



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



**CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACA**  
**HUACAYA DE COLOR A LA PRIMERA ESQUILA EN DOS**  
**COMUNIDADES DEL DISTRITO DE COJATA – HUANCANÉ -**  
**REGIÓN PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**JUAN JOSÉ LÓPEZ PORTADA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

Gracias Dios por darme el deseo de seguir adelante y sobreponerme de cualquier obstáculo. Gracias por mostrarme el bien entre todo el mal.

Es de mi mayor deseo dedicar este esfuerzo a mi padre Don Clodoaldo Pedro, que con sus consejos sabios siempre me ayudaron para tomar las mejores decisiones a quien Dios puso en mi vida para que sea mi consejero a quien siempre mostrare mi máxima gratitud.

En memoria de mi señora Madre Sinforosa desde el cielo su amor y la fuerza siempre me acompaña para seguir adelante.

A mis hermanos Julián y Betty por su incondicional apoyo durante estos años de estudio y trabajo, quienes constante estuvieron a mi disposición cuando los necesité.

A mis grandes amigos que la vida me dio la oportunidad de conocerlos y quedar grabados en su corazón, quienes siempre supieron darme su gratitud, confianza, su lealtad y su benevolencia a quienes estimo muchísimo y siempre estarán en mí.

*Juan José López Portada.*



## AGRADECIMIENTO

A mi alma Mater Universidad Nacional Del Altiplano Puno, a la Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; por haberme dado las bases y elementos en la Enseñanza de esta admirable y noble profesión.

A mi padre Clodoaldo por acompañarme a lo largo de mi existencia, brindándome cariño, apoyo constante y dándome ánimos así ayudándome en que todo fuera posible, gracias por los consejos su orientación y ponerme al camino de la educación.

A mi director de tesis Dr. Julio Málaga Apaza. Mi sincero agradecimiento por su constancia en la ejecución y redacción en el presente trabajo de investigación.

A los docentes miembros del jurado: Dr. Ceferino Uberto Olarte Daza, Dr. Jesús Esteban. Quispe Coaquira. MSc. Clemente Vilca Castro, agradecerlos por su comprensión, soltura, entereza, conocimientos y críticas constructivas durante la ejecución del proyecto.

Agradecer a las comunidades del Distrito de Cojata bellapama y tomapirhua por haberme facilitado las muestras de fibra de alpaca de diferentes colores en mi proyecto de investigación.

Agradecer al laboratorio del Fibras del Gobierno Regional Puno “proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos” (PECSA) por haberme facilitado su laboratorio de análisis de fibra.

*Juan José López Portada.*



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 10**

**ABSTRACT..... 11**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

1.1. Objetivos de la investigación ..... 14

1.1.1 Objetivo general ..... 14

1.1.2 Objetivos específicos..... 14

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1. Marco teórico..... 15

2.1.1 Diámetro medio de fibra..... 15

2.1.2 Desviación estándar..... 18

2.1.3 Coeficiente de variación..... 19

2.1.4 Factor de confort ..... 21

2.1.5 Finura al hilado..... 23

2.1.6 Índice de curvatura ..... 24

2.2. Antecedentes..... 26

2.2.1. Diámetro de fibra..... 26

2.2.2. Coeficiente de variación ..... 32



2.2.3. Factor de confort .....	36
2.2.4. Finura al hilado.....	41
2.2.5. Índice de curvatura .....	44
2.3. Conceptos .....	50
2.3.1 Determinación de desviación estándar .....	50
2.3.2 Determinación de coeficiente de variación .....	50
2.3.3 Determinación del factor de confort.....	50
2.3.4 Determinación de finura al hilado .....	50
2.3.5 Determinación del índice de curvatura.....	51

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Lugar de estudio .....	52
3.2. Material de estudio .....	53
3.2.2. Materiales y equipos.....	53
3.3 Procedimiento.....	54
3.3.1. Obtención de la muestra de fibra.....	54
3.3.2. Determinación de medidas mediante OFDA.....	55
3.4. Método estadístico.....	56

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Diámetro de fibra.....	57
4.2. Desviación estándar de la fibra.....	59
4.3. Coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra .....	60
4.5. Finura al hilado.....	64
4.6. Índice de curvatura .....	66



4.7. Características de la fibra según sexo.....	67
4.8. Correlación de variables .....	69
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

**Área : Producción de alpacas.**

**Tema : Características textiles de la fibra de alpaca de color.**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 11 de febrero de 2022.



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	ANVA para el diámetro de la fibra ( $\mu$ ) de alpaca de color a la primera esquila. .....	87
<b>Anexo 2.</b>	ANVA para desviación estándar ( $\mu$ ) de la fibra de alpaca de color. ....	87
<b>Anexo 3.</b>	ANVA para coeficiente de variabilidad (%) de la fibra de alpaca de color. .....	88
<b>Anexo 4.</b>	ANVA para factor de confort (%) de la fibra de alpaca de color.....	89
<b>Anexo 5.</b>	ANVA para finura al hilado ( $\mu$ ) de la fibra de alpaca de color. ....	89
<b>Anexo 6.</b>	ANVA para índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpaca de color.	90
<b>Anexo 7.</b>	Animales para el muestreo en comunidades del distrito de Cojata. ....	91
<b>Anexo 8.</b>	Obtención de las muestras de fibra.....	91
<b>Anexo 9.</b>	Identificación y rotulado de muestra para su posterior análisis.....	92
<b>Anexo 10.</b>	Equipo de análisis de fibra OFDA 2000 perteneciente al Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos PECSA - Puno.....	92
<b>Anexo 11.</b>	Calibración del equipo con el slide usando patrones de fibra de poliéster estándar para fibra de alpaca. ....	93
<b>Anexo 12.</b>	Resultado del análisis de fibra. ....	93



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de animales para el estudio.....	53
<b>Tabla 2.</b> Diámetro de la fibra ( $m\mu$ ) de alpaca Huacaya a la primera esquila, según color del vellón. ....	57
<b>Tabla 3.</b> Desviación estándar de la fibra ( $m\mu$ ) de alpaca huacaya a la primera esquila, según color. ....	59
<b>Tabla 4.</b> Coeficiente de variabilidad de la fibra (%) de alpaca huacaya a la primera esquila, según color. ....	60
<b>Tabla 5.</b> Factor de confort de la fibra (%) de alpaca Huacaya a la primera esquila, según color.....	63
<b>Tabla 6.</b> Finura al hilado de la fibra ( $m\mu$ ) de alpaca a la primera esquila, según color.	64
<b>Tabla 7.</b> Índice de curvatura de la fibra ( $^{\circ}/mm$ ) de alpaca huacaya a la primera esquila, según color. ....	66
<b>Tabla 8.</b> Características de la fibra de alpacas huacaya a la primera esquila, según sexo. ....	68
<b>Tabla 9.</b> Correlaciones entre variables de las características textiles de la fibra.....	69





## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.

CS = Camélidos Sudamericanos.

CV: Coeficiente de Variabilidad.

CVDF: Coeficiente de Variación del Diámetro de la Fibra.

DF: Diámetro de Fibra.

DMF: Diámetro Medio de Fibra.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.

FC = Factor de Confort.

g = Gramo.

IC: Índice de Curvatura.

mm = Milímetro.

mμ = Micrómetros.

OFDA: Analizador Óptico de Fibras.

SF: Finura al Hilado.

PECSA: Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos.



