibra se requiere mejorar su calidad mediante estudios de características de la piel, procesos productivos de crianza y genéticos, pero teniendo una base sólida de la estructura y ultra estructura de la piel de alpaca, que si bien es cierta ha sido estudiada por Rodríguez (2003); Bustinza (2001); Antonini *et al.* (2004).

La piel protege al cuerpo de los agentes térmicos, mecánicos, químicos, y microbiológicos, mediante su epidermis cornificada donde se encuentran varios tipos de fibra, pelos y glándulas de secreción externa (Banks, 1993). En un programa de selección por fibra, la estructura folicular de la piel representa uno de los factores de importancia, como es el caso de plan selección de los ovinos merinos superfinos y en el programa de selección de la alpaca australiana (Charry, 1998).

El vellón es una característica textil producto de la crianza de alpacas, de acuerdo a la calidad de fibra, el vellón propiamente dicho es de mayor uniformidad en finura que otras partes, su área de extensión, finura y peso están en relación con el grado de mejoramiento genético del rebaño o animal, en general la producción individual de fibra, peso es ligeramente influenciada por los factores de raza, pero muy pronunciadamente por la edad y por el sexo (Bustinza, 2001). Los objetivos del estudio fueron:

## 1.1. Objetivos de la investigación

### 1.1.1. Objetivo general

- Determinar la relación entre densidad folicular, diámetro de fibra, longitud de mecha y peso vellón en alpacas de primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores Coarita – Paratía.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar densidad folicular secundario, diámetro de fibra, longitud de mecha y peso de vellón en alpacas Huacaya de primera y segunda esquila en el módulo de reproductores de Coarita – Paratía.
- Determinar la correlación entre densidad folicular secundario con el diámetro de fibra y peso de vellón en alpacas de primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores de Coarita – Paratía.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Población de camélidos y características

En América del Sur se estima que existe más de 7,5 millones de camélidos sudamericanos, los cuales son agrupados en cuatro especies: dos silvestres: la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el Guanaco (*Lama guanicoe*); y dos domésticos; La Llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*); en la actualidad los camélidos sudamericanos probablemente constituyen el único medio de utilización productiva de las extensas áreas de pastos naturales, donde no es posible la agricultura ni la crianza económica de otras especies de animales domésticos, debido a que convierten con inusual eficiencia los pastos pobres en productos de alta calidad como son la fibra y la carne. El Perú tiene privilegio de ocupar el primer lugar en el mundo en la tenencia de alpacas y vicuñas, segundo lugar en llamas, después de Bolivia. El aprovechamiento racional de esta ventaja comparativa es un reto, que el Perú encara como el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria que afecta a las comunidades campesina que viven en la crianza de esta especie (Brenes, *et. al.*, 2001).

En el sur andino, la ganadería camélida se sustenta en el uso de los recursos naturales, en particular de la pradera andina; y en la actualidad, esta actividad atraviesa por una serie de problemas como el deficiente desarrollo de la crianza expresada en la baja producción y productividad e inconexa al entorno en el cual se encuentra inmersa (Quispe *et al.*, 2010).

En el Perú, la población de alpacas es de 3'685,516 cabezas, estando conformada por el 12, 79 y 9 % de alpacas Suri, Huacaya y Huarizos, respectivamente. Del conjunto, la mayor población de alpacas se concentra por

encima de los 3500 msnm distribuida en las regiones Puna (77.3%), Suni (12.4%) y Janca (7.6%); y por debajo del nivel altitudinal en referencia apenas se encuentra el 3% de la población (IV CENAGRO, 2012).

Aun cuando, el Perú posee más del 80% de la población mundial; en el Perú la persistencia de la crianza tradicional en algunos espacios del sur andino ha contribuido a reducir la calidad genética de los animales, señalando que sólo el 8% de la producción de fibra alcanza una finura de 22.0 micras, aceptable para la industria textil. Entre las ineficiencias en la producción primaria de la alpaca se mencionan: limitada infraestructura y escasa comprensión sobre el bienestar de las alpacas, deterioro de la calidad genética de los rebaños de alpacas, deficiente manejo sanitario y elevadas tasas de mortalidad de las crías, alta depredación de las praderas naturales, deficiente manejo del rebaño de alpacas, deficiente manejo del vellón de la alpaca, entre las principales (Quispe *et al.*, 2010).

La alpaca Huacaya, es la más numerosa, constituyendo el 90 % de la población total de alpacas, caracterizada por su mayor cobertura de vellón, que deja solo la cara y orejas de pelo corto. Su fibra es densa, rizada y esponjosa, las mechas se disponen perpendicularmente a la superficie de la piel (Ruiz, 2004).

## **2.2. Características y estructura histológica de la piel en CSD**

La estructura de la piel en alpacas es similar a la de otros mamíferos (Gaitán, 1967) estando formada por tres capas bien definidas: la epidermis, ¡capa delgada externa; la dermis, capa gruesa interna y la hipodermis, capa grasa (Chambilla, 1983; Bustinza, 2001).

La epidermis está formada por un epitelio estratificado, plano y queratinizado y contiene cuatro estratos: El estrato Córneo es el más superficial y está formado por escamas córneas llenas de queratina. El estrato Granuloso está formado por una sola capa de células planas, con citoplasma plegado a la superficie y con presencia de granos de queratohialina, los cuales posiblemente participan en la formación de queratina. El estrato Espinoso, el cual presenta células poliédricas y generalmente forma tres capas, presentando núcleos algo picnóticos: las células superficiales, aplanadas y las profundas, poliédricas. Por último, el estrato Germinativo o Basal, con células cúbicas en algunas zonas y en otras de aspecto cilíndrico. También pueden encontrarse células aplanadas las cuales descansan sobre una fina capa celular, algo brillante. En esta capa, la raza Suri presenta menos grasa que la Huacaya. Esta capa es más delgada en la alpaca que en otras especies (Bustinza, 2001).

La dermis de la piel está constituida por tejido conectivo, que contiene fibras de colágeno; es bastante gruesa y en su lecho se encuentran folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y músculo erector del pelo. La dermis se divide en dos capas. La dermis superficial delgada, caracterizada por la presencia de tejido conectivo laxo, con un número considerable de células conjuntivas o fibrocitos, por lo que toma el nombre de «lámina propia», esta capa se hace progresivamente densa hacia la parte profunda, formando líneas y tabiques que separan los «nidos foliculares». Por otro lado, tenemos a la dermis profunda, formada por tejido conectivo denso, cuyas fibras colágenas se presentan en haces gruesos, desordenados, con tendencia a orientarse paralelamente a la superficie de la piel. Es en esta zona donde se presentan los bulbos pilosos (Bustinza, 2001). Además, el límite entre la epidermis y dermis es

bastante liso y no se distinguen con claridad los clavos interpapilares descritos para otros tipos de piel. Por lo tanto, el folículo piloso, es una invaginación de la piel, en donde se forman las fibras (Calle, 1982).

En la dermis se hallan los capilares sanguíneos los cuales forman grupos tortuosos alrededor de los grupos foliculares. En camélidos sudamericanos éstos superan en cantidad a los ovinos y cerdos. Los paquetes de capilares en la raza Huacaya no llegan a acercarse a los grupos foliculares, sino que terminan a cierta distancia, por lo que el suministro de sustancias necesarias para éstos sería por difusión a través del tejido conectivo. Mientras que en la raza Suri, estos paquetes capilares son más abundantes y se acercan más a los grupos foliculares. Lo anterior lleva a especular que la piel de las alpacas Suri es semejante a la de los animales de climas calurosos, lo que es reforzado por la característica de su vellón abierto y su menor resistencia a las condiciones de las zonas altas. Por último, se tiene la hipodermis que es una capa de la piel de camélidos sudamericanos formada por tejido conectivo laxo, cuya función es fijar la dermis a los huesos o músculos y cuya principal característica es la presencia de un alto número de células adiposas (Bustinza, 2001).

La menor cantidad de glándulas sebáceas, es la razón por la que la lana de alpaca tiene mucho menos porcentaje de grasa comparada con la lana de ovino. También es la razón por la que tiene mayor rendimiento al lavado (Calle, 1982).

### **2.2.1. Organización de folículos pilosos en CSD**

La fibra se halla rodeada en formación por una estructura tubular denominada folículo piloso, el que cubre casi todo el espesor de la dermis y presenta en su base un ensanchamiento que constituye el bulbo piloso, los



cuales presentan una papila de tejido conectivo con varios capilares, esta papila invagina profundamente el bulbo formando un área bastante notoria. El bulbo limita con este tejido capilar de la papila por medio de una capa de células alargadas en las que se observa figuras meióticas (Bustinza, 2001).

Entonces, la fibra es producida por folículos que se encuentran incrustados en la piel, así las fibras animales de mayor importancia comercial son producidas por los folículos secundarios; cuyo valor depende de la densidad, que afecta la cantidad y el diámetro que afecta la finura de la fibra; las alpacas tienen predominantemente folículos secundarios, por lo que es considerado como un animal con fibra de capa simple (Galbraith, 2010). La madurez de los folículos en el caso de alpacas sería a una edad temprana (Antonini *et al.*, 2004 y Antonini, 2010). En el caso de alpacas los folículos pilosos han sido denominados "complejo folicular piloso" por (Badajoz *et al.*, 2009) a causa de su diversa y compleja citoarquitectura y su relación con las glándulas anexas y tejido conectivo subyacente.

Los folículos se encuentran en grupos foliculares; compuestos por un folículo primario rodeado de 3 a 20 folículos secundarios en alpacas suri, en cambio en alpacas Huacaya un folículo primario se encuentra rodeado por 3 a 26 folículos secundarios; también pudiéndose encontrar folículos primarios solitarios (folículo primario extra grupo folicular). Lo que describiremos a continuación se basa en los estudios de (Badajoz *et al.*, 2009).

- a) Folículos primarios: Este es el primero en desarrollarse en el feto, de mayor diámetro que los folículos secundarios; también está relacionado con la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo erector.

- b) Folículos secundarios: Estos empiezan su desarrollo después de los folículos primarios en el feto, tienen menor diámetro y están acompañados con frecuencia de glándulas sudoríparas.
- c) Grupos foliculares simples: Estos están formados sólo por folículos secundarios que se encuentran en su mayoría fusionados a través de su vaina radicular externa.
- d) Grupos foliculares compuestos: Estos se encuentran formados por folículos primarios y secundarios, delimitados completamente por tejido conectivo denso que se infiltra entre ambos, formando un fino estroma conectivo.

La formación de la fibra y su crecimiento está mediada por diversos factores como son las hormonas extra foliculares, factores de crecimiento y también por sustancias generadas por el mismo folículo piloso (Krause et al., 2006). Los factores endocrinos (andrógenos, estrógenos, prolactina, glucocorticoides) influyen en el crecimiento de la fibra; los factores locales como el calor y el masaje aumentan la actividad metabólica favoreciendo el rápido crecimiento de la fibra; los factores genéticos influyen en la textura, coloración y densidad pilosa; finalmente los factores metabólicos, como la nutrición influyen sobre la cantidad y calidad de la fibra (Sosa, 2006).

Entonces la formación y crecimiento de la fibra tiene dos procesos esenciales; la multiplicación celular y la queratinización de dichas células; las células a medida que van multiplicándose van alargándose, teniendo dentro de ellas ciertas reacciones (queratinización); cuando este proceso se completa, las células mueren y son expulsadas del folículo como fibras (Gamarra, 2008). Estos procesos requieren de sustancias básicas para la producción de nuevas células

y formación de queratina, el folículo extrae dichas sustancias del torrente sanguíneo.

La estructura básica de la formación de la fibra lanosa son los folículos secundarios, donde los folículos pilosos presentan dos fases para su formación, la primera o profase y la segunda o neofase (Alencastre, 1997).

Los folículos de la alpaca por su distribución se clasifican en dos clases: simples y compuestos. Los folículos simples contienen una sola fibra, con diámetro bastante grueso, cuya médula es infalible y están acompañados de una glándula sudorípara, que en algunos casos puede desembocar al folículo o en otros, emerger libremente y han sido definidos como folículos primarios solitarios. Los folículos compuestos están formados por varios folículos de diferentes tipos y grosores, rodeados por tejido conectivo denso. Estos folículos se compactan y en la zona superficial se fusionan unos con otros y su emergencia es única. Este folículo compuesto toma el nombre de nido folicular, con un folículo primario y varios secundarios. El folículo primario (FP) es el más grande y de mayor diámetro y está relacionado con la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo erector. El FP no está rodeado completamente por folículos secundarios (FS) sino que se localiza a un lado de ellos. Los FS son de menor diámetro y con frecuencia van acompañados de glándulas sudoríparas (Bustinza, 2001).

Los folículos secundarios, están formado por varios folículos de diferentes tipos y grosores, rodeado por tejido conectivo denso y su emergencia en la superficie de la piel es única, y toma el nombre de nido folicular con un folículo primario y varios secundarios, mientras el folículo primario es el más grande y de mayor diámetro; está relacionado con las glándulas sebáceas, sudoríparas y el

músculo erector. No está rodeado completamente por folículos secundarios sino se localiza en un lado de ellos. Los secundarios son de menor diámetro y con frecuencia van acompañados de glándulas sudoríparas, (Bustinza, 2001).

En ovejas, los folículos primarios (FP) y folículos secundarios (FS) se forman durante el desarrollo prenatal. El desarrollo del FP es una invaginación de la epidermis formada entre los 50 y 60 días después de la concepción. Dentro de, los 90 a 100 días de gestación están produciendo una fibra y existen dos tipos de FS; los denominados folículos secundarios originales (FSO) que, como los FP, son producidos en la epidermis, pero su desarrollo ocurre entre los 95 y 135 días de gestación (Ryder *et al.*, 1968). El segundo tipo de FS son los ramificados o FS derivados (FSD). Se denominan así porque estos folículos son producidos a partir de los FSO (Hynd *et al.*, 2002). La mayoría de los FS no completan su maduración sino hasta después del nacimiento (Bustinza, 2001).

A la observación de los folículos pilosos en cortes transversales a diferentes alturas de la piel, se puede observar el porcentaje de folículos que producen fibra (maduración folicular), donde se demuestra que los nidos foliculares se compactan y en la zona superficial se fusionan unos con otros, para formar un conducto único de emergencia, (Bustinza, 2001).

Las fibras emergen de la epidermis con una escala inclinación hacia un mismo lado, sin que se encuentren fibras que tomen otra dirección, esto es coincidente con lo que se observa en ovinos merinos no arrugados (Nay, 1973) y en vicuñas (Carpio *et al.*, 1979), la inclinación de las fibras coincide con la inclinación de los folículos. Otra particularidad es que se observa la emergencia de folículo primario solitario en alpacas y llamas. (Frank *et al.*, 1993).

### 2.2.2. Densidad folicular y relación folicular primario/secundarios.

La densidad es el número de fibras por unidad de superficie, al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel, siendo en general muy alta la densidad, a medida que el animal va creciendo la piel se expande y la densidad folicular disminuye (Flores *et al.*, 2004).

La densidad es una característica que le interesa al productor, porque a mayor densidad obtendrá mayor peso de vellón. Como la densidad está en dependencia de la concentración folicular que existe en las distintas zonas de la piel; donde en la región costillar, en el que se ha encontrado 15 f/mm<sup>2</sup> siendo la de mayor densidad el cuello con 20 f/mm<sup>2</sup> y, la menor densidad las axilas y extremidades, con 10 f/mm<sup>2</sup>. Mientras los grupos foliculares en la alpaca, se hallan constituidos por un folículo primario y un número variable de secundarios; que raramente se observó el trío de los folículos de la formación típica de los ovinos. Que los folículos primarios están acompañados de las glándulas sudoríparas y del músculo correspondiente, mientras que los folículos secundarios carecen de dicha estructura, aunque ambos folículos tienen glándulas sebáceas, pero en menor cantidad comparado con los ovinos. Que la densidad es de 16.93 f/mm<sup>2</sup>, con una relación folicular de 7.18 secundarios por cada primario (Calle, 1982).

El promedio de la densidad folicular en alpacas macho fue de 35.54 folículos por mm<sup>2</sup> con una desviación estándar de  $\pm 5.35$  y un coeficiente de variabilidad de 15.05%, resultado que fue mayor al de las hembras en las que se encontró un promedio de 32.36 folículos por mm<sup>2</sup> con una desviación estándar de  $\pm 7.14$  y con un coeficiente de variabilidad de 22.08% (Prado, 1985).