## RESUMEN

Los objetivos fueron determinar el diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, finura al hilado y índice de curvatura según color y sexo; y determinar grado de asociación entre variables de la fibra de alpacas a la primera esquila de las comunidades de Bellapampa y Tomapirhua del distrito de Cojata - Huancané – Puno. Se utilizaron 214 muestras de fibra y estas se analizaron en el Laboratorio de Fibras del PECSA, utilizando el equipo OFDA 2000. La información obtenida fue procesada bajo un arreglo factorial de 8 x 2 (color/sexo), conducido al diseño completo al azar, y la comparación de promedios mediante Tukey utilizando el programa SAS v.9.4. El diámetro de fibra en animales de color blanco, café rojo y Lf fueron inferiores de 17,46 a 17,75 micras y los animales de café oscuro, gris y negro mostraron 19,97, 20,70 y 21,33 micras, respectivamente ( $p < 0.05$ ). La desviación estándar del color blanco y café rojo fueron de menor dispersión y difiere con los de café y negro que expresa 5,56 y 5,61 micras; y los colores café claro y Lf muestran similitud, pero inferior al de café oscuro y negro ( $p < 0.05$ ). En coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, los animales de color café claro y gris mostraron variabilidades menores y difiere al de café oscuro que expresa 28,11%; los animales de color café rojo, blanco, negro y Lf muestran similitud, pero es inferior al de café oscuro ( $p < 0.05$ ). El factor de confort de la fibra de blanco, café rojo, Lf y café claro mostraron 97,54, 98,28 % que superan a los de negro 93 %, café oscuro y gris que tienen 95 % ( $p < 0,05$ ). La finura al hilado en alpacas de color blanco se observó 17,85 micras, y fue inferior al del vellón negro que evidencia 21,82 micras; sin embargo, los colores café rojo, Lf, y café claro mostraron semejanza, pero superan a los animales de color negro ( $P < 0,05$ ). El índice de curvatura en animales de colores café, Lf, café claro y blanco mostraron semejanza, pero son superiores al del negro que tiene 31,46°/mm, y es inferior a los animales de café rojo que refleja 44,16 °/mm ( $p < 0.05$ ). Las correlaciones entre diámetro de fibra y factor de confort fueron negativa y muy alto ( $r = -0,863$ ), entre diámetro de fibra e índice de curvatura negativa moderada ( $r = -0,530$ ), diámetro medio de fibra y finura al hilado positivo muy alto ( $r = 0,996$ ). Conclusión, las características de la fibra mostraron variabilidad por efecto del factor color del vellón y no por sexo; las correlaciones de las variables pueden aplicarse en el plan de mejora genética.

**PALABRAS CLAVES:** Alpaca de Color, Características textiles, Comunidades.



## ABSTRACT

The objectives were to determine the fiber diameter, standard deviation, variation coefficient, comfort factor, yarn fineness and curvature index according to color and sex; and to determine the degree of association between variables of the alpaca fiber at the first shearing of the communities of Bellapampa and Tomapirhua of the district of Cojata - Huancané - Puno. 214 fiber samples were used and these were analyzed at the PECSA Fiber Laboratory, using the OFDA 2000 equipment. The information obtained was processed under a factorial arrangement of 8 x 2 (color/sex), leading to a complete random design, and the comparison of means by Tukey using the SAS v.9.4 program. Fiber diameter in white, red brown and Lf animals were lower from 17.46 to 17.75 microns and dark brown, gray and black animals showed 19.97, 20.70 and 21.33 microns, respectively. ( $p < 0.05$ ). The standard deviation of the white and red brown color had less dispersion and differs from those of brown and black, expressing 5.56 and 5.61 microns; and light brown and Lf colors show similarity, but lower than dark brown and black ( $p < 0.05$ ). In the coefficient of variability of the fiber diameter, the light brown and gray animals showed minor variabilities and differed from the dark brown one, which expressed 28.11%; red, white, black and Lf brown animals show similarity, but it is lower than that of dark brown ( $p < 0.05$ ). The comfort factor of the fiber of white, red coffee, Lf and light brown showed 97.54, 98.28% that exceed those of black 93%, dark brown and gray that have 95% ( $p < 0.05$ ). The fineness of the yarn in white alpacas was observed to be 17.85 microns, and was lower than that of the black fleece, which shows 21.82 microns; however, the red brown, Lf, and light brown colors showed similarity, but they outperform the black animals ( $P < 0.05$ ). The curvature index in animals of brown, Lf, light brown and white colors showed similarity, but they are higher than that of black, which has 31.46 °/mm, and is lower than that of red brown animals, which reflects 44.16 °/ mm ( $p < 0.05$ ). The correlations between fiber diameter and comfort factor were negative and very high ( $r = -0.863$ ), between fiber diameter and moderate negative curvature index ( $r = -0.530$ ), mean fiber diameter and fineness of spinning positive very high ( $r = 0.996$ ). Conclusion, the characteristics of the fiber showed variability due to the effect of the color factor of the fleece and not by sex; the correlations of the variables can be applied in the breeding plan.

**KEY WORDS:** Color Alpaca, Textile characteristics, Communities.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En el Perú existe 3.7 millones de alpacas, de los cuales 80% de raza Huacaya y 12% de raza Suri y 8 % híbridos), que representa el 87% de la población mundial. Así mismo, nuestro país es el primer productor de fibra de alpaca, alcanzando una producción anual que supera las 4 mil toneladas y media; de las cuales un 95% es adquirida y transformada por la industria textil, exportándose el 58% (Minagri, 2019). La población de alpacas se encuentra distribuida en 17 Regiones, siendo Puno y Cusco, los que concentran la mayor con 1'459.903 y 545.454, respectivamente, le sigue Arequipa con 468.392, Huancavelica con 308.586, Ayacucho con 230.910, entre otras regiones (INEI, 2012). En los últimos tiempos el interés por la producción de los camélidos sudamericanos se ha incrementado en la demanda de fibra a nivel mundial, esto debido principalmente a las características de su fibra que compite en el mercado internacional con las fibras más finas (Quispe, 2010

La crianza de camélidos constituye una de las actividades productivas y económicas más importantes en la zona alto andina y de ella dependen entre el 70 a 80 % del ingreso familiar anual (FAO, 2008), siendo una actividad de agricultura familiar, la cual es de prioridad para el Estado. Por ello, las familias se encuentran vinculadas a la crianza de camélidos sudamericanos para la producción de fibra y carne, porque esta actividad se adapta a las limitaciones que le impone la ecología de la Puna; los pequeños productores de las comunidades, que viven en condiciones de pobreza y extrema pobreza y los ingresos per cápita percibidas por los criadores de alpacas son los más bajos (CONOPA, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2011).



En los últimos años la calidad de fibra de alpaca ha decrecido notoriamente y esta es cada vez más gruesa, seca, quebradiza, producto de vellones menos uniformes, el promedio nacional del diámetro medio de fibra se estima en 32  $\mu\text{m}$  (Quispe *et al.*, 2009); por lo tanto, surge la necesidad de consolidar programas de mejora genética. En las últimas décadas el interés por la producción de camélidos sudamericanos domésticos ha crecido a nivel mundial, debido principalmente a las características de su fibra que compite en el mercado internacional con las fibras más finas (Quispe, 2010). Esto ha incrementado el interés de productores e investigadores de los principales países involucrados con la producción de fibra de alpaca (Perú, Estados Unidos y Australia) por definir las características relacionadas a la producción de fibra, con el fin de instaurar programas de mejoramiento (Wujili *et al.*, 2000; Gutiérrez *et al.*, 2009).

Sin embargo la calidad de la fibra de alpaca producida en el país ha decrecido notoriamente y esta es cada vez más gruesa, seca, quebradiza, producto de vellones menos uniformes, el promedio nacional del diámetro medio de fibra se estima en 32  $\mu\text{m}$  (Quispe *et al.*, 2009); trayendo como consecuencia un progresivo deterioro en su precio y por consiguiente, en los ingresos de los criadores alto andinos, uno de los sectores más pobres del Perú (Wheeler, 1995; Kadwell *et al.*, 2001); por lo tanto surge la necesidad de consolidar programas de mejora genética.