La densidad folicular total, a los 10 meses de edad en alpacas Huacaya, alpaca Suri y llamas Chaku es de: 22.30 f/mm<sup>2</sup>, 19.90 f/mm<sup>2</sup>, y 17.98 f/mm<sup>2</sup>, respectivamente para cada especie, sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en la proporción entre folículos secundarios y primarios entre machos y hembras de los tres tipos de CSD. A los 10 meses se alcanza valores de 8.08, 6.89 y 4.66 f/mm<sup>2</sup>, para Huacayo, Suri y Ch'acu, respectivamente. En proporción, los valores mínimos de actividad folicular se registraron a los dos meses para los tipos Huacayo y Ch'acu, y a los 10 meses para el tipo suri. Aunque los tres tipos presentaron valores máximos al cuarto mes, el tipo muestra apenas un incremento mínimo frente a su valor registrado al segundo mes, una vez alcanzado los valores máximos, estos empezaron a decrecer hasta el final de las observaciones en el décimo mes en el caso de raza Huacaya y Suri, hasta el sexto mes en el caso de Ch'acu, cuyos valores permanecen en el mismo rango al décimo mes, la proporción de folículos siempre difiere uno del otro salvo en el cuarto mes para los Huacaya y Suri, de los tres, el tipo Ch'acu es el que muestra, en todos los casos, los valores de proporción más bajos, mientras que el Huacaya los más alto, excepto en el segundo mes, (Antonini, 2006). Entonces queda demostrado que los CSD alcanzan, a temprana edad, la madurez completa del aparato folicular de la piel, con valor S/P (4.89) observado en la población de llamas lanudas peruanas (Antonini *et al.*, 2004).

**Tabla 1.** Densidad Folicular y relación secundaria/Primarios, en camélidos.

CSD / edad (meses)	densidad folicular (nº/mm <sup>2</sup> )					índice folicular (nº/mm <sup>2</sup> )				
	2	4	6	10	Prom.	2	4	6	10	Prom.
<b>Alpaca</b>										
Huacayo	26,7	18,27	16,66	22,3	20,98	7,33	9,39	8,81	8,08	8,40
Alpaca Suri	25,24	20,75	15,15	19,9	20,26	8,77	8,83	7,79	6,89	7,84
Llama Ch'aku	14,41	12,49	11,43	17,98	14,08	4,41	5,87	4,62	4,66	5,05

Fuente: Antonini, 2004.

Diversos trabajos realizados por varios autores reportan para densidad folicular total (DFT), según Gaitan (1967) obtuvo un valor de  $16.93 \pm 4.96$  f/mm<sup>2</sup> en alpacas Huacaya hembra de 4 años de edad de color blanco, con una relación de  $7.18 \pm 2.6$  f/mm<sup>2</sup>: mientras. Sin embargo, Tapia (1967) en estudio realizado en alpacas suri de 1 año de edad (tuis) obtiene una densidad de folículos totales de  $17.29 \pm 4.45$  f/mm<sup>2</sup> y una relación de folículos secundarios/primarios de:  $4.94 \pm 1.23$  f/mm<sup>2</sup>. En cambio, Carpio *et al.*, (1981) obtienen 78.65 folículos/mm<sup>2</sup> en piel de vicuña y una relación de 27 folículos secundarios por un primario, diferencia que refleja indudablemente la diferencia de diámetro de la fibra de los camélidos silvestres en relación con los domésticos.

En un trabajo donde analizaron vellones de alpacas Huacaya y alpacas Suri sin discriminar se obtiene un valor promedio de la relación de folículos secundarios/primarios de  $5.7 \pm 0.3$  f/mm<sup>2</sup>. (Frank *et al.*, 1989).

En estudio realizado en una alpaca de alta densidad se logra un resultado de 73 f/mm<sup>2</sup>, con un diámetro medio de fibra primaria de 28,9 micras y un diámetro medio de fibra secundaria de 19,9 micras. Mientras en la alpaca de densidad media se obtuvo un valor de 35 f/mm<sup>2</sup>, con un diámetro medio de fibra

primaria de 39,6 micrómetros y un diámetro medio de fibra secundaria de 26,3 micrómetros (Watts, 2017).

En un estudio realizado de 392 alpacas Huacaya de 45 meses de edad y 83 alpacas suris de 39 meses de edad, procedentes de Australia, Canadá, new Zelandia, Perú y USA analizados durante los años 2001 al 2006, se obtuvo la densidad folicular en alpacas Huacaya fue de 43.3 f/mm<sup>2</sup> con un rango de 14.8 a 91.4 f/mm<sup>2</sup>, mientras en alpacas suris se obtuvo 31.5 f/mm<sup>2</sup> con un rango de 17.0 a 59.1 f/mm<sup>2</sup>, con una finura de 24.0 micras para Huacaya y 25.1 micras en suri (Watts, 2008).

En base a trabajos realizados por diversos autores, se reporta densidad folicular total y relación de folículos secundarios/primarios: 28 f/mm<sup>2</sup> y 10 f/mm<sup>2</sup>; 14 f/mm<sup>2</sup> y 5 f/mm<sup>2</sup>; 19 f/mm<sup>2</sup> y 3.8 f/mm<sup>2</sup>; 19.4 f/mm<sup>2</sup> y 4.3 f/mm<sup>2</sup>; 15.4 f/mm<sup>2</sup> y 7.2 f/mm<sup>2</sup>; 16.9 f/mm<sup>2</sup> y 4.9 f/mm<sup>2</sup>, y 78 f/mm<sup>2</sup> y 27 f/mm<sup>2</sup>, para ovinos Corriéndole, ovinos Lincoln, llamas thampulli, llamas kara, alpaca Huacaya, alpaca Suri y Vicuñas, según esta información comparativa, se verifica que en camélidos a mayor densidad, la finura de la fibra es menor (Rodríguez, 2003).

**Tabla 2.** Medidas cuantitativas en las variables de los folículos totales y relación folicular primario/secundario, por especie

.Carácter	Ovinos		Llamas		alpacas		Vicuñas
	Corriedale	Lincoln	Ch'aku	K'ara	Huacaya	Suri	
<b>DFT (f/mm<sup>2</sup>)</b>	28	14	19	19.4	15.4	16.9	78
<b>R: P/S (f/mm<sup>2</sup>)</b>	10	5	3.8	4.3	7.2	4.9	27

Fuente: Rodríguez, 2003.



Entre los dos tipos de llamas bolivianas (555 t'amphullis y 920 k'aras) no se detectó efecto significativo en relación folicular primaria y secundaria fue de:  $5.45 \pm 1.53$  f/mm<sup>2</sup> y  $5.35 \pm 1.44$  f/mm<sup>2</sup> para las llamas t'amphullis y k'aras, respectivamente. Además se mostró la baja variabilidad al interior de cada tipo y entre ambos tipos de llama se encontró R: S/P de 5.49, 5.46, 5.34, 5.35, 5.33, 5.48 y 5.45 f/mm<sup>2</sup>, para 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 meses de edad, respectivamente, por lo tanto no se mostró diferencias significativas entre los dos tipos, ni de sexo, y esta no presento en los diferentes periodos de muestra (edad), dado que la relación S/P es un parámetro principal para definir la estructura folicular, estos resultados demostraron que los tipos t'amphullis y k'aras, pueden constituir una clasificación subjetiva debido a variación de caracteres dentro de la misma población genética, esto nos indica que alcanzan su máximo valor desde los 2 meses de edad ( $5.49$  f/mm<sup>2</sup>) y el valor más bajo a los 10 meses ( $5.33$  f/mm<sup>2</sup>), (Lusky *et al.*, 2006)

Las llamas argentinas, muestra el complejo folicular según el tipo doble capa, capa simple y lustroso, donde se encontró para densidad folicular total (TFD) en promedio de  $20.98 \pm 1.47$  f/mm<sup>2</sup>, con una relación secundarios/primarios de  $5.01$  f/mm<sup>2</sup>, presentando el mayor valor las llamas de doble capa y el menor valor las llamas lustrosos, pero que este hecho depende del nivel de piel en el que se hacen los cortes, (Frank *et al.*, 2006), observado en los tres tipos de llamas.

**Tabla 3.** Medidas cuantitativas en las variables de los folículos en tres tipos de llamas.

Tipo	TFDe (f/mm <sup>2</sup> )			SFDe(f/mm <sup>2</sup> )			PFDe(f/mm <sup>2</sup> )		
	Media	SE	CV	media	SE	CV	Media	SE	CV
<b>DC</b>	24.36	1.69	0.17	20.11	1.23	0.15	4.25	0.52	0.30
<b>SC</b>	20.30	1.53	0.21	17.03	1.30	0.22	3.26	0.35	0.30
<b>L</b>	18.33	1.18	0.18	15.31	1.04	0.19	3.02	0.18	0.17

SE = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variabilidad

También, estudiando llamas en etapa de crecimiento, determinaron que los promedios de folículos totales (FT), folículos primarios (FP), folículos secundarios (FS) y la relación R:S/P fueron de:  $20.8 \pm 4.4$  f/mm<sup>2</sup>, y  $4.75 \pm 0.9$  f/mm<sup>2</sup>,  $16.06 \pm 3.8$  f/mm<sup>2</sup> y  $3.45 \pm 0.6$ /mm<sup>2</sup>, respectivamente, los diferentes tipos de folículos fueron afectados significativamente por edad y sexo; con relación a la edad los diferentes tipos de folículos, disminuyen desde los 2 hasta los 12 meses de edad, respecto al sexo los machos tienen un número mayor de FT que las hembras y en tipos se observó que el mayor número de folículos correspondía a llamas de tipo th'amphulli y el menor a llamas de tipo khara. A partir de los 6 meses de edad el desarrollo de la población folicular se estabiliza aparentemente los folículos secundarios habrían madurado hasta los 2 meses de edad en llamas esto debido a que a esa edad se observa mayor densidad, relación folicular (S/P) y número de grupos foliculares, aunque se desconoce lo que ocurre entre el nacimiento y los dos meses de edad (Copana, *et al*, 2000).

**Tabla 4.** Valores de folículos totales, folículos primarios, folículos secundarios y relación folicular, según edad en llamas.

Factor	edad (meses)						Promedio
	2	4	6	8	10	12	
<b>DFP</b>	5,99	5,41	3,94	4,04	4,4	4,16	4,75
<b>DFS</b>	20,38	17,14	15,48	14,36	13,17	14,37	16,06
<b>R:S/P</b>	3,42	3,22	3,80	3,69	3,09	3,58	3,45

Respecto a la maduración folicular, se observa que desde los 2 hasta los 8 meses de edad, la proporción de folículos en fase de anafase (fase activa) disminuyen desde 95.5% hasta 91.6%; posteriormente la proporción de folículos activos incrementa hasta 96.7% (Rodríguez, 2003).

No hay diferencias en la estructura folicular, donde los folículos presentan una relación S/P media de  $8.00 \pm 1.43$ , con  $8.31 \pm 1.53$  en el caso del grupo esquilado, y  $7.70 \pm 1.28$  en el caso del no esquilado, esto evidencia un valor medio ligeramente más elevado para el grupo de animales esquilados, respecto al grupo de no esquilados, en este caso parece que el efecto ambiental puede influir, porque a los 12 meses disminuí y se recupera a los 16 meses (Antonini *et al.*, 2006).

**Tabla 5.** Valoración de folículos pilosos en la piel de las alpacas esquiladas y no esquiladas.

Factor		Edad (meses)			Total
		10	12	16	
Esquilado	<b>DFP</b>	1.04±0.04	1.00±0.01	1.02±0.01	1.02±0.01
	<b>DFS</b>	8.80±1.76	7.84±1.27	8.79±1.62	8.45±1.56
	<b>R:S/P</b>	8.50±1.74	7.84±1.27	8.62±1.64	8.31±1.53
No esquilado	<b>DFP</b>	1.01±0.01	1.02±0.01	1.01±0.01	1.01±0.01
	<b>DFS</b>	7.59±0.67	7.30±1.05	8.59±1.70	7.80±1.27
	<b>R:S/P</b>	7.51±0.71	7.17±0.95	8.51±1.75	7.70±1.28
Total	<b>DFP</b>	1.01±0.01	1.01±0.01	1.02±0.01	0.01±0.01
	<b>DFS</b>	8.12±1.37	7.57±1.17	8.69±1.62	8.12±1.45
	<b>R:S/P</b>	7.95±1.33	7.50±1.15	8.57±1.65	8.00±1.43

Fuente: Antonini *et al.*, 2006

Respecto a la actividad de los folículos secundarios permanece constante y elevada por todo el periodo en ambos casos (esquilados y no esquilados), en 98%, sin embargo, existe una correlación negativa entre los folículos secundarios activos y el diámetro total de fibra. Esto confirma que la producción de las fibras más finas está a cargo de los folículos secundarios y que en el caso de los animales esquilados la rapidez de crecimiento parece haber favorecido la reducción del diámetro de fibra en crecimiento. Sin embargo, el diámetro total de fibra primaria en los animales esquilados y no esquilados, tiene una alta relación positiva con el diámetro de fibra secundaria, mientras la relación entre folículos secundarios y primarios en ambos grupos presenta una correlación positiva elevada con el número total de folículos secundarios totales activos (Antonini *et al.*, 2006).

Escobar *et al.* (2009), con el objetivo de estudiar la relación entre la media del índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas huacayo en el Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. Procesaron 80 biopsias mediante medios histológicos y coloración de hematoxilina - eosina; encontraron un promedio general 15.07 folículos secundarios sobre primarios, estos resultados provienen de un área evaluada de 0.2704 mm<sup>2</sup>; no encontrando diferencias significativas por sexo ni por edad.

En alpacas del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos Llachocc - Huancavelica, se obtuvieron promedios de índice folicular o relación folículos secundarios/primarios de 13.74 f/mm<sup>2</sup> y 11.49 f/mm<sup>2</sup> para alpacas de 1 año y 2 años, respectivamente, para hembras 13.30 f/mm<sup>2</sup> y 12.42 f/mm<sup>2</sup> para machos, con un promedio general de 12.81 f/mm<sup>2</sup> (Paucar *et al.*, 2014)

En un trabajo realizado de 120 casos de camélidos sudamericanos domésticos, se encontró densidad folicular total (DFT) de  $18.3 \pm 0.42$  f/mm<sup>2</sup> (7.0 a 31.2); densidad de folículos secundarios (DFS)  $15,6 \pm 0.37$  f/mm<sup>2</sup> (5.4 a 25.4); densidad de folículos primarios (DFP)  $2.7 \pm 0.07$  f/mm<sup>2</sup> (1.2 a 5.8); relación de folículos primarios/secundarios (R:S/P)  $6.0 \pm 0.16$  (3.4 a 15.6). (Frank *et al.*, 1993).

En alpacas suri se encontró una densidad folicular total de 42.8 f/mm<sup>2</sup>, con un rango de 19 a 58 f/mm<sup>2</sup>, mientras en alpacas Huacaya la densidad folicular total varía de 23 a 56 f/mm<sup>2</sup>, con un promedio de 41.6 f/mm<sup>2</sup>, la relación folicular secundario/primario en promedio para Huacayo es de  $7.21 \pm 0.52$  f/mm<sup>2</sup>, y para las alpacas suri fue de  $7.21 \pm 0.62$  f/mm<sup>2</sup> (Molina, *et al.*, 2016).

### 2.3.1. Peso de vellón

Vellón es el manto constituido por mechales y fibras que cubre el cuerpo del animal. Se obtiene al efectuarse la esquila y tiene características particulares en cada raza. Dando que la fibra, es un material textil, y los parámetros básicos que consideran en la clasificación son: raza, longitud de mecha, finura, color y peso vellón (Vidal, 1996).

El peso del vellón constituye una variable importante que es necesario tener en cuenta en programas de mejora genética de alpacas (Ponzoni *et al.*, 1999; León *et al.*, 2001; Quispe *et al.*, 2009a), así como de ovinos (Villarreal, 1991)

El vellón de la alpaca contiene 14% de humedad (baja condición estándar de 65% de humedad relativa y 20% °C de temperatura) 85% de fibra limpia y la diferencia constituye sustancias de origen glandular, como grasa, sudor,

residuos de excoiaciones epidérmicas, impurezas del medio ambiente y materia vegetal (Villaroel, 1991).

La mayoría de los animales productores de fibra poseen vellones tipo mixto. Según (Watts, 1996), la alpaca posee dos cubiertas, una fibra fina y otra de fibra gruesa (pelos); algunos animales tienen menos pelos que otros, pudiendo ser utilizados para eliminar tal cubierta de pelos, característica de los vellones primitivos. El vellón de la alpaca presenta fibras gruesas por debajo del 10% (Carpio, 1991)

Es una característica cuya magnitud es función del número de fibras por unidad de superficie del cuerpo, longitud de mecha, el diámetro de la fibra, el grado de plegamiento de la piel, que está influenciado por la edad, y siendo los dos primeros los más relevantes para este aspecto (Yeates, 1967).

La relación entre la densidad folicular con la densidad de la fibra, tiene un valor positivo (asociación directa), por lo que se deduce que, a mayor densidad folicular, hay mayor densidad de fibra con el consiguiente aumento del peso vellón en los primeros años de vida (Velásquez, 1985).

Crecimiento de fibra, ocurre en los primeros años de vida esto a la mayor función metabólica, crecimiento rápido máxima del folículo piloso y la densidad folicular influye directamente en el peso vellón en ovinos (Helman, 1965).