Por la problemática analizada, se realizó el presente trabajo de investigación, con el propósito de establecer información objetiva; la misma que permitirá generar e implementar un programa de mejoramiento genético en alpacas de color, en relación a las características de la fibra. Asimismo, existirá la posibilidad de dar un mayor valor agregado al precio de la fibra, lo cual será a favor de los criadores de alpacas; de tal manera



mejore el nivel de vida del criador andino. En tal sentido, en el presente estudio se planteó los siguientes objetivos:

## **1.1. Objetivos de la investigación**

### **1.1.1 Objetivo general**

Determinar las características textiles de la fibra de alpaca de color a la primera esquila en las comunidades del distrito de Cojata - Huancané - Puno

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Determinar el diámetro, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, factor de confort, finura al hilado y índice de curvatura de la fibra de alpaca Huacaya a la primera esquila con colores de blanco, café, café claro, café rojo, café oscuro, gris, Lf, y negro, y sexo animal.

Determinar el grado de asociación entre el diámetro de fibra y el factor de confort, diámetro de fibra e índice de curvatura en la fibra de alpacas Huacaya de color de la primera esquila.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Marco teórico

##### 2.1.1 Diámetro medio de fibra

Se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente (Gillespie y Flandes, 2010). Se mide en micrones (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, et al., 2010). El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como una característica más importante de la fibra (Lee et al., 2001; Edriss et al., 2007; Kelly et al., 2007; Rowel, 2010). En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformados en hilos de tal manera que sea útil para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn et al., 2006; Rowe, 2010). Con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). Paradójicamente, las fibras gruesas son particularmente adecuados para la confección de productos textiles de menor lujo y se utilizan para la confección de alfombras, ropa de abrigo y frazadas (Poppi y McLennan, 2010).

El diámetro medio de fibra (DMF) de una muestra representativa del vellón está expresado en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), lo cual define la finura. Este parámetro físico es considerado el principal criterio de selección en poblaciones de alpaca de todo el mundo (Frank et al., 2006; Gutiérrez et al., 2009; Cruz, 2011). La clasificación de vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización. Sección del trabajo de tesis donde se citan las referencias teóricas y antecedentes que sustentan el trabajo de investigación para cada



uno de los objetivos propuestos de una forma crítica, explicando su importancia y relevancia con el trabajo realizado. Evitar la información irrelevante que no contribuya al logro de los objetivos planteados (Quispe, 2010).

Las alpacas son apreciadas por su fibra, debido a su finura, suavidad, peso ligero, características de higroscopicidad, resistencia, elasticidad y colores naturales. Es más térmica que la lana de ovino, tiene menos posibilidad de producir alergias y contiene menos lanolina (Mueller, 2008). Para la evaluación de muestras de fibra se toma de la zona del costillar medio, debido a que se considera la zona más representativa para medir el diámetro de fibra en alpacas (Aylan Parker y McGregor, 2002), constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para realizar trabajos sobre el diámetro de fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca *et al.*, 2007).

El diámetro de fibra está sujeto a variación, la misma que depende de las características genéticas, el medio ambiente de donde provienen y el color del vellón (Calle, 1982). Las variaciones en el diámetro son causadas también por cambios fisiológicos en el animal debido a la nutrición, gestación, lactación, destete o enfermedades, así como por factores tales como la edad, sexo, raza, temperatura, fotoperiodo, estrés, época del año, época de empadre, época de esquila, sanidad y otros factores característicos del medio ambiente alto andino (Solís, 1991; Cruz *et al.*, 2017).





Las 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 alimentados es menos resistente y más fina que la de animales con mejor alimentación (Florez *et al.*, 1986).

En alpacas Huacaya de diez meses hasta seis años de edad, el diámetro de fibra incrementa de 17.4 a 27.5  $\mu\text{m}$  (Del Carpio, 1989). 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, se encontraron valores de 14 a 30  $\mu\text{m}$  (Flórez *et al.*, 1986). 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 (Huamaní y González, 2004). De igual manera en animales tuis el diámetro de fibra es de 20.75  $\mu\text{m}$  y en animales adultos es de 23  $\mu\text{m}$  (Quispe *et al.*, 2009).

En Australia en alpacas 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  $\mu\text{m}$  respectivamente (McGregor, 2006). El 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 hipo nutrición en edades avanzadas (Bustinza *et al.*, 1985).



Con respecto al diámetro de fibra resulta importante el trabajo de Lupton et al. (2006) quien analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando  $26.7\mu\text{m}$  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  $29.9\mu\text{m}$ .

No obstante que, (Ponzoni et al., 1999) al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro de fibra de  $25.7\mu\text{m}$  con un rango de  $23.4$  a  $27.3\mu\text{m}$ . En los trabajos más recientes en alpacas del sur de Perú (González et al., 2008; Gutiérrez et al., 2009; Cervantes et al., 2010), en Apurímac (Vásquez et al., 2015) en Huancavelica (Montes et al., 2008; Quispe, 2010) y en Junín (Candio, 2011) refieren valores de  $21\mu\text{m}$  a  $24\mu\text{m}$ .

### **2.1.2 Desviación estándar**

Cruz (2011) estableció la desviación típica de la fibra de alpacas en  $4,25\mu$ , la influencia de efectos como el sexo sobre la desviación típica resultó poco relevante, de tan solo  $0,1\mu$  de diferencia entre machos y hembras. Asimismo, la media del carácter desviación típica en los colores extremos fue de  $4,11\mu$  para los grisáceos y  $4,38$  para los blancos. La influencia de la subespecie sobre la desviación típica es tan solo  $0,27\mu$  menos de la Huacaya respecto a la Suri. en tanto que la influencia del año muestra el valor más bajo para el año 2005 con  $3,31\mu$  y  $4,52$  como el más alto para el año 2009, siendo muy parecidos todos los valores del 2006 al 2009.



### 2.1.3 Coeficiente de variación

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto, su magnitud ó indicador está expresada en porcentaje. El coeficiente de variabilidad no debe superar el 24%, ya que se considera el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe et al., 2009). El estudio de la variación del diámetro a lo largo de la fibra, es una herramienta útil para observar la respuesta del animal frente a las situaciones medio ambientales a través del período de crecimiento de la fibra (Hansford, 1997). Un vellón con coeficiente de variación más bajo indica una mayor uniformidad del diámetro de fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

Para conocer los valores normales de la variabilidad del diámetro de fibra, se recopiló datos de más de 100 mil muestras de vellón, analizadas con OFDA, provenientes de más de mil majadas de Australia y Nueva Zelanda y obtuvieron un coeficiente de variabilidad de 18 y 19% (Baxter, 1992). Igualmente, observaron que ese valor varía fuertemente entre animales (de 13 a 25%). En alpacas Huacaya el coeficiente de variabilidad es de 27.28% (Solis, 1991).

Dentro de una mecha el diámetro de fibra puede tener un coeficiente de variación tan bajo como 14% en la lana. Muchas características del procesamiento y propiedades de los tejidos dependen primariamente del diámetro promedio de fibra, pero también son afectados por la dispersión del diámetro. Esta última variación es



atribuible a factores ambientales a través del año. Así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse (Carpio, 1991).

Existen dos fuentes de variación del diámetro de fibra que es medida en una muestra, la primera, está referida a la variación dentro de una mecha y la segunda a la variación a lo largo de la mecha. El 80% de la variación se refiere a la primera (que es a la que se refiere el CVDF), mientras que el 20% se refiere a la segunda. Un 24% representa el límite para el rendimiento textil acorde a su diámetro y se encuentra asociada al rendimiento del hilado o diámetro ajustado a la hilatura, cuyo cálculo está basado en el diámetro de fibra con un valor estándar para el CVDF de 24%. Por lo que si este CVDF se redujera en 5% su finura se vería virtualmente reducida en 1 micrón (Quispe, 2010).