De igual manera en relación al sexo, se ha encontrado que los vellones de alpacas machos son más pesados que los de alpacas hembras (Castellaro *et al.*, 1998; Wuliji *et al.*, 2000; Lupton *et al.*, 2006), lo cual se debería al incremento de la superficie corporal (León *et al.*, 2001; Frank *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2009), aunque la influencia del sexo podría verse enmascarada

por la gestación y la lactación de las hembras que reducirían la producción, como ocurre en las cabras (Newman *et al.*, 1994).

Respecto a la alimentación, Wuliji (1993) indica que tiene un efecto positivo sobre el peso de la fibra de alpaca, lo cual también resulta confirmado por los hallazgos de Newman *et al.*, (1994) y Franco *et al.*, (2009), quienes encontraron que el peso del vellón varía con los cambios en la alimentación, tanto en longitud como en diámetro de la fibra, manteniéndose relativamente constante la relación longitud: diámetro. Sin embargo, Russel *et al.*, (1997) encontraron que la relativa contribución de los incrementos en longitud y diámetro parece ser diferentes, afectando más al peso de vellón sucio el incremento en longitud que el incremento en diámetro.

A medida que aumenta la edad, se incrementa el peso del vellón (Wuliji *et al.*, 2000; McGregor, 2006; Lupton *et al.*, 2006). Las alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que las adultas, por tener una menor superficie corporal (León *et al.*, 2001; Frank *et al.*, 2006), sin embargo, producen vellones con fibras más finas, debido a que las esquilas tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular. Sin embargo, la producción de fibra expresada en peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento (generalmente de un año) está influenciada por los factores de raza, sexo, localización y, especialmente por la edad de los animales. De modo general se puede considerar que los animales jóvenes producen vellones menos pesados que los adultos (Quispe *et al.*, 2009).

Según los estudios sostiene que existe diferencias altamente significativas en las diferentes edades, reportando así de una esquila anual en

alpacas Huacaya, el peso vellón promedio machos de 1, 2, 3, 4, 5, 6 años de edad fueron de 1.12, 1.67, 2.12, 2.16, 2.35, 2.36 Kg., y alpacas hembras de 1, 2, 3, 4 y 5 años, fue de 1.06, 1.55, 1.94, 2.05, 2.10 Kg., en los dos primeras años de esquila hay un aumento evidente o mayor en cantidad de fibra producida, mientras del tercer año en adelante los incrementos son mínimos para las edades de cinco y seis años (Bravo, 1973). Los animales a mayor edad pesan más y producen vellones de mayor peso, debido al mayor desarrollo corporal, además el diámetro tiende a aumentar (Solís, 1997).

Así mismo, el peso vellón aumenta rápidamente a medida que aumenta su edad del animal alcanzando la máxima producción en los primeros cuatro años de su edad con 1.31 kg, 1.92 kg, 2.45 kg, y 2.51 kg, respectivamente, luego desciende lentamente, sin embargo, el peso vellón de las alpacas Huacaya machos fueron superiores 2.38 kg., respecto a las hembras 1.97 kg (Pinazo, 2000).

El peso vellón tiene un comportamiento diferente; dado que aumenta gradualmente hasta el tercer año y luego disminuye lentamente observándose los siguientes promedios: 1.37 kg, 1.89 kg, y 2.15 kg, para uno, dos y tres años de edad (Bustinza *et al.*, 1992).

El peso vellón incrementa con el aumento de la edad del animal registrándose promedios de 1.35 kg, a la primera esquila y 2.01 kg, a la segunda esquila; llevados al análisis estadístico fueron diferentes ( $P \leq 0,05$ ). Estas diferencias obedecerían al factor de la mayor área corporal, ocasionado por el crecimiento del animal que ha influido directamente en el mayor peso del vellón en alpacas de mayor edad (Loza, 2000).



Así mismo se encontró un promedio general de 1.70 kg., para machos de 1 y 2 años de edad y 1.69 kg, para hembras de 1 y 2 años de edad, respectivamente concluyendo que no hubo diferencias significativas entre edad y sexo. (Blanco, 1980).

El peso vellón promedio para alpacas hembras de 1, 3 y 5 años de edad fueron de 0.98, 1.82 y 2.0 Kg, y en alpacas machos de 1.22, 2.38 y 2.45 Kg., concluyendo que los machos presentan mayores pesos de vellón equivalente a 2.01 Kg, que las hembras equivalentes a 1.60 Kg (Cruz, 1989).

En Nueva Zelanda y Australia, Wuliji *et al.* (2000) y McGregor (2004) reportaron datos de peso de vellón de alpacas de 2.2 y de 2 a 3.3 Kg, respectivamente. Aunque casi se ha generalizado que la fibra de los vellones obtenidos de las alpacas en las comunidades campesinas peruanas tiene baja producción y calidad, es posible obtener una producción promedio bianual de 2.30 Kg. Sin embargo, bajo una cría medianamente tecnificada es posible obtener una producción anual de entre 2.1 a 2.3 Kg (Quispe *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2009). Asimismo, Bryant *et al.* (1989) refieren que el peso de vellón promedio por año para tres niveles tecnológicos, alto, medio y bajo, son del orden de 1.60, 1.40 y 1.20 kg, respectivamente.

La producción de fibra es influenciada por los factores tales como la raza, sexo y especialmente la edad de los animales. En efecto a la primera esquila el vellón de la alpaca es de 1.34 kg (aproximadamente 10 meses de edad) y aumenta aceleradamente a medida que transcurre la edad del animal, registrándose: 1.79, 2.19, y 1.89 kg, a los 2, 3 y 4 años de edad respectiva (aumento anual 0.55 Kg. /año). No obstante, que a partir de la cuarta esquila el

incremento del peso vellón es menor y negativa (aumento promedio 0.11 Kg/año), reportando promedios de una esquila anual de peso vellón de 1.33 kg para machos y 1.17 para hembras de 10 meses, a los 2 años 1.71 kg, y 1.86 Kg., para hembras (Bustinza, 2001).

**Tabla 6.** Peso de vellón Kg., por edad y sexo.

Sexo	Edad (años)										Prom.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Macho	1,33	1,71	2,24	2,59	2,60	2,61	2,55	2,49	2,41	2,30	2,28
Hembra	1,35	1,86	2,13	1,19	1,90	1,84	1,75	1,71	1,69	1,60	1,70
Prom.	1,34	1,79	2,19	1,89	2,25	2,23	2,15	2,10	2,05	1,95	1,99

Fuente: Bustinza, 2001.

El máximo de peso de vellón se logra a los 4 a 5 años de edad, no existe diferencia entre variedades, pero si entre sexos. En ambas variedades los machos promedian un peso vellón grasiento de 2.6 Kg. y las hembras 1.7 Kg. en general el peso vellón es más afectado por la edad que por la variedad y el sexo. La gestación y la lactación reducen el peso de vellón en un 8% y solo la lactación en 5% (Ruiz, 2004).

El peso de vellón de alpaca, varía según la raza, sexo y edad, esta reviste importancia por ser una característica altamente heredable permitiendo ser utilizado, en la selección fenotípica eficientemente, considerando la influencia de la densidad de vellón, longitud de mecha, finura y medio de crianza. Donde para alpacas huacaya se obtiene  $1.86 \pm 0.49$  Kg y  $1.99 \pm 0.38$  Kg, para machos y hembras, respectivamente (Solís, 1997).

**Tabla 7:** Promedios comparativos de peso vellón en alpacas Huacaya y Suri.

Sexo/edad	Huacayo			Suri		
	Kg.	D.S.	CV (%)	Kg.	D.S.	CV (%)
<b>Macho</b>	1,86	0,49	26,21	2,05	0,48	23,37
<b>Hembra</b>	1,99	0,38	19,10	2,10	0,53	19,10
<b>Prom.</b>	1,93	0,44	22,66	2,08	0,51	21,24

Fuente: Solís, 1997.

El peso vellón de las alpacas Huacaya mostró diferencias por el número de esquila:  $2.19 \pm 0.49$  kg. para la primera esquila y en la segunda esquila aumento a:  $2.35 \pm 0.48$  kg. No hubo diferencias por efecto sexo para el peso vellón en alpacas Huacaya de primera esquila:  $2.23 \pm 0.51$  kg. y  $2.31 \pm 0.53$  kg., para machos y hembras respectivamente, y para la segunda esquila con  $2.16 \pm 0.48$  y  $2.39 \pm 0.45$  kg para machos y hembras.

En alpacas del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos Llachocc - Huancavelica, se obtuvieron promedios de peso vellón de 2.09 kg y 3.17 kg. para alpacas de 1 año y 2 años, respectivamente, para hembras 2.42 Kg. y 2.63 Kg. para machos, con un promedio general de 2.54 Kg (Paucar *et al.*, 2014). Quispe *et al.* (2010) describieron la calidad de fibra de alpacas Huacaya producida en la región de Huancavelica (Perú), para lo cual utilizaron una muestra de 547 animales pertenecientes a 8 comunidades (Pastales Huando, Alto Andino, Pucapampa, Choclococha, Sallca, Santa Bárbara, Tukumachay y Carhuancho), donde midieron el peso de vellón sucio por medio de una balanza electrónica inmediatamente después de la esquila; encontrando que el peso de vellón promedio es de 2303.2 gr; distinguiéndose influencia significativa por la localidad y edad, mas no por el sexo. Dichos autores concluyen que el peso de vellón sucio es mayor al promedio general a nivel de la región de Huancavelica, considerando una crianza semi tecnificada a las localidades de estudio.

En el sur de Australia, McGregor (2004) estudió la producción y valores económicos relativos de las características de la fibra de alpacas, donde usaron un total de 1100 alpacas; donde obtuvieron el peso de vellón sucio que fue de 2.44 kg. McGregor menciona que la media del peso de vellón grasiento de las alpacas Huacaya no parece ser afectado por la media del diámetro de fibra; en cambio en el caso de alpaca suri el peso de vellón grasiento incrementa cuando el diámetro de fibra alcanza los 29 a 33  $\mu$ m de diámetro, de lo contrario disminuye.

Wuliji *et al.* (2000) estudiaron el rendimiento de la producción, estimaron repetibilidad y heredabilidad para peso vivo, peso de vellón y características de la fibra; también obtuvieron los valores del peso de vellón. Estos estudios fueron realizados en la Isla Sur de Nueva Zelanda. Los resultados obtenidos para peso de vellón grasiento fueron de 2.16 kg, 3.02 kg y 1.97 kg para alpacas adultas, tuis, y crías respectivamente; para peso de vellón limpio los resultados fueron de 2.03 kg, 2.94 kg y 1.84 kg para alpacas adultas, tuis y crías respectivamente. Los machos mostraron tener mayor peso de vellón que las hembras.

### **2.3.2. Diámetro de fibra.**

El diámetro de la fibra es uno de las variables más importantes en la clasificación de la fibra, el cual podría determinar el precio de la fibra en el mercado. La comercialización generalmente se realiza por peso de vellón; pero hay empresas privadas que otorgan incentivos por finura de vellón. Sin embargo, la medición del diámetro de la fibra representa un problema de costos y de accesibilidad a los métodos existentes, especialmente para los pequeños productores. Algunas muestras son enviadas a laboratorios especializados y, en otros casos, solo

cuentan con la inspección visual. En alpacas, el nivel de nutrición también juega un rol importante en la formación y maduración folicular, así como en el crecimiento y diámetro de la fibra y que hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que a mayor densidad folicular se producen fibras más finas (Franco, 2006).

La fibra proveniente de animales mal nutridos es menos resistente y más fina que la de animales con mejor alimentación (Florez *et al.*, 1986).

La fibra Suri es aparentemente más fina que la Huacaya. Este mismo autor asigna 26 a 28  $\mu$  como la finura promedio más probable para la fibra de alpaca que se lanza al mercado (Villaroel, 1959).

Para la evaluación, las muestras de la fibra se han muestreado de la zona media a la altura de la décima costilla, debido a considerarse la zona más representativa para medir la media del diámetro de fibra de alpaca. Así, estudiando por separado a las razas, encuentra para la Suri un promedio de 27.8  $\mu$ , con extremos que van desde 18.1 a 31.5  $\mu$  y un coeficiente de variación de 20.9%. En la raza Huacaya encontró un promedio de 24  $\mu$  con un coeficiente de variación de 22.9%. Sin embargo, el mismo autor recomienda tomar dichas observaciones con reserva pues el estudio se realizó con pocos animales (McGregor, 2004).

En el CIP-La Raya de la UNA PUNO, se utilizó 60 alpacas alimentadas en pastos naturales de la zona; se formó 3 grupos: I. 0 a 1, II. 1 a 2, III. 2 a 3 años

de edad, machos y hembras. Para determinar el diámetro de la fibra el año se dividió en 6 periodos: 1) Enero - Febrero, 2) Marzo Abril, 3) Mayo-Junio, 4) Julio-Agosto, 5) Septiembre-Octubre, 6) Noviembre-Diciembre. Los resultados fueron: I. Nacimiento  $22.62 \pm 1.14 \mu$ , enero-febrero  $25.14 \pm 1.94 \mu$ , marzo-abril  $23.78 \pm 1.89 \mu$ , mayo-junio  $23.60 \pm 1.96 \mu$ , julio-agosto  $23.29 \pm 1.93 \mu$ , setiembre-octubre  $21.51 \pm 1.44 \mu$  (Bustinza y Apaza, 1985).

El diámetro de fibra de alpaca Huacaya en crías y adultas; que se dividió en 4 periodos: I. enero, febrero y marzo. II. Abril, mayo y junio. III. Julio agosto y setiembre. IV. Octubre, noviembre y diciembre. Donde se reportó para crías en el I periodo  $23.93 \mu$ , II periodo  $22.26 \mu$ , III periodo  $21.47 \mu$  y en el IV periodo  $21.90 \mu$ . Para adultas en el I periodo  $28.17 \mu$ , II periodo  $27.03 \mu$ , III periodo  $26.23 \mu$  y en el IV periodo  $26.21 \mu$ . Obteniendo así en el primer periodo el mayor valor, atribuyendo esto a la mayor disponibilidad de pastos. En un estudio que incluye 100 animales, sin considerar razas ni colores, encontró un promedio de  $25.3 \mu$  con extremos de 16 a  $40 \mu$ . El diámetro de la fibra, en periodos de sequía en el altiplano, el diámetro de fibra disminuye aproximadamente en  $5 \mu$  (Bustinza, 2001).

En 585 muestras de vellón de alpaca provenientes de USA de distintas edades y sexos, se encontró valores de diámetro de fibra de  $26.7 \mu$  para hembras y  $27.1 \mu$  para machos, igualmente  $24.3 \mu$  para 01 año de edad,  $26.5 \mu$  para 02 años de edad y  $30.1 \mu$  para 03 años a más de edad (Lupton, 2006).

Los resultados obtenidos sobre una población de 980 alpacas criadas en diferentes regiones de Bolivia, el diámetro de la fibra fue de  $20.7 \pm 2.1 \mu$ ; promedios de diámetro de fibra de  $25.7 \mu$  con un rango de  $23.4 \mu$  -  $27.3 \mu$ , posee

un coeficiente de variación de 24.10% provenientes de alpacas australianas (Ponzoni, 2000).

En Australia alpacas de 2 a 6 años de ambos sexos de razas Huacaya y Suri, el promedio en cuanto a finura de fibra del 10% de alpacas, presentan una media de 24  $\mu$  y más del 50% están sobre los 29.9  $\mu$  respectivamente (McGregor, 2006).

En 203 alpacas de ocho comunidades de la región alto andina de Huancavelica reportan que más del 60% de las alpacas tuvieron el vellón con medias del diámetro  $\leq 23 \mu$ , lo cual corresponde a fibras de la mejor calidad; y cerca del 4% tuvieron vellones de la calidad más baja (con medias de diámetro de fibra  $> 29 \mu$ ). El diámetro de fibra de cerca del 35% de los vellones tuvieron un coeficiente de variación  $< 20\%$ , solo un 13% tuvieron un coeficiente mayor al 25%. La media del diámetro de fibra global fue de 22.7  $\mu$  (Montes *et al.*, 2008).

En 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de la región de Huancavelica de distintas edades y sexos, encontró valores de diámetro de fibra de  $21,56 \pm 0,12 \mu$  y coeficiente de variación de  $22,82 \pm 0,12\%$ , en el mismo estudio muestra diámetros de fibra de 24.62, 25.57 y 26.74  $\mu$  para animales de 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. La longitud de mecha para estas mismas edades fue de 11.24, 11.15 y 12.04 cm. respectivamente (Quispe *et al.*, 2007; Huamaní, y González, 2004).

El diámetro de fibra promedio aumenta con la edad; por ejemplo, animales de un año de edad tienen 17.4 u en comparación con 27.5 u en animales de seis años de edad. El mismo autor en el año 2001 señala que las diferencias en la fibra por efecto de sexo son mínimas y que sólo a partir de los cuatro años de

edad la fibra de machos tiende a ser de mayor grosor y diferenciarse a la de las hembras, aunque estas diferencias no son significativas (Bustinza, 1991).

Muestras de vellón provenientes de alpacas de Nueva Zelanda, en el cual se encontró promedios de diámetro de fibra de 28.00  $\mu$ , de igual manera encontró promedios de diámetro de fibra de 28.8  $\mu$  y 27.2  $\mu$  para machos y hembras respectivamente (Wuliji *et al.*, 2000).

En alpacas de 3 y 4 años de edad en el CE La Raya UNSAAC Cusco, el diámetro promedio en sexo fue 25.78  $\mu$ , y 25.33  $\mu$  para machos y hembras. El diámetro de fibra para alpacas Huacaya machos es de 27.76  $\mu$  y para hembras 27.66  $\mu$  lo que nos indica que la finura de fibra no está influenciada por el factor sexo ya que no hay diferencia significativa. Para la raza Huacaya según el factor sexo, fue de 23.93  $\mu$  y 23.56  $\mu$  para machos y hembras respectivamente, los cuales fueron similares al análisis estadístico (Montesinos, 2000).

Los diámetros de fibra son similares tanto en machos y hembras' indicando que el factor sexo no influye sobre el diámetro de fibra, los cuales aparecen en el siguiente cuadro.

**Tabla 8.** Diametro de fibra(u) de alpacas Huacaya según sexo.

FUENTE	PROMEDIO (u)		PROMEDIO GENERAL
	HEMBRA	MACHO	
Espezua, N. (1986).	29.76	28.50	29.13
Del Carpio, P. (1989).	25.22	24.88	25.05
Loza, R. (2000).	25.67	24.79	25.23
Pinazo, R. (2000).	24.70	25.36	25.03
Flores, H. (1979).	25.94	26.90	26.42
Alvarez, J. (1981).	29.33	27.39	28.36
Supo, F. (1991).	25.93	26.44	26.19

Fuente: Gonzales, 2008



La mayoría de los reportes determinaron que a medida que avanza la edad del animal tanto en machos como en hembras, estos muestran un aumento progresivo del diámetro de la fibra que guarda relación directa con la edad del animal, estos datos se observan en el siguiente cuadro.

**Tabla 9.** Diámetro de fibra (u) de alpacas Huacaya seguna edad.

EDAD (Años)				FUENTE
2	3	4	5	
19.61	24.45	25.97	27.65	Flores, H. (1979).
23.52	28.3	30.35	32.7	Álvarez, J. (1981).
24.8	26.74	29.11		Mamani, M. (2006).
21.06	24.09	26.24	27.19	Estrada, J. (1987).
23.52	25.65	28.6		Supo, F. (1991).
	23.68	26.26	27.53	Pinazo, R. (2000).
25.79	28.41	29.54		Sacachipana, D. (1986).
20.88	24.12	28.88		Encinas, M. (2008).

Fuente: Gonzales, 2008

El diámetro de fibra aumenta más intensamente desde los dos años de edad hasta los cuatro años de vida, para luego decaer al quinto año de vida (Gonzales, 2008).

En el C. E. Quimsachata en alpacas Huacaya para el factor edad, la mayor finura es para 1 año de edad (21.78  $\mu$ ) y el mayor grosor para alpacas de 3 a 5 años (26.70  $\mu$ ) e indica que el diámetro de fibra aumenta en relación directa con la edad del animal (Montesinos, 2000).

El diámetro de la fibra de alpaca oscila entre 18 y 33  $\mu$ , dependiendo a que parte del cuerpo corresponde y a la edad del animal esquilado, la finura promedio estaría en el orden de 26.80 a 27.70  $\mu$  (Villaruel, 1983).

Calderón (2014), reporta el diámetro de fibra de alpacas tuis (machos y hembras) correspondiente a los meses de Enero, Febrero y Marzo del año 2013, cuyos valores fueron  $21.93 \pm 2.65\mu$  con un coeficiente de variabilidad de 12.08%,  $21.79 \pm 2.97\mu$  con un coeficiente de variabilidad de 13.63% y  $21.33 \pm 2.98 \mu$  con un coeficiente de variabilidad de 13.97%, respectivamente ( $P \geq 0.05$ ). Esta semejanza de la variable en estudio, se debería a que la disponibilidad de nutrientes de los pastizales donde han sido pastadas las alpacas fue homogénea.

Estos valores del presente trabajo son parecidos a lo reportado por Olarte (2011) donde encontró  $21.54 \mu$  en la época de lluvias, además menciona que el efecto de dos medios ecológicos, distinta ubicación, composición botánica de los pastizales, manejo de pastoreo y competencia alimenticia, no se observó la variación del diámetro de fibra; igualmente Braga *et al.*, (2005) reportan  $21.75 \mu$  y además indican que las alpacas ubicadas a diferentes altitudes no tuvo efecto en la variación del diámetro de fibra. Mientras Lupton (2006) en otro medio ecológico diferente a los andes obtuvo valores de  $15.09 \mu$  a  $49.27 \mu$  de diámetro con una amplia variación al evaluar la fibra de alpacas en diferentes edades y así mismo indica que conforme disminuye el diámetro de fibra se hace más quebradizo, esta diferencia posiblemente se deba a otros factores como son las condiciones de clima, alimentación y salud de los animales; mientras Montesinos (2000) registra  $21.78 \mu$  que fue el menor diámetro en alpacas de 1 año de edad y  $26.70 \mu$  que fue el mayor diámetro para alpacas de 3 a 5 años.

El diámetro de fibra de alpacas tuis por efecto del factor sexo, donde las alpacas tuis machos mostraron  $21.79 \pm 2.87 \mu$  con un coeficiente de variabilidad

de 13.16% y las alpacas tuis hembras reflejaron  $21.57 \pm 2.86 \mu$  con un coeficiente de variabilidad de 13.25% ( $P \geq 0.05$ ). Esta semejanza posiblemente se deba a que las alpacas han sido pastoreados juntos en la misma pradera y son de la misma edad; lo cual concuerda con lo que menciona Bustinza (2001) quien señala que las diferencias en el diámetro de fibra por efecto sexo son mínimas y que sólo a partir de los cuatro años de edad la fibra de machos tiende a ser de mayor grosor y diferenciarse a la de las hembras, aunque estas diferencias no son significativas.

Tabla 10. Estadísticos para el diámetro de fibra ( $\mu$ ) en alpacas según sexo.

SEXO	n	PROM. $\pm$ DS ( $\mu$ )	CV (%)
MACHO	15	$21.79 \pm 2.87$	13.16
HEMBRA	15	$21.57 \pm 2.86$	13.25

( $P \geq 0.05$ )

Estos resultados son superiores con lo reportado por Siguayro (2009) quién encuentra  $17.86$  y  $18.23 \mu$  en alpacas machos y hembras, respectivamente; así mismo el autor reporta  $18.32$  y  $17.37 \mu$  en llamas machos y hembras, respectivamente; igualmente Mansilla (1988) y Sumari (1986), afirman que no hay diferencia en el diámetro de fibra entre alpacas machos y hembras, para llamas Ch'aku de un año de edad; resultados similares obtienen Marín (2007) y Sierra (1985) al evaluar el diámetro de fibra en alpacas Huacaya de un año de edad ( $P \geq 0.05$ ) por efecto sexo.

### 2.3.2. Longitud de mecha

La longitud de fibra se refiere a la medición en el largo de una fibra en forma natural considerando un año de crecimiento, cuyas mediciones se toman

de una esquila a la siguiente esquila. La longitud de fibra determina a cuál sección de la industria será destinada la fibra, ya sea al peinado o cardado. Es un parámetro de importancia en la industria textil, su determinación establece una operación de importancia práctica en las distintas fases de la crianza, comercialización e industrialización (Tapia, 1969).

La longitud de la fibra varía con la edad, raza y sexo de los animales. Las longitudes mayores corresponden a animales jóvenes de primera esquila (10 meses de edad) y las menores a animales mayores de 6 años, es decir que la longitud de fibra disminuye a medida que aumenta la edad del animal (Flórez, 1986).

La raza Suri produce fibra ligeramente más larga (15.05 cm en promedio) que la raza Huacaya (14.67 cm); y si se toma el sexo para su comparación, las diferencias son mínimas tanto en Huacaya como en Suri: 12.5 a 17.2 cm en hembras y de 13.10 a 17.00 cm en machos. Trabajando con fibra de alpaca muestra que las dos razas, Huacaya y Suri, difieren en longitud. La raza Suri mide por lo general 2.5 a 5 cm más que la Huacaya. También indica que las fibras procedentes de animales machos en ambas variedades son más largas en 1.5 a 2.5 cm más que de las hembras; sin embargo, el rango de longitud es el mismo para fibras blancas y de color (Villaruel, 1959).

La longitud de fibra constituye uno de los parámetros más importantes en su clasificación para su posterior uso en el proceso textil. El mismo autor agrega que la longitud establece el proceso textil en el cual se va a someter la fibra ya sea al peinado o al cardado. El sistema de peinado requiere fibras largas de

adecuada, resistencia, ya que va a sufrir estiramiento y tensiones durante el proceso. El sistema de cardado puede aceptar fibras cortas no muy largas ni resistentes. Las fibras animales por su origen natural, presentan una longitud variable, y esta van en función de la finura; una fibra fina será de longitud suficiente aun cuando en su dimensión real resulte corta con relación a fibras mayor diámetro (Ryder, 1968).

A mayor diámetro mayor longitud y viceversa, siempre dentro de los límites óptimos para sus usos textiles. Por ejemplo, en lana de oveja, en el Perú el sistema de clasificación exige como apta para peinado, una longitud mayor de 5 cm; mientras que, para el caso de fibra de alpaca, la longitud mínima debe ser 7.5 cm (Carpio, 1978).

En el CIP-La Raya de la UNA PUNO, se utilizó 60 alpacas alimentadas en pastos naturales de la zona; se formó 3 grupos: I. 0 a 1, II. 1 a 2, III. 2 a 3 años de edad, machos y hembras. Para determinar el crecimiento de la fibra, el año se dividió en 6 periodos: 1) Enero a febrero, 2) Marzo a abril, 3) Mayo a junio, 4) Julio a agosto, 5) Septiembre a octubre, 6) Noviembre a diciembre. Los resultados fueron: Grupo I. Nacimiento  $34.51 \pm 5.80$ , febrero  $19.17 \pm 1.19$ , marzo-abril  $32.32 \pm 3.70$ , mayo-junio  $28.24 \pm 2.48$ , julio-agosto  $29.53 \pm 3.01$ , setiembre-octubre  $20.96 \pm 3.47$  mm; Grupo II.  $29.25 \pm 3.51$ ,  $25.02 \pm 3.09$ ,  $24.47 \pm 3.62$ ,  $23.83 \pm 3.50$ ,  $21.27 \pm 3.7$  y  $17.63 \pm 3.47$  mm; Grupo III.  $30.77 \pm 3.26$ ,  $25.79 \pm 3.38$ ,  $24.21 \pm 3.57$ ,  $22.08 \pm 3.07$ ,  $21.17 \pm 3.47$ , y  $15.75 \pm 2.94$  mm (Olarte, Bustinza y Apaza, 1985).

El crecimiento de fibra de alpaca Huacaya en crías y adultas; que se dividió en 4 periodos: I. enero, febrero y marzo. II. Abril, mayo y junio. III. Julio

agosto y setiembre. IV. Octubre, noviembre y diciembre. Donde se reportó para crías en el I periodo 3.91cm, II periodo 3.44cm, III periodo 3.81cm y en el IV periodo 3.64cm. Para adultas en el I periodo 4.09cm, II periodo 2.86cm, III periodo 2.54cm y en el IV periodo 2.21cm. Obteniendo así en el primer periodo el mayor valor, atribuyendo esto a la mayor disponibilidad de pastos ya que el primer periodo corresponde a enero, febrero y marzo que es la época de lluvias. También se reportó el crecimiento diario de fibra para crías: I. 0.43mm, II. 0.41mm, III. 0.42mm y IV. 0.36mm. Para adultas: I. 0.45mm, II. 0.34mm, III. 0.28mm y IV. 0.22mm (Tagle, 1990).

En animales provenientes de diferentes empresas del Departamento de Puno, encontraron un promedio general de 10.14 cm, con un rango de 9 a 11.95 cm, pero tomando valores individuales la variación fue de 6.5 a 14.8 cm. Esto nos ilustra sobre la gran variabilidad que existe dentro del rebaño y entre rebaños y la posibilidad de hacer mejoras en longitud de fibra (Villarroel, 1959).

En la SAIS Aricoma indican que la longitud de fibra en alpacas Huacaya tiene un promedio de 10.11 cm para animales de 2 años y 9.59 cm para animales de 6 años de edad, observándose que existe una reducción ligera a partir del segundo año con un promedio general de 9.83 cm (Estrada, 1987).

La longitud de fibra promedio para alpacas es de 10.40 cm; el crecimiento de la longitud de fibra en alpacas desciende paulatinamente al pasar los años siendo los promedios de 12.60 cm en animales de 1 año, 12.15 cm en animales de 2 años, 11.20 cm entre 2 a 3 años y 10.40 cm para 6 a 7 años de edad (Condorena, 1985).

Esto demuestra en forma inobjetable que la esquila anual satisface en la longitud de fibra los requerimientos de la industria textil, por consiguiente, es totalmente errada la práctica de la esquila bianual para una mayor longitud de fibra (Calle, 1982).

En estudios diversos coinciden en señalar que la longitud de fibra disminuye conforme avanza la edad del animal, aprecie en la siguiente tabla.

**Tabla 11.** Longitud de fibra (cm) en alpacas Huacaya según edad.

<b>EDAD (Años)</b>			
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
12.05	12.00	11.78	11.26
11.74	12.93	12.84	12.63
8.92	10.26	10.78	11.04
12.32	11.56	11.52	
	10.19	9.30	9.61
11.46	9.74	8.28	

Fuente: Gonzales, 2008

En Quimsachata indican que las alpacas machos poseen mayor longitud de mecha  $12.15 \pm 2.10$  cm que las hembras  $11.81 \pm 2.22$  cm, al análisis estadístico fueron similares (Montesinos, 2000).

Así mismo, en el mismo centro obtuvo una superioridad ligera en machos, en la raza Huacaya los machos tienen una longitud de mecha de 12.03 cm y las hembras 11.47 cm (Flores, 1979). En el CIP La Raya la longitud de mecha para machos es de 13.93 cm y para las hembras es de 13.02 cm encontrando una diferencia altamente significativa (Delgado, 1986). En el CIP La Raya en la raza Huacaya, los machos tienen un promedio ligeramente inferior (9.16 cm) frente a las hembras (9.58 cm), pero llevados al análisis estadístico fueron similares (Pinazo, 2000).

En el departamento de Puno indican que para 2 años los machos presentaron una longitud de mecha promedio de 9,36 cm y las hembras de 10,03 cm; las alpacas de ambos sexos no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, existe un aumento de longitud de mecha en las hembras (Zanabria, 1989).

En la provincia de Canchis, Región Cusco (hacienda Toma Toma) se reportó datos de longitud de mecha desde los 3 hasta los 14 años de edad en alpacas hembras: 12.45cm, 12.27 cm, 12.06 cm, 11.69 cm, 11.24 cm, 11.29 cm, 10.66 cm, 10.10 cm, 9.77 cm, 8.95 cm, 8.97 cm y 7.88 cm y para machos desde los 3 hasta los 8 y 10 años: 12.15 cm, 13.74 cm, 12.31 cm, 12.05 cm, 11.95 cm, 10.95 cm y 10.36 cm respectivamente para alpacas de la raza Huacaya (Mansilla., 1972).

Se observa una superioridad ligera en hembras de la raza Huacaya (9.35 cm) en comparación a los machos (9.24 cm), no mostrando diferencia estadística significativa (Espezua, N., 1986).

El crecimiento de fibra en alpacas Huacaya de 1y 2 años, concluyo que la fibra de 1año de crecimiento tiene mejores características de longitud y uniformidad, frente a aquellas crecidas durante dos años, aparte del deterioro que se opera en el ápice de la fibra en casi 2.5 cm por acción de los rayos ultravioletas intensos en la sierra. De acuerdo a estos resultados, propone que para la clasificación de la fibra de alpaca que los vellones que tengan como promedio 7.5 cm o más sean destinados al proceso de peinado y los vellones con promedios de longitud inferiores sean destinados al proceso de cardado.



Para el caso de la alpaca "baby" la longitud mínima para el proceso de peinado será de 5 cm (Villarroel, 1959).