El CVMDF resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil 22.14% y 20.34%, (Huarcaya *et al.*, 2016) siendo incluso inferior a valores de 23.48 a 28.10% reportado en alpacas (Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2002; McGregor & Butler, 2004; X. Wang, Wang y Liu, 2003). Esta característica tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), resultando conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye 1  $\mu\text{m}$  por cada 5% de disminución (Huarcaya *et al.*, 2016). En el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc (CIDCS - Lachocc), se encontró CVDF de 19.08 % resultaría ser bastante buena para las exigencias de la industria textil (Paucar *et al.*, 2015).



#### 2.1.4 Factor de confort

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007), en contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras (Bardsley, 1994; Baxter y Cottle, 1997; Wood, 2003). Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables en cambio prendas confeccionadas con fibras mayores a 30 micras causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra que sobresalen desde la superficie de los hilos son relativamente gruesas; sin embargo, si estos hilos fueran más delgadas serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel, estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas. (Sacchero, 2008; McColl, 2004; Mueller, 2007).

El factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario (Sacchero, 2008). Se sabe que, mientras menor el diámetro posee las fibras, el factor de confort es mayor. Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtuvieron un factor de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 2006); mientras en alpacas criados en Estados Unidos evaluaron características de la fibra de alpaca Huacaya, con 585 animales, determinaron factor de confort de 73 % en machos y 70.6 % en hembras, animales de un año 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% (Lupton *et al.*, 2006).



En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de 6,33% que correspondería a un factor de confort de 93,67%, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

El factor de confort probablemente esté relacionado con las fibras meduladas, en alpacas las fibras primarias son meduladas, mientras que las secundarias pueden ser meduladas y no meduladas (Antonini *et al.*, 2004). El promedio en animales jóvenes es más fino, con menor grado de medulación, y en las gruesas hay mayor presencia de médula; en llamas y alpacas, estos valores aumentan significativamente con la edad (Martínez *et al.*, 1997; McGregor *et al.*, 2006).

El porcentaje de fibras fuertemente meduladas fue bajo (0.2%), el valor máximo fue de 1.8 %. Trabajos anteriores señalan valores más altos; Villarroel (1963) reportó 9.5%, y Martínez *et al.* (1997) e Iñiguez *et al.* (1998) indican 3.7% y 2.4%, respectivamente. Sin embargo, Wurzinger *et al.* (2006) reportaron 0.1% en llamas. La diferencia podría atribuirse a que, los vellones provienen de una población de alpacas que fue seleccionada por varias generaciones, con la finalidad de disminuir el DMF.

Se halló que el porcentaje de fibras con medulación continua tiene amplio rango de variación (1.17% a 65.50%), con un promedio de 23.90%, que resulta inferior a 32.50% y 40.6% reportados por Trejo (1986) y Villarroel (1963), respectivamente. En llamas, Martínez *et al.* (1997) reportaron 39.4%, también en Bolivia Iñiguez *et al.*



(1998) refirieron valores menores de 17.2% y Wurzinger *et al.* (2006) un valor cercano de 14.1%.

### 2.1.5 Finura al hilado

La finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo, donde; dos tops con diferentes MDF y CVDF pueden producir hilados de la misma uniformidad, la cual provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo, su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra. (Butler y Dolling, 1992). En un estudio realizado indica que en alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de 20.90  $\mu\text{m}$  observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

Se determinaron las características tecnológicas de la fibra de llama, diámetro medio de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF, CVMDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) antes y después de descerदार, para ello se tomaron muestras de 10 g de fibra de vellones de 227 llamas Chaku de la región Apurímac. Las fibras sin descerदार y descerदारadas fueron analizadas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analysis); se consideraron las variables sexo y edad, la FH en fibra sin descerदार fue de  $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$  y descerदारada de  $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$  (Layme et al., 2016).



En alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de 20.90  $\mu\text{m}$  observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

### **2.1.6 Índice de curvatura**

Existen limitados estudios en cuanto a la comparación de las características físicas de la fibra (diámetro, longitud de mecha e índice curvatura) de alpaca entre comunidades de la región Tacna, pero en otras regiones se han realizado diversas investigaciones incentivando de esta forma a la aplicación de programas de selección y mejoramiento genético (Álvarez, J. 1981).

Tradicionalmente, la frecuencia de rizo se utilizó como un marcador indirecto del diámetro de fibra durante la venta de lotes de ovinos (Cottle, 1991; Hatcher y Atkins, 2000); al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente (Rogers, 2006). Sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de la fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra (McGregor, 2003) o como el número de rizos por unidad de longitud (Hatcher y Atkins, 2000).

La importancia del rizado de la fibra siempre ha abierto debate en la industria textil de la lana, estimándose en unos casos que lanas con bajo rizado son mejores





que lanas con alto rizado y en otros que esta característica está asociada con la uniformidad en la finura y por lo tanto la presencia abundante de rizos es señal de buena calidad, lo que parece ocurrir en alpacas Huacaya (Bustinza, 2001).

La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 grad/mm se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de 40 – 50 grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

Al realizar comparaciones sobre el índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra (Fish et al., 1999). En alpacas de EE. UU, encontraron valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad; igualmente, las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006). En el Perú también se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 en machos y 54.01 en hembras (Siguyro y Aliaga, 2010).



## 2.2. Antecedentes

### 2.2.1. Diámetro de fibra.

Velarde, O. (2020) realizó el trabajo de investigación en el sector Alto Anansaya Puna, del Distrito de Nuñoa, Provincia de Melgar, Región-Puno; con objetivos de determinar el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad, desviación estándar, factor de confort e índice de curvatura de la fibra de alpacas según sexo, raza y edad del animal, y determinar la longitud de mecha y peso vellón de la fibra de alpacas según raza, edad y sexo del animal. utilizaron 400 muestras de fibra de alpacas, las cuales fueron procesados en el Laboratorio de fibras del PECSA de la Región Puno, mediante el equipo OFDA 2000 para mensurar las variables en estudio. Los datos se analizaron mediante un arreglo factorial de  $2 \times 2 \times 5$  con diferente número de repeticiones por tratamiento y la comparación de promedios mediante la prueba de Significación Múltiple de Duncan, utilizando el programa SAS v.9.4. Los resultados del diámetro de fibra para alpacas de raza Suri y Huacaya fueron de  $20,70\mu$  y  $23,31\mu$ ;  $4,93$  y  $7,45$  de desviación estándar,  $24,02\%$  y  $31,87\%$  de coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra;  $94,53\%$  y  $85\%$  de factor de confort;  $45,59$  y  $20,87$  grad/mm del índice de curvatura, respectivamente ( $P < 0.05$ ). En alpacas de 1, 2, 3, 4 y 5 años de edad el diámetro de fibra fue de  $19,83\mu$ ,  $20,75\mu$ ,  $21,81\mu$ ,  $23,65\mu$  y  $42\mu$ ; factor de confort  $94,08\%$ ,  $92,72\%$ ,  $90,39\%$ ,  $85,69\%$  y  $85,95\%$  y el índice de curvatura  $35,67$ ,  $34,29$ ;  $30,57$ ;  $31,22$  y  $34,38$  grad/mm, respectivamente ( $P < 0.05$ ). Longitud de mecha para Suri  $13,66$  cm y Huacaya  $11,04$  cm; el peso del vellón fue  $2,63$  y  $2,08$  kg para alpacas Suri y Huacaya, respectivamente ( $P < 0.05$ ). En conclusión, el factor sexo no tuvo efecto en la variación de las variables de estudio; mientras los factores raza y edad sí influyen



en la variación; y el diámetro de fibra incrementa con el avance de la edad animal; mientras el factor de confort y longitud de mecha disminuyen.