Calderón (2014), reporta estadísticos de longitud de fibra en alpacas tuis de un año de edad evaluados en los meses de enero, febrero y marzo, cuyos promedios fueron  $14.95 \pm 0.12$  mm con un coeficiente de variabilidad de 0.80%,  $13.29 \pm 0.48$  mm con un coeficiente de variabilidad de 3.61% y  $9.87 \pm 0.32$  mm con un coeficiente de variabilidad de 3.24%; estos valores al ANVA mostraron diferencias significativas. Estos resultados muestran que en el mes de enero el crecimiento de fibra fue 14.95 mm, lo cual es superior en 1.66 mm con respecto al mes de febrero, en el mes de febrero el crecimiento de fibra fue 13.29 mm, que fue superior en 3.42 mm respecto al mes de marzo y en el mes de marzo el crecimiento de fibra fue 9.87 mm, que fue inferior a los meses de enero y febrero, y el total en los tres meses el crecimiento fue de (38.11 mm). Esta variabilidad de los promedios, podría atribuirse a efectos nutricionales específicamente a los niveles de proteína en los pastizales, ya que en el mes de enero los pastizales son verdosos y succulentos y que estos van disminuyendo en los meses de febrero y marzo porque van lignificándose.

Estos valores del presente trabajo son similares a lo reportado por Tagle (1990), quien afirma que en periodos de enero, febrero y marzo el crecimiento de fibra de crías fue de 3.91 cm y para adultas un crecimiento de 4.09 cm en alpacas pertenecientes al CIP La Raya, obteniendo así en el primer periodo el mayor valor, atribuyendo esto a la mayor disponibilidad de pastos verdes ya que el primer periodo corresponde a enero, febrero y marzo que es la época de lluvias. Así mismo Olarte *et al.*, (1985), reportaron valores superiores a los

valores del presente trabajo, pero las alpacas tuvieron 1 a 2 años de edad, donde en los meses de enero y febrero hubo un crecimiento de fibra de 29.25 mm y para los meses de marzo y abril 25.02 mm, diferencia que se debería a la disponibilidad de alimento, composición del pastizal y a la diferente calidad genética de los individuos en estudio.

La longitud de fibra en relación al efecto sexo, en el cual las alpacas tuis machos mostraron crecimientos de  $12.92 \pm 2.55$  mm comparado a la de las alpacas hembras que alcanzaron  $12.48 \pm 2.64$  mm ( $P \leq 0.05$ ). Esta variabilidad se podría atribuir a los factores fisiológicos–hormonales y crecimiento de los folículos secundarios más acelerado a favor de los machos (Flores, 1988).

Estos resultados son superiores comparado al reporte de Siguayro (2009) quien encontró 10.52 y 10.09 mm en alpacas machos y hembras, respectivamente; así también reporta 8.88 y 8.49 mm para llamas machos y hembras respectivamente ( $P \leq 0.05$ ). Por otro lado, Marín (2007) reportó 11.18 cm de longitud de fibra para alpacas hembras de un año de edad y 10.29 cm para machos de la misma edad que las hembras ( $P \leq 0.05$ ). Igualmente, Sierra (1985), citado por Solís (2000), reportó longitudes de 10.95 y 13.27 cm para machos y hembras, respectivamente.

### **2.3.3. Correlación densidad folicular y peso vellón**

La correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio para alpacas de un año de edad, dos años de edad, machos y hembras fueron 0.172, -0.030, -0.348 y -0.057 respectivamente. La correlación entre las variables

estudiadas en alpacas macho resulto ser significativo a la prueba de correlaciones ( $p < 0.05$ ); en cambio en alpacas hembras de un año y dos años las correlaciones no llegaron a ser significativas ( $p > 0.05$ ). Con ello podemos decir que no existe correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas de 1 año, 2 años en hembras; mientras que si existe en machos (Paucar *et al.*, 2014).

**Tabla 12.** Correlación (r) entre índice folicular y pesos vellón.

Factor Sexo	Edad/	r	P-valor	n	r <sup>2</sup>
1 año		0.172 ns	0.2821	41	0.965
2 año		-0.030 ns	0.8757	29	0.974
Macho		-0.348*	0.02994	39	0.955
Hembra		-0.057 ns	0.7625	31	0.953
Global		-0.254*	0.03409	70	0.953

Fuente: Paucar *et al.*, 2014 (Indica que el coeficiente de correlación es significativo ( $p < 0.05$ ). NS: Los coeficientes no resultan significativos ( $p > 0.05$ ). n: Numero de animales. r<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

En el centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Lachocc, de la universidad de Huancavelica, se determinó la correlación de índice folicular, peso vellón sucio y diámetro de fibra, para 70 alpacas de la raza Huacaya de 1 y 2 años de edad de ambos sexos: los resultados del IF (S/P), PVS (Kg) y MDF ( $\mu$ ) fueron 12.81, 2.54 y 21.1 respectivamente. Las correlaciones entre IF-PVS, IF-MDF y MDF-PVS, fueron -0.25, -0.38 y 0.55, respectivamente, estos fueron significativos ( $P < 0.05$ ) a la prueba de correlaciones. Mostrando que el índice folicular tiene correlación negativa baja con el peso vellón sucio y la media de diámetro de fibra, mientras que la

correlación entre la media de diámetro de fibra y el peso de vellón sucio es positiva moderada (Paucar *et al.*, 2014).

También, sobre la correlación de densidad folicular y finura, en alpacas huacaya existe una correlación negativa ( $r=-0.8$ ), lo que quiere decir a mayor densidad folicular la fibra tiene un menor diámetro. Esta alta asociación favorable debe ser usada en la selección de reproductores de calidad y la maduración folicular alcanza al 75 % (Bustinza, 2001).

El coeficiente de correlación para el diámetro de fibra entre primera y segunda esquila fue positiva y alta  $r = 0.631$ ; mientras que, entre el peso vellón de primera y segunda esquila mostró una correlación positiva media  $r=0.399$ , lo cual indica que existe una relación positiva entre la primera y segunda esquila tanto para la variable diámetro de fibra, como el peso vellón (Condori, 2009).

Escobar *et al.*, (2009), con el objetivo de estudiar la relación entre la media del índice folicular y la media de diámetro de fibra en alpacas huacaya en el Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. Muestrearon 80 alpacas y procesaron las biopsias mediante medios histológicos y coloración de hematoxilina - eosina. Encontraron correlaciones de -0.548, -0.079, -0.055, -0.401, -0.595, -0.034, -0.004 y -0.224 entre media de índice folicular y media de diámetro de fibra para alpacas machos, hembras, de un año de edad, 2 años de edad, 3 años de edad, 4 años de edad, 5 años de edad y 6 años de edad respectivamente, con una correlación general de -0.115. Estas correlaciones no llegaron a ser significativas, es decir que los autores concluyen que no existe ninguna correlación entre el índice folicular y el diámetro de fibra.

El efecto de la edad sobre la población folicular y su relación con sus características de calidad de mohair en el núcleo experimental de caprinos de angora del INTA Bariloche - Argentina. Para el estudio seleccionaron seis animales de ambos sexos en cinco grupos etarios ( $n=30$ ) que corresponde a animales de 5 meses (1), 29 meses (2), 41 meses (3), 53 meses (4) y 65 meses (5). Obtuvieron las muestras de la fibra por tricotomía de 100 cm<sup>2</sup> de la piel en la zona media de la parrilla costal y Para obtener la biopsia de piel emplearon un sacabocado circular de 10 mm de diámetro. Procesaron las muestras por la técnica desarrollada por (Carter *et al.*, 1956), encontrando una correlación de - 0.43 entre índice folicular y diámetro de fibra, concluyendo que esta correlación es significativa.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El presente estudio fue realizado en la “Empresa Agropecuaria Coarita - ECAC”, que se encuentra en el fundo Yanacancha – Tocra, la misma está ubicada en la comunidad campesina de Coarita, distrito de Paratía, provincia de Lampa; entre las coordenadas geográficas S 15°25`37.6” y W 70°35`39.8”, con temperaturas que oscilan de 12 °C a -15 °C y una precipitación pluvial de 380 mm<sup>3</sup>, la misma que se encuentra a 4553 msnm., con una extensión de 437 Has., comprendido dentro de la zona agroecológica de Puna Seca, con formaciones de laderas y lomas, dedicada a la crianza de camélidos andinos (alpacas y llamas).

#### 3.2. Material de estudio

Para la ejecución del trabajo de investigación se ha utilizado 20 alpacas tuis de 01 año de edad nacidos en el año 2016, los que fueron esquilados a los 11 meses que corresponde a la 1ra esquila y cuando alcanzan dos años de edad se realizó la segunda esquila; de los cuales se obtuvieron con un sacabocado las muestras de piel para su procesamiento en el Laboratorio de Histología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UNA – Puno.

Se utilizaron registros de nacimientos y de esquila, en este último se registró los datos de identificación individual de cada animal, después de cada esquila se realizó el proceso de pesado de vellón y registro de datos como corresponde.

### 3.3. Materiales

#### 3.3.1. Material de campo

- Corral de manejo
- Playa de esquila
- Cuaderno de registro de datos.
- Fichas de registro de nacimiento y esquila.
- Tijeras manuales de esquila
- Mancuernas o pateras de sujeción para esquila.
- Balanza tipo reloj
- Alcohol yodado
- Formol al 10%
- Algodón
- Gasa
- Frascos para muestra
- Puchs (sacabocado)
- Rasurador
- Formol al 10%
- Equipo de disección
- Cámara fotográfica
- Balanza analítica
- Estufa
- Cuaderno de campo
- Lápiz de carbón B2.
- Congeladora

- Baño maría
- Micrótomó semiautomático
- Láminas porta objetos
- Láminas cubre objetos
- Cuchillas
- Alcohol absoluto
- Xilol
- Parafina
- Agua destilada
- Vasos de precipitación
- Placas de Leukhar
- Microscopio

### **3.4. Metodología.**

#### **3.4.1.1. Determinación de peso vellón**

Los animales en estudio fueron esquilados en la playa de esquila con tijeras manuales, una vez terminada la esquila se procedió el envellonado de la fibra en forma de tambor, posteriormente se procedió el pesado en una balanza tipo reloj de 10 kilogramos, y se registró el peso de vellón de cada alpaca esquilada en el registro de esquila según el arete de identificación.

#### **3.4.1.2. Para la muestra de la piel**

Las biopsias de piel se obtuvieron con un sacabocado llamado “**punch**” descartable con medida de 6 mm de diámetro, de la región media costillar derecho de cada animal, es decir aproximadamente de la décima costilla, en la



mitad del cuerpo (Frank *et. al.*,1993). Se considera esta parte del cuerpo por ser la más representativa que otras, en cuanto a características de pelaje (Martínez 1997). Una vez muestreadas la piel se fijó en una solución de formol al 10 % para luego trasladarlo al Laboratorio de Histología y Embriología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano.

### **3.4.2. Técnica Histológica.**

Para la determinación de la relación de los folículos, las muestras de piel de alpaca fueron procesadas con la técnica de inclusión en parafina, empezando con la fijación con formol al 10%.

Se realizó el procedimiento de lavado de la muestra en agua de caño a chorro durante 12 horas.

Luego la deshidratación en alcoholes ascendentes desde 70%, 75%, 80%, 90% 100% en tres frascos de cada uno, con una duración de una hora y de un frasco de cloroformo.

La inclusión de parafina se realizó en una estufa a una temperatura de 59 – 60°C, el primer frasco contenía 50% de cloroformo y 50% de parafina pura; el segundo y tercer frasco tuvo parafina pura, teniendo en cada uno de estos frascos las muestras de piel, por un tiempo de una hora cada uno y al final se procesó con parafina pura los tacos o bloques con sus respectivas identificaciones.

Posteriormente se realizó los cortes a las muestras con micrótopo semiautomático con un diámetro de cuatro micras, luego se pasó los cortes a baño María para el extendido a una temperatura de 40 – 45°C.

Luego se colocó las muestras en una lámina portaobjetos untado con albumina de Mayer.

La coloración de las muestras se ha llevado a la batería de coloración con hematoxilina y eosina.

Se realizó la desparafinación en tres frascos de xilol

Luego para hidratar se colocó las muestras por tiempo de cuatro minutos en 100%, 95%, 70% de alcohol.

Luego se puso al frasco con hematoxilina por 8 minutos.

Seguidamente se puso al alcohol ácido para quitar el exceso de colorante por 3 segundos.

Para el viraje se colocaron en carbonato de litio por 4 minutos luego enjuagamos con agua destilada, y después se colocó las muestras al frasco de colorante de eosina por un minuto.

Finalmente, se realizó la deshidratación con alcoholes por 1 minuto, y en seguida con xilol en tres frascos por 5 minutos para el aclaramiento o diafinización.

Para la lectura se ha colocado las muestras en láminas de porta y cubre objeto.

### **3.4.3. Determinación del diámetro de fibra**

Para la medición de las características cuantitativas de la fibra se realizó en el laboratorio de fibras del INIA -Quimsachata, con el Analizador Óptico de Diámetro de Fibra (OFDA 2000) portátil, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se realizó primero la calibración del equipo OFDA 2000 con el slide o gradilla usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.
- Para determinar el factor de corrección de grasa primero se realizó la identificación de 30 muestras de fibra en sucio, debido a que el OFDA 2000 mide las dimensiones de fibras crudas (grasientos y sucios) y luego utiliza un factor de corrección de la constante (dentro de una muestra) para estimar las verdaderas dimensiones. Este factor de corrección se ha calculado en el laboratorio, en este caso el factor de corrección de grasa fue de  $0.6\mu\text{m}$ .
- Luego se procedió a medir todas las muestras de fibra colocándose en una gradilla y el analizador óptico de diámetro de fibra es quien se encargó de aplicar la corrección de grasa automáticamente y así determinó la media del diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura, etc.

#### **3.4.4. Determinación de la densidad folicular**

Para el conteo de la densidad folicular se ha utilizado un microscopio, y con el objetivo de 10 X en cuya pantalla se determinó a la medida de 1 000,000 de micras que en milímetros es de  $1\text{mm}^2$ .

En cada muestra se realizó la lectura de tres campos diferentes para obtener un promedio representativo de los datos.

Como la piel se encoge normalmente en el proceso histológico, ha sido necesario determinar el factor de encogimiento de la piel para hallar el número de folículos real por  $\text{mm}^2$ , siguiendo el método usado por Tapia (1969), Gaytán (1967), y otros, para lo cual se midieron en las muestras los diámetros, directamente de las

láminas montadas y coloreadas, usando la fórmula de elipse ( $\pi \cdot a \cdot b$ ) se halló el área reducida y por diferencia se determinó el porcentaje de encogimiento para después obtener el factor de encogimiento de cada una de las muestras.

Con el factor de corrección encontrada se procedió a determinar la densidad folicular por  $\text{mm}^2$  para cada muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$DF = NF \times FCS \times FA$$

Donde:

DF = Densidad folicular por  $\text{mm}^2$ .

NF = Número de folículos encontrados.

FCS = Factor de corrección de superficie.

FA = Factor de corrección de encogimiento de la piel.

### 3.5. Análisis estadístico

Los datos de las variables en estudio como peso de vellón, longitud de mecha y diámetro de fibra se procesaron mediante diseño completamente al azar, bajo el arreglo factorial de 2 (dos esquilas) x 2 (dos sexos), cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta (peso de vellón, longitud de mecha y diámetro de fibra).

$\mu$  = Media poblacional

$A_i$  = Efecto de  $i$ -ésimo esquila (Primera y segunda esquila)

$B_j$  = Efecto de  $j$ -ésimo sexo (Macho y hembra)

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción esquila/sexo

$E_{ijk}$  = Efecto del error no controlable

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

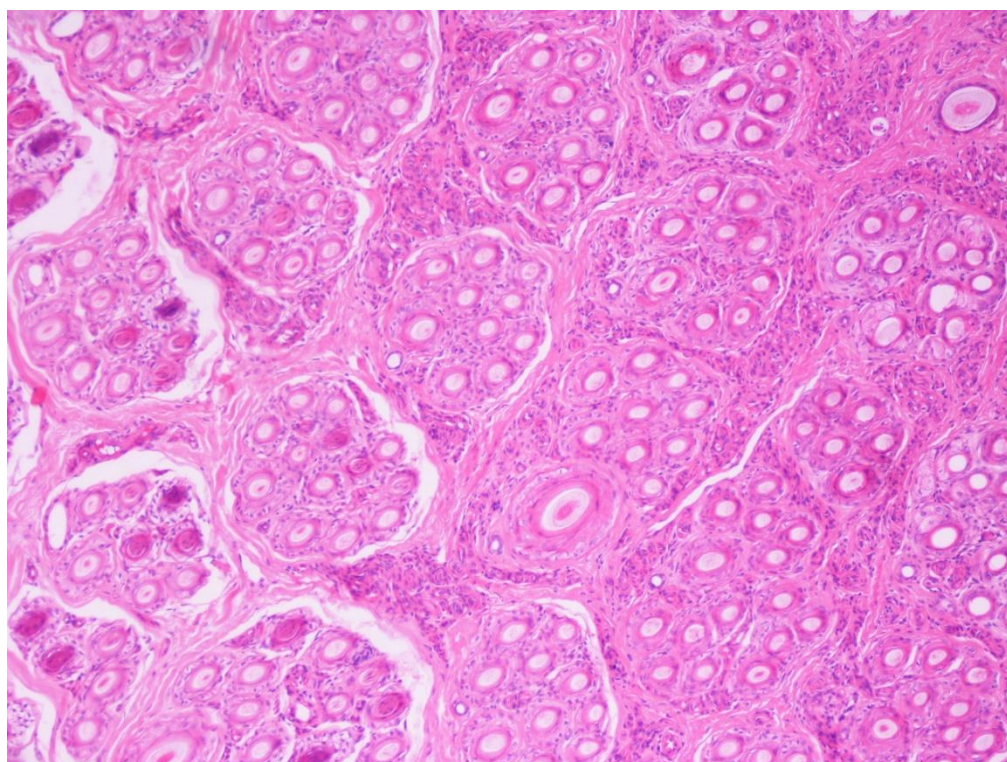
### 4.1. Características de la fibra de alpacas

#### 4.1.1. Densidad folicular secundario

**Tabla 13.** Densidad folicular secundario DFS/mm<sup>2</sup> en la piel de alpacas Huacaya Macho y Hembra según numero de esquila.

Esquilas	Sexo	n	Promedio $\pm$ DS	Relación DFP : DFS
Primera	Hembras	10	34.09 $\pm$ 1.09	1 : 12.18
	Machos	10	36.08 $\pm$ 0.87	1 : 13.36
Segunda	Hembras	10	31.51 $\pm$ 1.12	1 : 11.15
	Machos	10	31.78 $\pm$ 0.92	1 : 13.24

Figura 1: Histología de la piel



En la tabla 16 y figura 1, se observa medidas de tendencia central y de dispersión de la relación densidad de folículos secundarios (DFS) según los

factores número de esquila y sexo animal; en donde, la DFS en alpacas hembras de primera esquila muestran 34.09 FS/mm<sup>2</sup> de piel que fue inferior al de los machos 36.08 FS/mm<sup>2</sup> de piel; en cambio, en alpacas hembras y machos de segunda esquila se encontró 31.51 y 31.78 folículos secundarios/mm<sup>2</sup> de piel, respectivamente ( $P \geq 0.05$ ).

Referente a la relación entre DFP y DFS en alpacas hembras y machos de primera esquila fue de 1:12.18 y 1:13.36, respectivamente; mientras en alpacas hembras y machos de segunda esquila se ha encontrado una relación de 1:11.15 y 1:13.24; de lo cual podemos observar que, en los machos se encontró la mayor relación comparado al de las alpacas hembras en las dos esquilas; debido a que, las hembras han demostrado disminución en el número de folículos secundarios con respecto al de primera esquila; estas diferencias podría atribuirse que en alpacas hembras se práctica escasamente la selección durante el manejo genético reproductivo; no obstante que, en los machos se mantiene la relación de (DFP:DFS) entre primera y segunda esquila, esto podría deberse a la presión de selección que se practica en machos durante el periodo reproductivo frente a las hembras.

Los valores encontrados en el presente estudio fueron inferiores al reporte de Molina, *et al.*, (2016), quienes encontraron en alpacas Suri una densidad folicular total de 42.8 f/mm<sup>2</sup>, con valores que oscilan de 19 a 58 f/mm<sup>2</sup>, mientras en alpacas Huacaya encontró una densidad folicular promedio de 41.6 f/mm<sup>2</sup> con valores extremos que oscila de 23 a 56 f/mm<sup>2</sup>; mientras fue menor en la relación folicular secundario/primario en promedio para Huacaya es de  $7.21 \pm 0.52$  f/mm<sup>2</sup>,



y para las alpacas Suri  $7.21 \pm 0.62$  f/mm<sup>2</sup>; diferencia que podría deberse a la metodología empleada en el estudio.

Con respecto a la relación DFS/DFP Paucar *et al.*, (2014) en alpacas del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos Llachocc - Huancavelica, encontraron valores similares comparado al presente trabajo de investigación, donde la relación folículos secundarios/primarios de  $13.74$  f/mm<sup>2</sup> y  $11.49$  f/mm<sup>2</sup> para alpacas de 1 año y 2 años, respectivamente; y según sexo las hembras tuvieron  $13.30$  f/mm<sup>2</sup> y los machos  $12.42$  f/mm<sup>2</sup> con promedio general de  $12.81$  f/mm<sup>2</sup>. Y Frank *et al.*, (1993) encontró en 120 camélidos sudamericanos domésticos, una densidad folicular total (DFT) de  $18.3 \pm 0.42$  f/mm<sup>2</sup> (7.0 a 31.2); densidad de folículos secundarios (DFS)  $15,6 \pm 0.37$  f/mm<sup>2</sup> (5.4 a 25.4); densidad de folículos primarios (DFP)  $2.7 \pm 0.07$  f/mm<sup>2</sup> (1.2 a 5.8); relación de folículos primarios/secundarios (R:S/P)  $6.0 \pm 0.16$  (3.4 a 15.6).

Valores inferiores reporta Calle, (1982), como densidades de 16.93 folículos por mm<sup>2</sup>, con una relación folicular de 7.18 secundarios por cada primario y además manifiesta que los grupos foliculares en la alpaca, se hallan constituidos por un folículo primario y un número variable de secundarios; que raramente se observó el trío de los folículos de la formación típica de los ovinos. Y los folículos primarios están acompañados de las glándulas sudoríparas y del músculo correspondiente, mientras que los folículos secundarios carecen de dicha estructura, aunque ambos folículos tienen glándulas sebáceas, pero en menor cantidad comparado a la de ovinos. Mientras, Antonini (2006), menciona que no hay diferencias en la estructura folicular, donde los folículos presentan una relación DFS/DFP promedio de  $8.00 \pm 1.43$ , en el grupo de alpacas esquiladas  $8.31 \pm 1.53$  mm<sup>2</sup> de piel, y  $7.70 \pm 1.28$  mm<sup>2</sup> de piel en alpacas no

esquiladas, al respecto que el efecto ambiental podría influir, ya que confirman que la producción de las fibras más finas está a cargo de los folículos secundarios y que en el caso de los animales esquilados la rapidez de crecimiento parece haber favorecido la disminución del diámetro de fibra en crecimiento. Por su parte, Flores *et al.*, (2004), concluye que la densidad es el número de fibras por unidad de superficie; al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel siendo en general muy alta la densidad, a medida que el animal va creciendo la piel se expande y la densidad folicular disminuye.

#### 4.1.2. Diámetro de fibra

**Tabla 14.** Diámetro de fibra (u) en alpacas Huacaya machos y hembras según número de esquila.

Sexo/esquila	Primera esquila			Segunda esquila		
	n	Prom.	D.S.	n	Prom.	D.S.
<b>Macho</b>	10	17.27	1.02	10	18.73	1.76
<b>Hembra</b>	10	17.18	1.04	10	18.63	1.63
<b>Prom.</b>	20	17.23 <sup>a</sup>	1.02	20	18.68 <sup>b</sup>	1.67

Fuente: Elaboración propia

El diámetro de fibra en alpacas machos y hembras de 1ra esquila fue de 17.27 y 17.18 kg, respectivamente; y los de 2da esquila los machos tuvieron 18.73 y las hembras 18.63 kg; cómo podemos apreciar entre esquilas hay diferencia estadística y entre sexo dentro de cada esquila no se encontró diferencias.



Valores similares reporta Del Carpio (1989), en donde las alpacas Huacaya de diez meses hasta seis años de edad, el diámetro de fibra incrementa de 17.4 a 27.5  $\mu\text{m}$ ., y durante los primeros meses de vida del animal el diámetro de fibra tiene un rango de 21 a 23  $\mu\text{m}$  y luego se incrementa de 25 a 27  $\mu\text{m}$  y finalmente desciende de 21 a 22  $\mu\text{m}$  (McGregor, 2004). En la Región de Puno en animales de dos años de edad, registra (Florez *et al.*, 1986) valores de 14 a 30  $\mu\text{m}$ . Mientras Gonzales, *et al.*, (2008) en alpacas criadas en Huancavelica las variaciones del diámetro de fibra por edad son de 24.62  $\mu\text{m}$  para animales de dos años, 25.57  $\mu\text{m}$  tres años y 26.74  $\mu\text{m}$  en animales de cuatro años de edad. Igualmente, Quispe *et al.*, (2009) registra en animales tuis el diámetro de fibra de 20.75  $\mu\text{m}$  y en adultos 23  $\mu\text{m}$ . Mientras, Bustinza *et al.*, (1985), manifiesta de las alpacas de Australia, de dos a seis años de edad de ambos sexos de la raza Huacaya, menciona que el 10% de alpacas Huacaya, presentan un diámetro de 24  $\mu\text{m}$  y más del 50 % están sobre los 29.9  $\mu\text{m}$ .; McGregor, (2006), al respecto afirma que, al diámetro de fibra describe medidas ligeramente variables que asciende hasta los doce años de edad y a partir de esta edad sufre una disminución considerable hasta los catorce años de edad; al parecer la finura de fibra se ve afectada por la hiponutrición en edades avanzadas. Y Lupton *et al.*, (2006) analizo 585 muestras de vellón de alpacas criadas en Norteamérica de distintos sexos y edades, encontró 26.7 $\mu\text{m}$  para hembras y 27.1 $\mu\text{m}$  para machos; con respecto a la edad, encontró valores de 24.3  $\mu\text{m}$ , 26.5  $\mu\text{m}$  y 30.1  $\mu\text{m}$  para alpacas de 1, 2 y 3 o más años de edad, respectivamente. Por otra parte, McGregor (2006) al estudiar alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya con diámetro medio de 24 $\mu\text{m}$  y más del 50% que tenían 29.9 $\mu\text{m}$ . Además, Ponzoni *et al.* (1999) al analizar un programa de mejora

genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro de fibra de 25.7µm con un rango de 23.4 a 27.3µm. En los trabajos más recientes en alpacas del Sur de Perú González *et al.*, (2008); Gutiérrez *et al.*, 2009; en Huancavelica Montes *et al.*, (2008); y Quispe, (2010), refieren valores de 21µm a 24µm.

### 4.1.3. Longitud de mecha

**Tabla 15.** Longitud de mecha (cm) en alpacas Huacaya machos y hembras según numero de esquila.

Sexo/esquila	Primera esquila			Segunda esquila		
	n	Prom.	D.S.	n	Prom.	D.S.
<b>Macho</b>	10	11.55	1.64	10	10.74	1.15
<b>Hembra</b>	10	11.30	1.30	10	11.25	1.55
<b>Prom.</b>	20	11.43 <sup>a</sup>	1.47	20	10.99 <sup>b</sup>	1.35

Fuente: Elaboración propia

La longitud de mecha de alpacas machos y hembras de 1ra esquila fue 11.55 y 11.30 cm, respectivamente; y los de 2da esquila los machos tuvieron 10.74 y 11.25 cm, respectivamente; cómo podemos apreciar entre esquilas hay diferencia estadística y entre sexo dentro de cada esquila no muestra diferencias. Los valores encontrados son similares al reporte de Marín (2007) quién registra 11.18 cm de longitud de fibra para alpacas hembras de un año de edad y 10.29 cm para machos de la misma edad que las hembras ( $P \leq 0.05$ ). Igualmente, Solís (2000), reportó longitudes de 10.95 y 13.27 cm para machos y hembras, respectivamente. Así mismo, Mancilla (1988) encontró 12.99 y 11.70 cm para llamas hembras y machos de variedad Ch'aku con dos años de crecimiento, respectivamente ( $P \geq 0.05$ ). Mientras, Calderón (2014), reporta

estadísticos de longitud de fibra en alpacas tuis de un año de edad evaluados en los meses de enero, febrero y marzo, cuyos promedios fueron  $14.95 \pm 0.12$  mm,  $13.29 \pm 0.48$  mm y  $9.87 \pm 0.32$  mm; esta variabilidad de los promedios, podría atribuirse a efectos nutricionales específicamente a los niveles de proteína en los pastizales, ya que en el mes de enero los pastizales son verdosos y succulentos y que estos van disminuyendo en los meses de febrero y marzo porque van lignificándose.

#### 4.1.4. Peso de vellón

**Tabla 16.** Peso vellón en alpacas Huacaya machos y hembras según número de esquila.

Sexo/esquila	Primera esquila			Segunda esquila		
	n	Prom.	D.S.	n	Prom.	D.S.
<b>Macho</b>	10	1.56	0.39	10	2.38	0.54
<b>Hembra</b>	10	1.54	0.42	10	2.35	0.30
<b>Prom.</b>	20	1.55	0.41	20	2.37	0.42

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 16, muestra las medidas de tendencia central y de dispersión para peso de vellón de las alpacas según número de esquilas en la Empresa Comunal Agropecuaria Coarita – Paratía – Lampa – Puno; en el cual el peso de vellón de alpacas a la de segunda esquila fue superior con  $2.37 \pm 0.42$  kg., comparado a las de primera esquila que mostraron  $1.55 \pm 0.41$  kg., que ambos promedios al contrastar a la prueba estadística de “t” resultó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). Esta diferencia se estaría relacionándose al

factor edad, ya que los de segunda esquila tienen dos años y a medida que avanza la edad el peso vellón aumenta.

Estos valores son similares a los reportes de Bustinza y Burfening (1992) donde para alpacas de 1, 2 y 3 años registran 1.37 kg, 1.89 kg, y 2.15 kg, de peso vellón, respectivamente; además indican, que a partir de la cuarta esquila el incremento del peso vellón es menor. Así mismo Pinazo (2000) menciona que el peso vellón aumenta rápidamente a medida que aumenta su edad del animal alcanzando la máxima producción en los primeros cuatro años de edad con 1.31 kg, 1.92 kg, 2.45 kg, y 2.51 kg, para 1, 2, 3 y 4 años, respectivamente. Asimismo, Loza (2000) manifiesta que el peso vellón incrementa con el aumento de la edad del animal registrándose promedios de 1.35 kg, a la primera esquila y 2.01 kg, a la segunda esquila y al análisis estadístico encuentra diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ).

Igualmente, Tumi (2017) en estudio realizado en la Empresa Comunal Agropecuaria Coarita – Paratía – Lampa – Puno; donde encontró el peso de vellón de alpacas machos  $2.06 \pm 0.76$  kg., comparado a las alpacas hembras que alcanzaron  $1.61 \pm 0.27$  kg., que ambos promedios muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), diferencia que podría deberse al mejor manejo alimentario de los machos en relación de alpacas hembras que se encuentra en la majada general que están pastando en praderas de baja soportabilidad y/o sobre pastoreadas.

Estos valores encontrados en el presente trabajo son similares al reporte de Pinazo (2000) quién encuentra 2.38 kg de peso vellón para alpacas Huacaya machos y para las hembras 1.97 kg ( $P < 0.05$ ). Y Cruz, (1989) registra el peso

vellón promedio para alpacas hembras de uno, tres y cinco años de edad 0.98, 1.82 y 2.0 kg, y en alpacas machos de 1.22, 2.38 y 2.45 kg., concluyendo que los machos presentan mayores pesos de vellón equivalente a 2.01 kg, que las hembras equivalentes a 1.60 kg, Así mismo Blanco (1980) encontró un promedio general de 1.70 kg., para machos de uno y dos años de edad y 1.69 kg, para hembras de uno, dos años de edad, concluyendo que no hubo diferencias.

En la literatura revisada de los autores citados muestran que el peso vellón entre machos y hembras es diferente, indicando que el factor sexo influye en el peso vellón, diferencia que podría deberse al manejo alimentario y a la selección por fibra a favor de los machos que se practican en los centros pilotos de crianza de alpacas, centros experimentales, comunidades campesinas. Además, se encuentra bien documentado en alpacas que, a medida que aumenta la edad, se incrementa el peso del vellón indican Castellaro *et al.*, (2008; Wuliji *et al.*, (2000); McGregor (2006); Lupton *et al.*, (2006). Las alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que las adultas, por tener una menor superficie corporal menciona León-Velarde y Guerrero (2001; Frank *et. al.*, (2006), sin embargo, producen vellones con fibras más finas, debido a que las esquilas tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular.

La producción de fibra expresada en peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento (generalmente de un año) está influenciada por los factores de raza, sexo, localización y, especialmente por la edad de los animales. De modo general se puede considerar que los animales jóvenes producen vellones menos pesados que los adultos Quispe *et al.*, (2009). Trabajos realizados en Perú muestran que a la primera esquila (aproximadamente con 10 meses de edad) el vellón de la alpaca pesa 1.15 kg y aumenta a medida que

aumenta la edad del animal, registrándose valores de 1.61, 1.87 y 2.0 kg a los 2, 3 y 4 años de edad, respectivamente. Más tarde, los incrementos son mínimos: 2.11 y 2.17 kg para 5 y 6 años de edad, respectivamente, pero decrece a 2 kg a los 7 y 8 años de edad Bustinza, (2001). De igual manera en relación al sexo, se ha encontrado que los vellones de alpacas machos son más pesados que alpacas hembras Castellaro *et. al.*, (1998); Wuliji *et al.*, (2000); Lupton *et al.*, (2006), lo cual se debería al incremento de la superficie corporal manifiestan León-Velarde y Guerrero, (2001); Frank *et al.*, (2006); Quispe *et al.*, (2009a), aunque la influencia del sexo podría verse enmascarada por la gestación y la lactación de las hembras que reducirían la producción, como ocurre en las cabras (Newman y Paterson, 1996).