En un estudio de la provincia de Tarata - Tacna, obtuvo un promedio de 22,45  $\mu$  en la Raza Huacaya y 21.48  $\mu$  en la raza Suri respectivamente. Donde la raza Huacaya posee fibras más gruesas que la raza Suri. Donde el promedio de diámetro de fibra de la raza Suri de acuerdo a la edad es de 19.45  $\mu\text{m}$  para animales de un año, 22.27  $\mu\text{m}$  para dos años, 22.93  $\mu\text{m}$  para tres años y 22.08  $\mu\text{m}$  para animales 4 años de edad (Flores, 2009).

Cruz *et al.*, (2017), estudiaron la influencia de estado de gestación y lactancia en el desempeño productivo en la fibra en alpacas de la granja experimental Pacamarca, se utilizaron 8 648 registros de 1 541 hembras y 366 machos de ecotipo Huacaya y 2 410 registros de 374 hembras y 132 machos de ecotipo Suri, registrados de 2001 a 2015 pertenecientes a animales de tres o más años de edad. Los ecotipos Huacaya y Suri fueron analizados independientemente, todos los efectos incluidos en el modelo aparecieron como altamente significativos, siendo las diferencias pareadas menos significativas en Suri debido al menor número de registros. La edad tuvo un efecto muy importante que aumentó 3,71  $\mu\text{m}$  de 3 a 9 años en Huacaya y 4,52  $\mu\text{m}$  en Suri. Se encontró una diferencia de 3,09  $\mu\text{m}$  en Huacaya y 5,93  $\mu\text{m}$  en Suri entre las alpacas de color oscuro y blanco; estos resultados recomiendan modificar el modelo de evaluación genética ajustando el estado fisiológico de las hembras para aumentar la precisión de los valores de cría utilizados para seleccionar animales en el esquema de cría de la granja.



Con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani provincia de Carabaya del departamento de Puno se analizaron 240 muestras de fibra en el equipo OFDA 2000; los resultados muestran que el diámetro medio de fibra fue de  $19,60 \pm 2,09 \mu\text{m}$ ;  $21,07 \pm 2,56 \mu\text{m}$  y  $22,28 \pm 2,45 \mu\text{m}$  en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ( $P \leq 0,05$ ); para el efecto del factor sexo, los machos presentan un diámetro de fibra de  $21,28 \pm 2,55 \mu\text{m}$ , y las hembras de  $20,69 \pm 2,69 \mu\text{m}$  ( $P > 0,05$ ) (Ormachea *et al.*, 2015).

Una investigación 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 de  $\leq 23 \mu$ , lo cual corresponde a fibras de la mejor calidad, de acuerdo a la clasificación; y cerca del 4% tuvieron vellones de la calidad más baja (con medias de diámetro de fibra  $> 29 \mu$ ); el diámetro medio de fibra fue de  $22,70 \pm 0,02 \mu\text{m}$ , variando de acuerdo a la edad, sexo y comunidad de origen (Montes *et al.*, 2008).

En un estudio determinaron el perfil de fibra de 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando diámetros de fibra de  $27,70 \mu\text{m}$  en hembras y  $26,80 \mu\text{m}$  en machos, con un promedio de  $27,85 \pm 5,35 \mu\text{m}$ ; con respecto a la edad, encontró valores de  $24,30 \mu\text{m}$ ;  $26,50 \mu\text{m}$  y  $30,10 \mu\text{m}$  en alpacas de uno, dos y tres o más años de edad, respectivamente (Lupton *et al.*, 2006). Otros estudios como en el Sur este de Australia, los resultados del análisis de fibra de las alpacas de la raza Huacaya y Suri muestran que el incremento del diámetro de fibra no afecta al peso de vellón grasiento, pero el porcentaje de fibras meduladas



aumenta con el incremento del diámetro de fibra así como con el avance de la edad (29 a 33  $\mu\text{m}$ ), por consiguiente aproximadamente el 10 % del total de alpacas Huacaya tienen un diámetro de fibra menor de 24  $\mu\text{m}$ , mientras en alpaca Suri el 14% tienen el diámetro de fibra menor a 24  $\mu\text{m}$ . En ambas razas el 50% de los vellones tienen un diámetro de fibra mayor a 29,9  $\mu\text{m}$ . La incidencia de fibra medulada muestra un incremento lineal de 10 a 60 % respecto al peso y el incremento en el promedio de diámetro de fibra de 20 a 36  $\mu\text{m}$  (Mc Gregor, 2006). Del mismo modo, al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro medio de fibra de 25,70  $\mu\text{m}$  con valores extremos de 23,40 a 27,30  $\mu\text{m}$  (Ponzoni *et al.*, 1999)

En zonas con condiciones ambientales similares en Chile, setenta y siete alpacas Huacaya procedentes de productores, las alpacas fueron clasificadas en base a color (blanco o marrón) y edad uno a dos años definido como juvenil y de tres a seis años como adulto. El diámetro medio de fibra para las alpacas muestreados fue  $22,69 \pm 3,76 \mu\text{m}$ , con valores extremos entre 17,60 y 35,10  $\mu\text{m}$  (Crossley *et al.*, 2014).

En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones de diámetro de fibra por edad son de 24.62  $\mu\text{m}$  para animales de dos años, 25.57  $\mu\text{m}$  para tres años y 26.74  $\mu\text{m}$  para animales 4 años de edad (Huamani y Gonzales, 2004). En animales tuis es de 20.75  $\mu\text{m}$  y 23  $\mu\text{m}$  para animales adultos (Quispe *et al.*, 2009).

Ponzoni *et al.*, (1999) reporta valores superiores comparados a los valores obtenidos en el presente estudio al evaluar un programa de mejora genética para



alpacas australianas  $25.7 \mu\text{m}$  con un rango de  $23.4\mu\text{m}$  a  $27.3\mu\text{m}$ ; igualmente, McGregor, (2006) al estudiar alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya presentan una diámetro medio de  $24\mu\text{m}$  y más del 50% estaban en  $29.9\mu\text{m}$ , por otra parte, Lupton, (2006) quien analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas encontró un promedio de  $26.83\mu\text{m}$ , los anteriores autores mencionados corresponden a trabajos realizados en alpacas de la raza Huacaya. De igual manera (Siña, 2012) en Tarata – Tacna; (Gil, 2017) en IIPC, La Raya Santa Rosa – Melgar – Puno; (Roque y Ormachea, 2018) en comunidades del distrito de Ayaviri – Melgar - Puno con el fin de determinar las características productivas y textiles de la fibra en alpacas de la raza Huacaya encontraron en promedio de diámetro de fibra  $23.50\pm 2.71\mu\text{m}$ ,  $23.75\pm 0.29\mu\text{m}$ ,  $23.00\pm 2.87\mu\text{m}$  respectivamente.

El estudio realizado por Roque y Ormachea (2018) que al determinar las características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia; obtuvieron muestras de fibra del costillar medio de 120 alpacas de dos comunidades del distrito de Ayaviri, Puno. Se determinó el diámetro, factor de confort, índice de curvatura y la finura al hilado. Los resultados obtenidos fueron para edad  $21.22 \pm 1.79$ ,  $23.35 \pm 1.98$  y  $25.48 \pm 2.27$  para 2, 4 y 6 años respectivamente, para efecto sexo fue  $23.48 \pm 2.59$  y  $23.23 \pm 2.74$  para hembra y macho respectivamente.