Los valores encontrados en el estudio se asemejan al del (Bustinza, 2001) quién indica que, la producción de fibra es influenciada por los factores tales como la raza, sexo y especialmente la edad de los animales. En efecto a la primera esquila el vellón de la alpaca es de 1.15 kg (a los 10 meses de edad) y aumenta aceleradamente a medida que transcurre la edad del animal, registrándose: 1.61, 1.87, y 2.0 kg, a los dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente. Y según estudios de Bravo, (1973), sostiene que existe diferencias altamente significativas en las diferentes edades, reportando así de una esquila anual en alpacas Huacaya, promedios de 2.40 kg, 3.60 kg, 4.47 kg, 4.64 kg, 4.91 kg, y 5.20 kg, para las edades de uno a seis años, de aquí en adelante los incrementos son mínimos 2.11 y 2.17 kg para las edades de cinco y seis años. Los animales a mayor edad pesan más y producen vellones de mayor peso, debido al mayor desarrollo corporal.

En Nueva Zelanda y Australia, Wuliji *et al.* (2000) y McGregor y Butler (2004) reportaron datos de peso de vellón de alpacas de 2.2 y de 2 a 3.3 kg, respectivamente. Aunque casi se ha generalizado que la fibra de los vellones obtenidos de las alpacas en las comunidades campesinas peruanas tiene baja producción y calidad, es posible obtener una producción promedio bianual de 2.30 kg. Sin embargo, bajo una crianza medianamente tecnificada es posible obtener una producción anual de entre 2.1 a 2.3 kg Quispe *et al.*, 2009a; Gutiérrez *et al.*, (2009). Asimismo, Bryant *et al.* (1989) refieren que el peso de vellón promedio por año para tres niveles tecnológicos, alto, medio y bajo, son del orden de 1.60, 1.40 y 1.20 kg, respectivamente.

El máximo de peso de vellón se logra a los 4 a 5 años de edad, no existe diferencia entre razas, pero si entre sexos. En ambas variedades los machos promedian un peso vellón grasiento de 2.6 Kg. y las hembras 1.7 Kg. en general el peso vellón es más afectado por la edad que por la variedad y el sexo. La gestación y la lactación reducen el peso de vellón en un 8% y solo la lactación en 5% Ruiz, (2004).

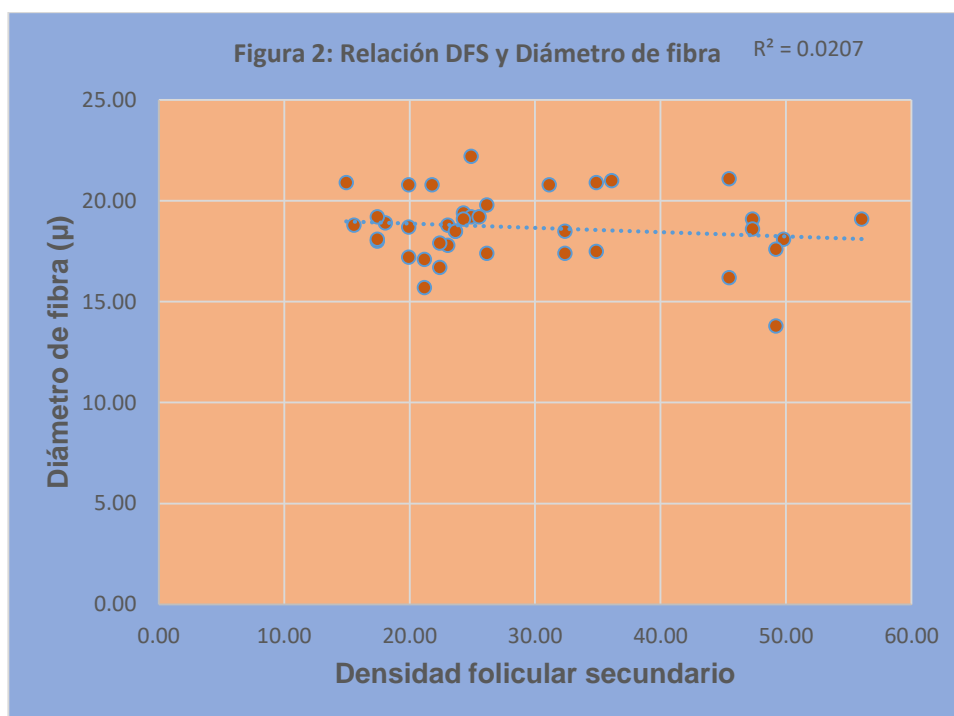
### Correlación de la densidad folicular y peso vellón

**Tabla 17.** Correlación de densidad folicular y peso vellón en alpacas en segunda esquila de la Empresa Comunal Coarita - Paratia - Lampa - Puno.

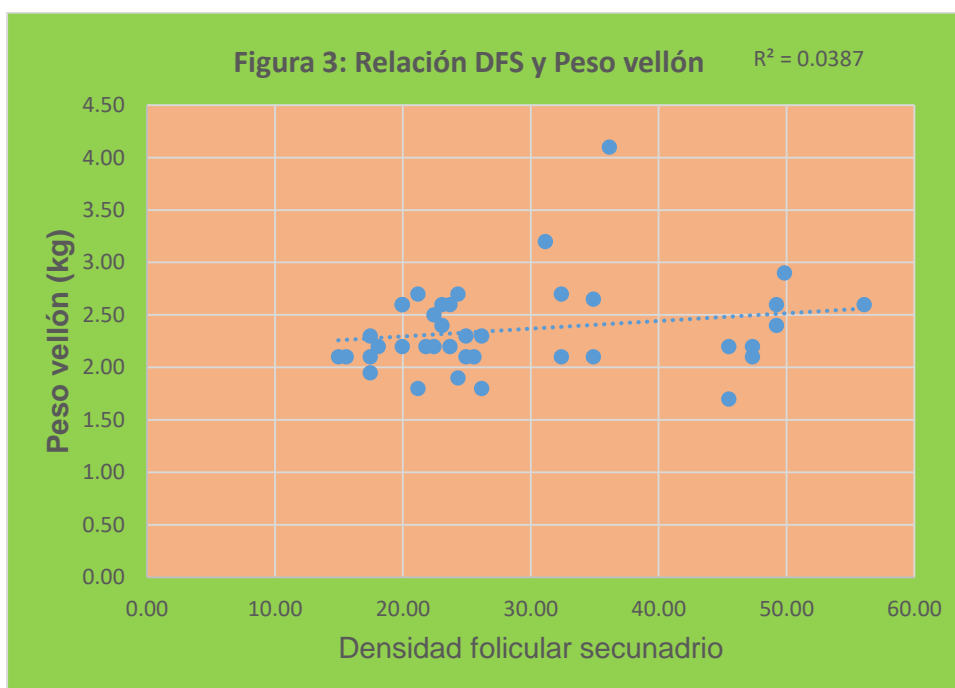
Relación de variables	N	Correlación (r)	Coefficiente de determinación (r <sup>2</sup> )
DFS y diámetro fibra en 2da esquila	39	-0.144	2.07%
DFS y peso vellón en 2da esquila	39	0.196	3.84%

DFS = Densidad folicular secundario      PVe = Peso vellón

Figura 2: Relación DFS y Diámetro de fibra en alpacas



3: Relación DFS y Peso vellón en alpacas.





En la tabla 17 y en los gráficos 2 y 3, se observa la correlación de densidad folicular y peso vellón en alpacas entre primera y esquila; en donde la correlación entre densidad folicular secundario de primera esquila y segunda esquila es negativa y baja ( $r = - 0.144$ ), con un coeficiente de determinación de 2.07 %. No obstante que, la correlación del peso vellón entre la primera esquila y la segunda esquila también fue positiva y baja ( $r = 0.196$ ), con un coeficiente de determinación de 3.84 %, lo que nos induce atribuir que, al variar la variable peso vellón de primera esquila, el peso vellón de segunda esquila varía en 3.84 %, igual que anterior en forma positiva.

Estos valores encontrados en el presente son inferiores al estudio (Bustinza, 2001) donde, reporta una correlación negativa ( $r = - 0.8$ ), lo que quiere decir a mayor densidad folicular la fibra tiene un menor diámetro. Esta alta asociación favorable debe ser usada en la selección de reproductores de calidad. Pero esta relación es DFS con diámetro de fibra, lo que nosotros hicimos correlación de variables.

Nuestros resultados se asemejan Paucar *et al.*, (2014) quién encuentra una correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio para alpacas de un año de edad, dos años de edad, machos y hembras fueron 0.172, -0.030, -0.348 Y -0.057 respectivamente. La correlación entre las variables estudiadas en alpacas macho resulto ser significativo a la prueba de correlaciones ( $p < 0.05$ ); en cambio en alpacas de un año, dos años y en hembras las correlaciones no llegaron a ser significativas ( $p > 0.05$ ); con ello podemos decir que no existe correlación entre índice folicular y peso de vellón sucio en alpacas de 1 año, 2 años. Mientras Mansilla (1972) encuentra el coeficiente de correlación para el diámetro de fibra entre primera y segunda esquila fue positiva

y alta  $r = 0.631$ ; mientras que, entre el peso vellón de primera y segunda esquila mostró una correlación positiva media  $r = 0.399$ , lo cual indica que existe una relación positiva entre la primera y segunda esquila tanto para la variable diámetro de fibra, como el peso vellón.

## V. CONCLUSIONES

El diámetro de fibra y longitud de mecha en alpacas entre la 1ra esquila y la 2da esquila reflejó diferencia, pero entre sexo no difiere. El peso de vellón en alpacas varía por efecto de esquila y sexo.

La correlación entre densidad folicular secundario de primera esquila y segunda esquila es negativa y baja. Mientras que, la correlación del peso vellón entre la primera esquila y la segunda esquila es positiva y baja.

## VI. RECOMENDACIONES

La selección para el diámetro de fibra en las alpacas reproductores machos y hembras se debe realizar en forma independiente en cada esquila.

## VII. REFERENCIAS

- Antonini M. (2010). Características del folículo piloso y producción de fibra en camélidos sudamericanos.
- Antonini M., Gonzales M. y Valbonesi A. (2004). Relación entre la edad y el desarrollo folicular de la piel postnatal en tres tipos de camélidos domésticos de América del Sur. *Ciencia de la Producción Ganadera*; 90: 241 - 246.
- Antonini M., Pacheco C. y A. Valbonesi, 2006. Efecto de la doble esquila sobre la calidad del vellón y la actividad folicular en alpacas (*Llamas pacus*). Pág. 189 – 198 en II simposio internacional de investigación sobre camélidos sudamericanos, Arequipa, Perú.
- Antonini, M., Gonzales, M. y A. Valbonesi, 2006. Relación entre la edad y el desarrollo postnatal de los folículos pilosos en tres tipos de camélidos sudamericanos domésticos, Pág. 47 – 58 en camélidos sudamericanos domestico investigaciones recientes – DESCO.
- Alencastre, R. 1997. Producción de ovinos. Primera edición
- Badajoz L., Sandoval C., García V. y Pezo C. (2009). Descripción histológica del complejo folicular piloso en crías de alpacas. *Rev. Inv. Vet.* 20 (2): 154-164.
- Banks WJ. 1993. *Histología veterinaria aplicada*. 3ra ed. México DF: Ed. Manual moderno. 698 p.
- Blanco, M. peso vivo peso vellón de alpaca en la C.A.P. Huaycho Ltda. Tesis FMVZ – UNTA Puno.
- Bravo, W. 1963. Relación peso vivo, peso vellón en diferentes edades de alpaca variedad Huacaya. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Brenes E. R., Madrigal K., Perez F. y Valladares K. 2001. El Cluster de los camélidos en el Peru: diagnostico comparativo y recomendaciones estratégicas. Instituto centroamericano de administración de empresas.

- Bustinza, V. 1986. Los camélidos sudamericanos domésticos y el desarrollo andino. F.M.V.Z., II revista de investigación para el desarrollo social el altiplano UNA-Puno, Perú.
- Bustinza, V. y Burfening, P. 1992. Repetibilidad y correlación de peso vivo, peso vellón y longitud de mecha en alpacas. Revista Alpaca. IIPC, volumen N°2 FMVZ. UNA. Puno.
- Bustinza, V., 2001. La Alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. Libro N° 1, IIPC, impresiones O.R.A. sección publicaciones, UNA-Puno, Perú.
- Calle R., 1982. Producción y mejoramiento de la alpaca Pág. 201 – 224. Lima, Perú.
- Calderón A, Pumayala A. 1981. Efectos de la edad sobre la longitud de la mecha, peso de vellón y peso vivo en alpacas Huacaya. En: IV Reunión APPA Ayacucho Perú: Asociación Peruana de Producción Animal pp 3.
- Carpio Pino, M. y Z. Solari Escobedo, 1979. Estudios preliminares sobre folículos pelosos en la piel de la vicuña. En: Informe de trabajos de investigación en vicuña Vol. I. programa de ovinos camélidos sudamericanos. Serie ciencia y practica Zootécnica, pp 104 – 136.
- Carpio, M. 1991. La fibra de los camélidos. Capítulo V. producción de rumiantes menores alpacas. Convenio Universidad de California. Davis. INIA. Lima Perú.
- Carter, H.B., Clarke, W.H. 1957. The hair follicle group and skin follicle population of Australian merino shepp. Australian Journal of AgriculturaResearch.
- Castellaro, G., J. Garcia-Huidobro y P. Salinas. 1998. Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of chile.
- Chambilla V. 1983. Estructura histológica de la piel de llama (lama glama). Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno: Univ. Nac. del altiplano.
- Charry AA. 1998. Soft rlling skin: is it a watershed for alpaca production. EFFN News 4: 8-12.
- Condori, E. 1991. Características químicas del calostro y leche de alpaca adulta huacaya. Tesis. Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.

- Condori, E. 2009. Evaluación de peso vellón y diámetro de fibra en módulos de alpacas CONACS – Puno. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Copana, C. Rodríguez, T., Antonini, M., Ayala, C. y Z. Martínez, 2000. Estructura y desarrollo de la población folicular de llamas en crecimiento. In: Facultad de Agronomía, UMSA, Proyecto SUPREME. Informe final de actividades. La Paz, Bolivia.
- Cruz, C. 1989. Índices de producción de la ganadería alpaquera en la comunidad campesina de Chichillapi, Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ.
- Espezúa, F. 1986. Longitud de Mecha, Rendimiento de Vellón y Diámetro de Fibra en Alpacas Huacaya en cuatro comunidades de la provincia de Chucuito. Tesis Med. Vet. Zoot. – UNA – Puno.
- Escobar M. y Esteban L. (2009). Relación entre el índice folicular y diámetro de fibra en alpacas huacaya color blanco en el centro de investigación de camélidos sudamericanos - Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis de grado de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica.
- Franco F., San Martín F. Ara M., Olazábal L y Carcelén F. 2009. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y la calidad de fibra en alpacas.
- Frank E, Hick M. y M. Pesarini, 2006. Un nuevo enfoque para la descripción histológica del complejo folicular epitelial en llamas argentinas, Pág. 78 - 88 en camélidos sudamericanos domestico investigaciones recientes – DESCO.
- Frank, E. N. y Parisi de Fabro, S. G. – 1993. Aspectos morfológicos y variables del grupo folicular en camélidos sudamericanos domésticos, actas VII C. I. E. C. S. (separatas).
- Frank, E. N.; Parisi de Fabro, S. y T. Méndez, 1989. Determinación de variables foliculares en cortes de piel de camélidos sudamericanos domésticos y su relación con las características del vellón. Rev. Arg. Prod. Anim. 9(5): 379 – 386.

- Gaitán Dañobeitia, M. R. 1967. Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas Huacaya. Tesis, I. Z., UNA La Molina. Lima Perú.
- Galbraith, H. (2010). Fundamental hair follicle biology and fine fibre production in animals. *Animal*; 4:9, 1490-1509.
- Gamarra Palomino, Y. (2008). Comparación del desarrollo de los folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas Huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas Rye grass-trébol y pastos naturales. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- González, H., Carlos L., Velarde R., Raúl Rosadio A., Wilber García V. y César Gavidia CH. 2008. Evaluación de un método numérico de medición del diámetro de la fibra de alpaca, *Rev. Inv. Vet. Peru*; 19(1):1-8.
- Gutiérrez J.P., Goyache F., Burgos A. y Cervantes I. 2009. Análisis genético de seis rasgos de producción en alpacas peruanas.
- Helman, M. 1965. *Ovinotecnia*. Tomo I-II. Editorial atenea. Buenos Aires Argentina.
- Hynd PI, Master DG. 2002. Nutrition and Wool Growth In Sheep Nutrition Eds. Freer M. and H. Dove. CAB international 165- 185.
- IV CENAGRO, 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. Resultados finales. INELI Lima Perú.
- Krause Karoline y Foitzik Kerstin (2006). Biology of the hair follicle: The basics. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*; 25: 2-10.
- León-Velarde C.U y Guerrero J. 2001. Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies.
- Loza, J. 2000. Características de la fibra de alpaca de color del CIP. La Raya. UNA. Puno. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Lupton C.J., McColl A. y Stobart R.H. 2006. Características de la fibra de la alpaca de Huacaya.