Flores, (2017), indica que para el promedio de fibra fue  $21.04\pm 2.70\mu\text{m}$ . En relación a la edad los resultados fueron  $19.86\pm 2.31\mu\text{m}$ ,  $21.02\pm 2.62\mu\text{m}$  y  $21.88\pm 2.70\mu\text{m}$ , para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. Así mismo, para efecto



sexo fue  $21.13 \pm 2.64 \mu\text{m}$  y  $20.62 \pm 2.95 \mu\text{m}$  para hembra y macho respectivamente (Flores, 2017).

Flores, (2006), el diámetro de fibra para las alpacas de la Provincia de Tarata, según el sexo es de  $23,03 \pm 4,16 \mu$  y  $21,24 \pm 3,44 \mu$  para hembras y machos respectivamente, siendo estos diferentes en donde existe diferencia estadística altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ). Por lo que se evidencia que el sexo, influye sobre esta característica de importancia económica.

Morante *et al.*, (2009) manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de Mejoramiento genético para la producción de fibra de alpaca en el Altiplano peruano, se tiene en promedio el diámetro de fibra para alpacas de la raza Suri de  $24.47 \mu\text{m}$  y para la alpaca de la raza Huacaya es de  $22.82 \mu\text{m}$  y según efecto sexo se tiene  $23.34 \mu\text{m}$  y  $22.39 \mu\text{m}$  para hembras y machos respectivamente. Donde se analizaron conjuntamente cuatro rasgos de fibra (diámetro de fibra, coeficiente de variación, factor de confort y desviación estándar con seis rasgos de tipo calificados subjetivamente (densidad de vellón, rizo, estructura de bloqueo, cabeza, cobertura y equilibrio) en dos razas de alpaca del altiplano peruano (Suri y Huacayo) para determinar su relación genética, en el fundo experimental Pacamarca, donde el diámetro de fibra en promedio para alpacas de la raza Suri fue de  $24.73 \pm 5.01 \mu\text{m}$  (Cervantes, *et al.*, 2010).

También se debe de manifestar que Siguyro y Aliaga, (2010) y Vásquez *et al.*, (2015), encontraron similares resultados, donde los machos tienen menor diámetro de fibra en relación a las hembras, sin embargo, observaron menor



diámetro en relación al presente estudio, encontrando Siguayro y Aliaga, (2010) un diámetro de fibra de  $17.86\mu\text{m}$  y  $18.23\mu\text{m}$  para machos y hembras respectivamente, así mismo, Vázquez *et al.*, (2015) encontró  $19.60\pm 0.20\mu\text{m}$  y  $20.10\pm 0.20\mu\text{m}$  para machos y hembras respectivamente.

Flores, (2017), encontró resultados en machos que tienen menor diámetro de fibra en relación a las hembras, así mismo, en relación al diámetro de fibra encontró similares resultados donde las alpacas de sexo macho tuvieron un resultado de  $20.62\pm 2.95\mu\text{m}$  y las alpacas hembras de  $21.13\pm 2.64\mu\text{m}$ . Además, se puede manifestar que los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a los resultados del trabajo en alpacas de raza Suri de Diaz (2014) y Ticlla, (2015) en alpacas de la raza Huacaya, cuyos diámetros de fibra son:  $19.59\pm 2.10\mu\text{m}$ ,  $19.61\pm 2.13\mu\text{m}$  y  $19.92\pm 1.85\mu\text{m}$ ,  $19.77\pm 2.09\mu\text{m}$  para machos y hembras respectivamente.

Lupton, (2006) analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando diámetros de fibra de  $26.7\mu\text{m}$  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 incrementa el grosor de la fibra.

### **2.2.2. Coeficiente de variación**

Para conocer los valores normales de la variabilidad del diámetro de fibra, se recopiló datos de más de 100 mil muestras de vellón, analizadas con OFDA,





provenientes de más de mil majadas de Australia y Nueva Zelanda y obtuvieron un coeficiente de variabilidad de 18 y 19% (Baxter *et al.*, 1992).

El CVMDF resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil 22.14% y 20.34%, (Laime *et al.*, 2016), siendo incluso inferior a valores de 23.48 a 28.10% reportado en alpacas (Lupton *et al.*, 2006; Mcgregor, 2002; Mcgregor & Butler, 2004; Wang *et al.*, 2004). Esta característica tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), resultando conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye 1  $\mu\text{m}$  por cada 5% de disminución (Laime *et al.*, 2016).

En la provincia de Tarata – Tacna, en la raza Suri obtuvo el CVMDF de 14%, 18%, 12% y 9 % para las edades de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente. (Flores, 2009). Sobre el particular en alpacas Huacaya de Estados Unidos (Lupton *et al.*, 2006) reporta valores de 25.0%, 24.4% y 23.6% en alpacas de uno, dos y más de dos años de edad. En alpacas Huacayas procedentes de las zonas altas de Apurímac, cifrando valores de 21.3 %; 21.2 %; 21.1 %; y 21.3 % en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. (Vásquez *et al.*, 2015)

(Quispe *et al.*, 2009) al evaluar diversas unidades productivas en comunidades de la región Huancavelica reporta un promedio del coeficiente de variación del diámetro de fibra de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. (Manso, 2011) en alpacas Huacaya en Huancavelica cita valores de 26.03%, 22.73%, 22.76%



y 22.16% en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro y boca llena, respectivamente. 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  $22.7 \mu\text{m}$  (Montes et al., 2008) posee un coeficiente de variación de 24.10% respectivamente de muestras de vellón provenientes de alpacas australianas (Ponzoni, 2000).

Gil, Q. (2017) reporta el coeficiente de variación del diámetro medio de la fibra 24.85 % en alpacas hembras Huacaya del Instituto de Investigación y promoción en Camélidos Sudamericanos (IIPC), e indica que, los valores varían de acuerdo a la edad, como los de 01 año 26.72 %, dos 26.48 % y tres años 25.69 %, respecto a cinco 23.21 %, seis 24.12 %, siete 23.67 % y ocho años 24.47 %.

Montes *et al.*, (2008) menciona que, 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  $22.7 \mu$ . Sobre el particular, el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra es similares a los reportes de Checmapocco *et al.*, (2013) en alpacas Suri a la primera esquila (26.32%).

Lupton *et al.*, (2006), refiere que el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra no resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil, esto es atribuible a factores ambientales a través del año, así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse. Es conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye un  $\mu\text{m}$  porcada 5% de disminución tal



como refiere Lupton *et al.*, (2006). Quispe *et al.*, (2010) en estudios realizados en Vicuñas de la Región de Huancavelica encontró valores de 19.5% mostrando una mayor homogeneidad que otros productores de fibra animal de lujo.

McGregor y Butler (2004) y Quispe *et al.*, (2009). Al respecto menciona que, el coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no fue afectado por el sexo de las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por (Lupton *et al.*, 2006), quien indica que se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado. Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDF tienen menor resistencia (Mueller, 2000), afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra (Wang *et al.*, 2003). Machaca (2017), manifiesta que el CVDF) mostró diferencias significativas por efecto de la edad ( $p < 0.01$ ) y por sexo.

El CVDF no estuvo influenciado por el estrato etario, tal y como lo menciona Quispe *et al.* (2009) en la región de Huancavelica, Perú, aunque con menor variabilidad. Asimismo, los valores son inferiores a otros reportes (Aylan-Parker y McGregor, 2002; Wang *et al.*, 2003; McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006), donde se mencionan valores de CVDF entre 23.5 y 28.1%. Solo McGregor y Butler (2004) encontraron evidencia de que el CVDF disminuye rápidamente hasta los 2 a 3 años, para luego incrementar levemente hasta los 10 años de edad.



### 2.2.3. Factor de confort

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas Huacaya antes de la esquila; los resultados mostraron un índice de confort (IC) 98.7 %; 97.2 %; 95.2 % y 92.3 % en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Vásquez *et al.*, 2015).

Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 %. (McGregor, 2004), en estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 1999), mientras (Lupton *et al.* (2006), Trabajó en alpacas criados en EE.UU para evaluar las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39  $\pm$ 25.05 %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad fue de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente.

En comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani provincia de Carabaya, utilizando 240 alpacas Huacaya de color blanco indican que la variable factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal debido a que los parámetros del diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, obteniendo los siguientes valores 97.50%, 95.85% y 93.43% en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad respectivamente. De igual manera indican que los vellones de alpacas hembras brindan un mayor factor de confort debido a que



presentan un menor diámetro de fibra en comparación con los machos obteniendo los siguientes resultados en alpacas hembras 96.19% y 94.99% en machos. Sin embargo, la comunidad no influye en la variación del factor de confort (Ormachea *et al.*, 2015).

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores del factor de confort de 95.34%, 92.99%, 90.22% en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018). En el estudio realizado en el CIP La Raya, donde trabajaron con alpacas de la raza Suri, logran obtener el mayor índice de confort, como se muestra al año de edad 93.91% de factor de confort y esta disminuye hasta a los cuatro años de edad (67.14%) reportados por (Fernández y Maquera, 2013).

En Huancavelica trabajaron con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, encontraron valores de factor de picazón de  $6,33 \% \pm 0,30 \%$  que correspondería a un factor de confort de 93,67 %, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Se sabe que mientras las fibras tienen menor diámetro el confort es mayor (Quispe *et al.*, 2009). Asimismo, se reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica (Quispe, 2010). El cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).



El factor de confort probablemente esté relacionado con las fibras meduladas, en alpacas las fibras primarias son meduladas, mientras que las secundarias pueden ser meduladas y no meduladas. El promedio en animales jóvenes es más fino, con menor grado de medulación, y en las gruesas hay mayor presencia de médula; en llamas y alpacas, estos valores aumentan significativamente con la edad (McGregor, 2006). El factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario (Sacchero, 2008). Afirman indicando que mientras, menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor.

Del mismo modo en el sector Chocomaquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, se tomaron 180 muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, los resultados muestran que el factor de confort en alpacas Suri de 95,58 % y Huacaya de 98,76 % (Díaz, 2014). del mismo modo son inferiores a los reportes de Checmapocco et al. (2013) en alpacas Suri a la primera esquila reportando un factor de confort de 95,87 % y siendo de 96,01 % y 95,74 % en hembras y machos, respectivamente.

Los resultados obtenidos considerando la edad del animal fue mayor en animales de un año en comparación con alpacas de nueve años, estos resultados indican que la variable factor de confort (FC) disminuye conforme se incrementa la edad del animal, esta diferencia encontrada se atribuye debido a que los parámetros de diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, similares a los reportes de (Ponzoni et al., 1999; McGregor, 2006). Pero Quispe *et al.* (2007), manifiesta que en la región de Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón



de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de  $6,33\% \pm 0,30\%$  que correspondería a un factor de confort de 93,67%, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil.

En un estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49%, mientras que (Lupton et al., 2006), en alpacas criados en EE. UU., evaluaron las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39% (McGregor y Butler, 2004). Así mismo, al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42% y un índice de confort de 55.58% (Sacchero, 2008).

Morante *et al.*, (2009) manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de Mejoramiento genético para la producción de fibra de alpaca en el Altiplano peruano, se tiene en promedio el diámetro de fibra para alpacas de la raza Suri de 82.17% y para la alpaca de la raza Huacaya es de 89.03% y según efecto sexo se tiene 87.39% y 88.60% para hembras y machos respectivamente.

Cervantes, *et al.* (2010), analizaron cuatro rasgos de fibra (diámetro de fibra, FD; coeficiente de variación de FD, factor de confort y desviación estándar de FD) con seis rasgos de tipo calificados subjetivamente (densidad de vellón, rizo, estructura de bloqueo, cabeza, cobertura y equilibrio) en dos razas de alpaca del altiplano peruano (Suri y Huacayo) para determinar su relación genética, en el



Fundo experimental Pacamarca, donde el factor de confort en promedio para alpacas de la raza Suri fue de  $80.91 \pm 19.46\%$ .

Ticlla, (2015), determinó correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, en animales de 1 año de edad y el factor de confort por efecto sexo se encontró  $97.33\%$  en machos y  $97.37\%$  en hembras.

Machaca *et al.* (2017), indicaron que, con el objetivo de establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca y para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, cuyo promedio fue  $87.12 \pm 1.02\%$  para el color blanco y para efecto edad  $92.38 \pm 4.42\%$ ,  $92.02 \pm 4.14\%$ ,  $88.13 \pm 4.88\%$ , y  $86.45 \pm 3.21\%$  para diente de leche, 2 dietes, 4 dientes y boca llena respectivamente. Referente al efecto sexo fue  $87.41 \pm 3.39\%$  y  $91.23 \pm 2.66\%$  para macho y hembra respectivamente.

Quispe *et al.*, (2009) quienes cifran valores de  $93,67\%$  de factor de confort en alpacas de color blanco, el cual se considera relativamente como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil, se conoce que mientras las fibras tienen menor diámetro el factor de confort es mayor. Asimismo, se reporta suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica tal como refiere Quispe (2010).





#### 2.2.4. Finura al hilado

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas Huacaya antes de la esquila; los resultados mostraron una finura la hilado de  $19,40 \pm 0,20 \mu\text{m}$ , la finura al hilado es diferente entre sexos ( $p \leq 0,05$ ) y entre los grupos etarios cifrando valores de  $17,4 \pm 0,2 \mu\text{m}$ ;  $19,2 \pm 0,2 \mu\text{m}$ ;  $20,2 \pm 0,3 \mu\text{m}$  y  $21,6 \pm 0,3 \mu\text{m}$  en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Vásquez *et al.*, 2015).

En alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de  $20,90 \mu\text{m}$  observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

Se tomaron 40 muestras de alpacas suri machos de dos años de edad de los centros de investigación y Producción CIP Chuquibambilla y CIP La Raya, donde los resultados de finura al hilado según la condición ecológica el promedio general fue de  $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$ , donde los resultados obtenidos del CIP La Raya fue  $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$  y CIP Chuquibambilla fue de  $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$  (Calsin, 2017). En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de finura al hilado de  $21,7 \pm 2,1 \mu\text{m}$ ,  $23,8 \pm 2,1 \mu\text{m}$ ,  $25,4 \pm 2,2 \mu\text{m}$  en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)



Arango, (2017) indica que el factor confort presentó un promedio general de 85.63% y una desviación estándar alta de 12.42%, lo cual se demuestra con el distanciamiento de sus valores extremos con respecto a la media obteniéndose como mínimo valor 40.70% y como máximo 99.50%. El mínimo valor de factor confort correspondió al vellón de un animal de sexo macho perteneciente al grupo de edad boca llena y con un diámetro promedio de fibra de 32.6 $\mu$ . El máximo valor del factor confort correspondió al vellón de un animal de sexo hembra perteneciente al grupo de edad de dos dientes y con un diámetro promedio de fibra de 18.5 $\mu$ . Con esto se demostró lo mencionado por Frank (2012) con respecto a la relación del diámetro promedio de fibra con el factor confort, que dijo que fibras finas tendrán valores de factor confort altos y lo contrario ocurriría si se trata de fibras gruesas. Con respecto al mínimo valor del factor confort obtenido, se entiende que es muy bajo debido a que el diámetro promedio de fibra fue inclusive mayor a las 30 $\mu$  que sostiene la definición del factor confort. Sobre el máximo valor de factor confort obtenido, fue debido a su bajo diámetro promedio de fibra que ingresa en la calidad de súper baby por ser menor a 20 $\mu$ .