- Lusky, T., Ayala, C., Valbonesi A, Weiminl, Rodríguez T. y M. Antonini, 2006. Estructura folicular de la piel en llamas bolivianas, Pág. 59 – 70 en camélidos sudamericanos domestico investigaciones recientes – DESCO.
- Mamani, M. 2006. Características físicas de la fibra de alpaca de color en las comunidades de la zona de Masacruz. Tesis de Med. Vet. Zoot. UNA – Puno.
- Mansilla, E. 1972. Estudio estadístico del diámetro de fibra, longitud de mecha y peso de vellón según la edad y sexo en lama pacos (alpacas) Vr. Huacaya. Tesis programa académico de Agronomía y Zootecnia – Cusco – Peru.
- Martínez, Z., Iñigues, L.C. y Rodrigues, T. 1997. Influence Effects On quality traits and relationships between traits os the llama Fleece.
- McGregor B.A. 2006. Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development.
- McGregor B.A. Y Butler K.L. 2004. Fuentes de variación en los atributos de diámetro de fibra Alpacas australianas y sus implicaciones para la evaluación del vellón y la selección de animales.
- Molina, G., Teich, I., Antonini, M., Reniere, C., Terza, A., Balzarini, M. (2016), Spatial structure of skin follicvles in suri and Huacaya alpacas. Small rumioanant research 140, pag. 22 – 26.
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, E. C., & Alfonso, L. (2008). Características de la fibra de alpaca huacaya producida en la región Altoandina de Huancavelica, Perú. *Grafica Ind. E.I.R.L. Huancayo*.
- Montesinos, R. (2000). Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de Germoplasma Quimsachata, ILLPA – INIA – Puno.
- Nay, T. 1973. Técnica para examinar los folículos de lana en la piel de las ovejas. Div. De Anim. Gen., CSIRO (Australia) Sp. Rep. 20p.

- Newman, S-A. N. y Paterson D. J. 1994. Efecto del nivel de nutrición y estación en el crecimiento de las fibras en alpacas. *Pequeña Rumin. Res.*, 64: 211 - 224.
- Olarte U. 2011. Influencia de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de la fibra de alpaca raza Huacaya. Puno 2011.
- Olarte U., V. Bustinza y E. Apaza. 1985, ALLPAK Vol 6, Nº 1, Crecimiento de la fibra de alpaca según épocas del año.
- Ormachea, V., C. Calsin, D. Olarte, y G. Quiñones, 2013. Diametro de fibra, factor de confort y índice de curvatura en alpacas huacaya de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani – Carabaya. Tesis Med. Vet. Zoot. UNA – Puno.
- Paucar, J. y Sedadano, E. 2014. Correlacion entre indice follicular, peso de vellon y diametro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco. UNH. Huancavelica. Tesis Fac. Cien. Ing. Esc. Ac. Prof. de Zoot. UNH. Huancavelica.
- Pinazo, R. 2000. Algunas características de la fibra de alpaca huacaya y suri del CE. La Raya. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Ponzoni R. W., R.J. Grimson, J.A. Hill, D.J. Hubbard, B.A. McGregor, A. Howse, I. Carmichael y G.J. Judson. 1999. The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas.
- Prado, F. 1985. Determinacion de la maduracion del folículo piloso y diametro de fibra en alpacas huacaya en alfalfa – dactylis. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Quispe E.C. 2010. Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis para optar el Grado de Doctor. UNALM. Lima, Perú.
- Quispe E.C., H. Ramos H. Mayhua P. y Alfonso L. 2010. Características de la fibra de la vicuña (*Vicugna mensalis*). Pequeños rumiantes.

- Quispe E.C., Rodríguez T.C., Iñiguez L.R. Y Mueller J.P. 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica.
- Rodríguez, T., 2003. Calidad de fibra de llama descordada y clasificada, In: Memorias del III congreso mundial sobre camélidos, Potosí, Bolivia.
- Ruiz de Castilla M. 2004. Genética y mejoramiento de los animales domesticos. Edit. Universitaria Univ. Nac. San Antonio de Abad del Cusco Peru. Pp. 235-256.
- Russel Jay Redden H.L. 1997. El efecto de la nutrición sobre el crecimiento de la fibra en la alpaca.
- Russel AJF, Redden HL. 1997. The effect of Nutrition on Fibre Growth in the alpaca. Anim. Sci.
- Ryder ML, Stephenson SK. 1968. Fleece Variation Owing to Nutritional Change in wool Growth. Academic Press. London – New York. pp 562-587.
- Siguayro Pascaja, R. (2009). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku (*Lama glama*) y la alpaca Huacaya (*Lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del INIA – Puno. Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1711>
- Solís, R. 1997. Efecto edad y sexo en el peso vivo y peso vellón grasiento en alpaca Huacaya del centro de productivos en alpacas Suri y Huacaya de la cooperativa comunal. Huayllay.
- Sosa Navarro, C. M. (2006). Determinación de receptores para prolactina en células epiteliales de folículos pilosos primarios y secundarios de piel de alpaca (*Lama pacos*) mediante inmunohistoquímica. Tesis de Médico Veterinario de la Universidad Mayor de San Marcos.
- Tagle, S. 1990 Crecimiento y finura de fibra en alpacas Huacaya y suri durante el año de 1989. Tesis FMVZ. UNA. Puno-Perú.
- Tapia Cano, M. 1969. Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpaca suri. Tesis, I.Z. UNA La Molina. Lima, Perú.

- Torres, J. Vélez, V. Zegarra y G. Díaz 2007. Caracterización de la histología de la piel de alpaca.
- Tumi, R. 2017. Efecto de la densidad folicular sobre peso vellón en alpacas huacaya a la primera y segunda esquila, en el módulo de reproductores de coarita – Paratía. Tesis. Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Velásquez, M. 1985. Determinación de la correlación densidad folicular, densidad de la fibra y relación densidad folicular por diámetro de fibra en alpacas Suri. Tesis. Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA. Puno.
- Vélez, V. M., Salazar J. S., Pacheco J., Pezo D., Franco F. 2016, Histología cuantitativa de la piel de alpaca diferenciada por calidad de fibra, archivo latinoamericano de producción animal. Volumen 24 (1): 7 – 10.
- Vidal, O. 1996. Selección y clasificación de fibra de alpaca, Informe técnico 4 Arequipa Perú.
- Villarroel, J., 1991 las fibras, en avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos, Santiago, Chile.
- Watts J. (2017) Introducción al srs merino y la genética de fibras, <https://srsmerino.com.au/introduction-to-srs-merino-and-fibre-genetics-2/>.
- Watts, J. 1990. No alpaca should ave two costas. Australian Alpaca Association Inc. N° 16.28-29pp.
- Watts, J.E. (2008). Reinventing the Alpaca. World Alpaca Conference Proceedings, Sydney, Australia, 28-30 March 2008 pp.28-33.
- Wuliji T. 1993. Producción de fibra de alpaca, estacionalidad del crecimiento de las fibras y variación de las características de las fibras en un ambiente fresco y templado de Nueva Zelanda.
- Wuliji T., Davis G.H., Dodds K.G., Turner P.R., Andrews R.N. Y Bruce G.D. 2000. Estimaciones de rendimiento, repetibilidad y heredabilidad de la producción de peso vivo, peso de vellón y características de fibra de alpacas en Nueva Zelanda. Pequeños Rumin.
- Yujra, N., 2007. Plan participativo de desarrollo comunal Coarita, distrito de Paratia, provincia de Lampa.

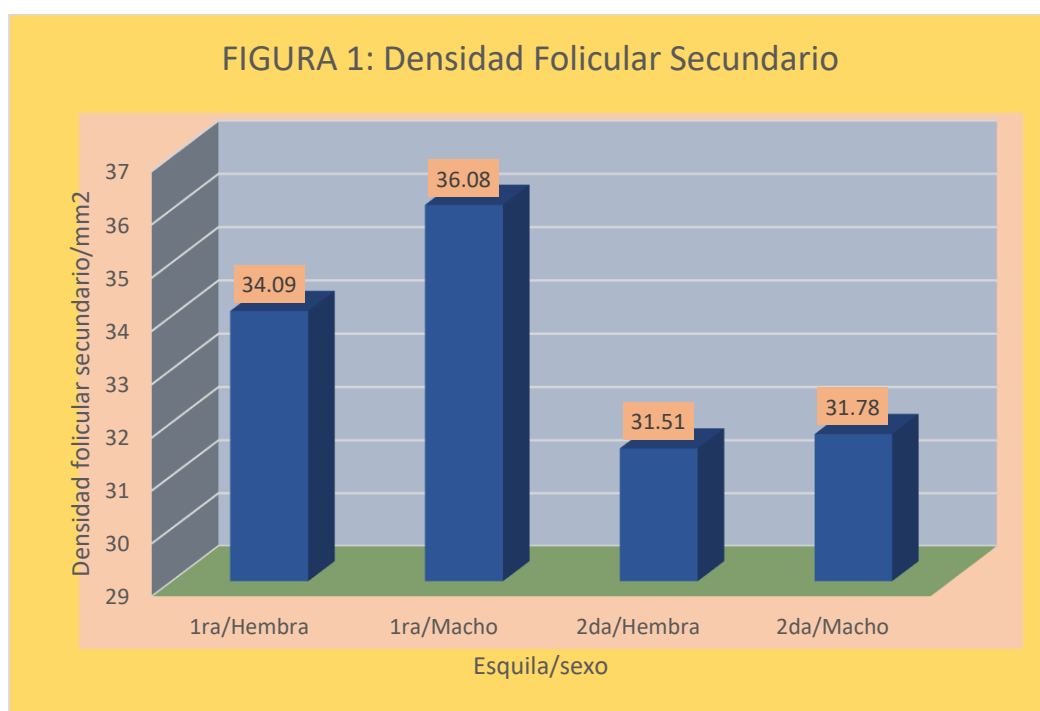
Zanabria, J. 1989. Características físicas de la fibra de tuis procedentes de las cuatro zonas alpaqueras del Departamento de Puno. Tesis FMVZ – UNA – Puno.

## ANEXOS

**TABLA N° 1:** ANVA PARA PESO VELLÓN DE LAS ALPACAS SEGÚN ESQUILAS Y SEXO DE LA EMPRESA COMUNAL AGROPECUARIA COARITA – PARATIA – LAMPA – PUNO.

F.V.	G.L.	SC	CM	F <sub>c</sub>	Pr>F	F <sub>t</sub> (α=0.05)
<b>Tratamiento</b>	3	7.633	2.544	13.68	< 0.0003	2.86
<b>Entre esquilas</b>	1	4.692	4.692	25.22	< 0.0000	4.11
<b>Entre sexo</b>	1	2.071	2.071	11.13	< 0.0006	4.11
<b>Inter. E/S</b>	1	0.870	0.870	4.68	< 0.0023	4.11
<b>Error experim.</b>	36	6.715	0.186			
<b>Total</b>	39	14.348				

CV (%) = 23.49

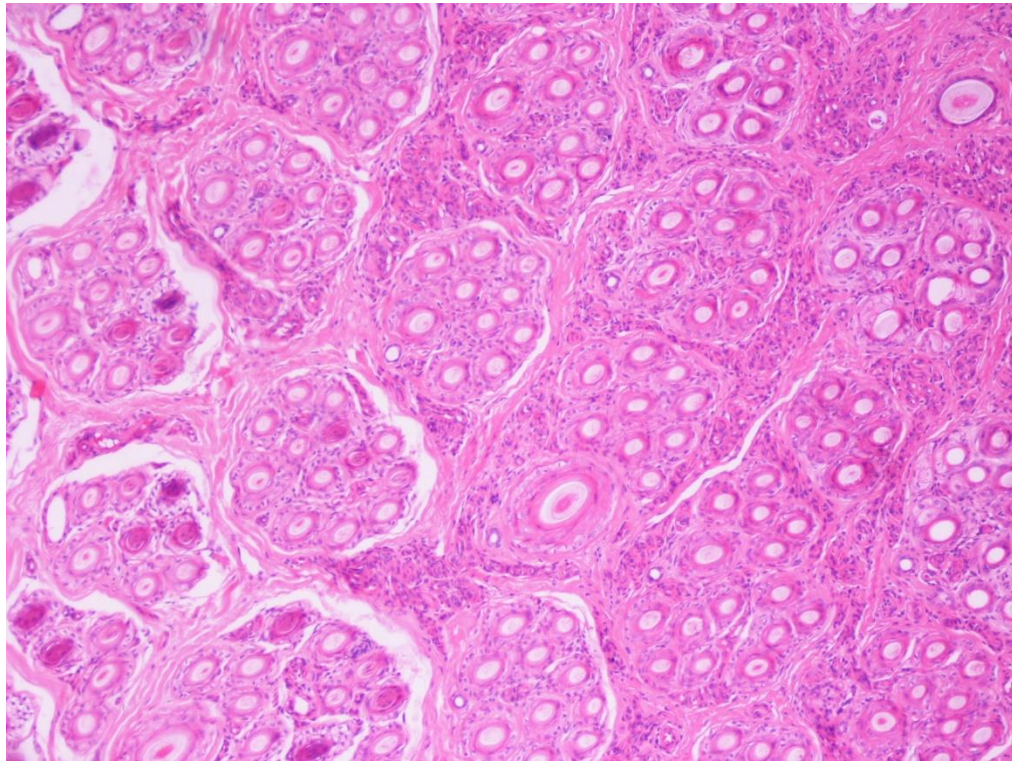


**TABLA N° 2: FICHA DE MUESTREO DE P.V. Y RESULTADOS DE DENSIDAD FOLICULAR.**

Nº	ARETE	RAZA	SEXO	COLOR	EDAD	Pve (Kg)	DFP	DFS	R P/S
1	78	H	H	B	DL	1.300	3.0	31.43	10.48
2	81	H	H	B	DL	1.400	3.0	35.01	11.67
3	15	H	H	B	DL	1.300	3.0	23.47	7.82
4	76	H	H	B	DL	1.300	3.0	33.42	11.14
5	80	H	H	B	DL	1.500	3.0	38.98	12.99
6	16	H	H	B	DL	1.500	3.0	33.81	11.27
7	82	H	H	B	DL	1.500	2.0	37.00	18.50
8	20	H	H	B	DL	1.500	3.0	36.60	12.20
9	96	H	H	B	DL	1.600	3.0	46.14	15.38
10	91	H	H	B	DL	1.200	2.0	25.06	12.53
						1.410	2.8	34.09	12.4
11	17	H	M	B	DL	1.300	3.0	38.98	12.99
12	77	H	M	B	DL	1.400	3.0	40.58	13.53
13	282	H	M	B	DL	1.600	3.0	33.42	11.14
14	451	H	M	B	DL	1.600	2.0	37.39	18.70
15	201	H	M	B	DL	1.900	3.0	35.01	11.67
16	454	H	M	B	DL	1.600	2.0	27.85	13.92
17	460	H	M	B	DL	1.400	4.0	38.98	9.75
18	281	H	M	B	DL	1.900	3.0	39.38	13.13
19	456	H	M	B	DL	1.200	2.0	36.20	18.10
20	455	H	M	B	DL	1.800	2.0	33.02	16.51
						1.570	2.7	36.08	13.9
21	54	H	H	B	2D	1.600	3.0	34.21	11.40
22	57	H	H	B	2D	2.100	5.0	34.21	6.84
23	61	H	H	B	2D	1.800	2.0	33.42	16.71
24	56	H	H	B	2D	1.900	3.0	34.21	11.40
25	60	H	H	B	2D	2.000	2.0	35.40	17.70
26	63	H	H	B	2D	1.900	3.0	37.39	12.46
27	55	H	H	B	2D	1.800	2.0	23.07	11.54
28	18	H	H	B	2D	1.600	3.0	26.25	8.75
29	53	H	H	B	2D	1.300	3.0	25.46	8.49
30	59	H	H	B	2D	2.000	2.0	28.64	14.32
						1.800	2.8	31.23	12.0
31	65	H	M	B	2D	1.800	2.0	34.21	17.11
32	66	H	M	B	2D	1.800	2.0	27.45	13.72
33	68	H	M	B	2D	2.300	2.0	32.62	16.31
34	84	H	M	B	2D	2.500	2.0	33.02	16.51
35	64	H	M	B	2D	1.800	2.0	32.62	16.31
36	459	H	M	B	2D	2.200	3.0	35.40	11.80
37	86	H	M	B	2D	2.400	3.0	33.42	11.14
38	67	H	M	B	2D	3.500	2.0	27.85	13.92



**FIGURA N° 01: Imagen histológica de la piel de alpaca**



**FIGURA N° 02: Imagen histológica de la piel de alpaca**