Con respecto al efecto del sexo sobre el factor confort, en hembras se halló un factor confort promedio de 90.8% mayor que en los animales machos con 82.03%. Estos resultados podrían sugerir que las hembras presentan mejor factor confort que los machos; además, también coincidió que las hembras presentaron un diámetro promedio de fibra menor que los machos, siendo este 23.0 $\mu$  y 25.4 $\mu$  respectivamente Arango, (2016). Esto pudo deberse a que las hembras tienen mayores exigencias metabólicas, como lo son la gestación y la lactancia, que hacen



que su fibra sea de menor diámetro y por tanto tengan mayor factor confort. A pesar de esto, la prueba estadística no mostró evidencia significativa para poder afirmarlo coincidiendo con lo reportado por Quispe *et al.* (2009) y Lupton *et al.* (2006) pero que difiere con lo hallado por Candio (2011) quien si encontró diferencias significativas entre sexos.

Arango, Q. (2016) indica que con respecto al efecto de la edad sobre el factor confort, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre los grupos de edades lo que es similar a lo reportado por Quispe *et al.* (2009b). Se obtuvo que el factor confort va disminuyendo conforme la edad del animal aumenta, siendo: 96.99% en animales diente de leche, 93.92% en animales de dos dientes, 92.94% en animales de cuatro dientes y 82.51% en animales boca llena. Lo que ocurrió con el efecto de la edad para el factor confort se explica con los valores hallados para el diámetro promedio de fibra que aumenta mientras la edad del animal también se incrementa.

También menciona que las hembras tuvieron mayor factor confort en general que los machos. Esto se evidenció en los resultados menos para el grupo de edad de animales diente de leche donde los machos tuvieron mayor factor confort que las hembras con 98.34% y 95.47% respectivamente. Analizando los datos, se observó que en el grupo de hembras diente de leche fueron dos animales que bajaron el promedio con valores de 82.5% y 83.2% de factor confort. Se confirmó por medio de la desviación estándar del factor confort que en hembras diente de leche es mucho mayor a comparación de los machos del mismo grupo de edad, con 5.41 y 1.06 respectivamente.



### 2.2.5. Índice de curvatura

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas antes de la esquila; los resultados mostraron un índice de curvatura de  $37,00 \pm 0,30$  °/mm, el índice de curvatura es similar entre sexos pero diferente entre edades reportando valores de  $35.8 \pm 0.5$  °/mm;  $36.9 \pm 0.8$  °/mm;  $37.6 \pm 0.7$  °/mm y  $38.2 \pm 0.7$  °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente, (Vásquez *et al.*, 2015).

En alpacas Huacaya del distrito de Corani Flores *et al.* (2015) reporta valores de  $40.87 \pm 7.09$  °/mm,  $41.51 \pm 6.75$  °/mm y  $41.85 \pm 6.93$  °/mm en alpacas de dos, tres y cuatro años, respectivamente. En un estudio realizado en las comunidades del distrito de Corani – Carabaya – Puno indican que el lugar de procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura obteniendo los siguientes resultados 43.43 grad/mm, 42.21 grad/mm y 41.27 grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34 grad/mm y 42.26 grad/mm en machos (Ormachea *et al.*, 2015).

Los resultados reportados de alpacas Huacaya procedentes de Huancavelica, reporta valores de 37.25 °/mm, 38.87 °/mm 40.12 °/mm y 35.32 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Manso, 2011). En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de índice de curvatura (grad/mm) de  $38.35 \pm 4.18$



°/mm,  $34.95 \pm 3.71$  °/mm,  $31.74 \pm 4.47$  °/mm en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)

En EE.UU. se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006).

El índice de curvatura en alpacas ha sido estudiado en Perú, en estudios se reportan valores entre 47,66 y 54,01 °/mm en alpacas (Siguayro y Gutiérrez, 2010), mientras que Quispe (2010) encuentra una media de 38,8 °/mm. Así también, el índice de curvatura está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu *et al.* (2004), Wang *et al.* (2004), Lupton *et al.* (2006), McGregor (2006) quienes encontraron valores de 27,80 °/mm a 32,50 °/mm; al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 °/mm a 35 °/mm contra 25 a 60 °/mm respectivamente (Holt, 2006).

Vilcanqui (2008) encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34 grad/mm para machos y hembras, respectivamente; también, Marín (2007) reportó para alpacas Huacaya de un año de edad valores de 47.14 y 47.22 grad/mm para hembras y machos, respectivamente; no encontrando diferencias ( $P > 0.05$ ) entre sexos.



Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra. Sin embargo, indican que el índice de curvatura guarda cierta relación con el diámetro de fibra es decir a menor diámetro el grado de curvatura se incrementa tal como lo menciona (Holt, 2006; y Fish *et al.*, 1999).

Holt, (2006) afirma que la fibra de alpaca Suri (15 °/mm a 35 °/mm) tiene menor curvatura que la Huacaya (25 °/mm a 60 °/mm); por lo que el promedio del estudio está dentro de los reportes del índice de curvatura de alpacas Suri. Al respecto, Fish *et al.* (1999), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy trascendental en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 °/mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de 40 - 50grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

Holt, (2006), menciona que el índice de curvatura es estudiado con mayor interés en los países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu *et al.*, (2004), Wang *et al.*, (2004), Lupton *et al.*, (2006), McGregor (2006), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8 grad/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 contra 25 a 60 grad/mm respectivamente por lo que en EE.UU. Se encontró en alpacas, valores de 34.6grad/mm, 33.7grad/mm, 29.4grad/mm en animales de uno, dos y más de dos



años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006).

De igual manera en estos últimos años se está dando más interés a esta variable, es así que, en el Perú en trabajos de investigación se encontraron resultados promedios de 38.80°/mm, 37.0±0.3°/mm, 42.30± 6.27°/mm, 30.95±6.05°/mm, 38.79°/mm, 36.63±0.76°/mm, 41.46±6.94°/mm y 35.01°/mm encontrados por Quispe (2010) en Huancavelica, Vásquez, et al. /2015) en Comunidades de la región Apurímac, Ormachea et al., (2015) en comunidades del distrito de Corani – Carabaya, Quispe y Quispe, (2016) en Santo Domingo Cachi – Junín, Gil, (2017) en IIPC - La Raya distrito de Santa Rosa – Melgar – Puno, Machaca *et al*, (2017) en Cotaruse - Apurímac, Flores, (2017) en Comunidades del distrito de Corani - Carabaya y Roque y Ormachea, (2018) en Comunidades del distrito de Ayaviri - Melgar - Puno respectivamente, resultados que son superiores al encontrado en el presente estudio.

En relación al factor edad, los resultados obtenidos son menores a los resultados encontrados por Lupton *et al.*, (2006) en EE.UU. y Holt, (2006) en Australia de 34. 60°/mm, 33. 70°/mm y 29. 4°/mm para 1, 2 y 3 años respectivamente. Así también Holt, (2006) en Australia encontró resultados de 22. 28°/mm, 24. 26°/mm, 25. 78°/mm, 27.02°/mm y 28. 38°/mm para 1, 2, 3, 4, y más de 5 años de edad respectivamente. Así mismo, los resultados de estudios realizados en el Perú obtenidos por Vásquez, et al. /2015), en comunidades de la región Apurímac fue 35. 8±0.5°/mm, 36. 9±0.8°/mm, 37. 6±0.7°/mm y 38.2 ± 0.7 °/mm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente de



igual manera Ormachea et al., (2015) en comunidades del distrito de Corani – Carabaya encontró resultados de  $43.43 \pm 5.44$  °/mm,  $42.21 \pm 6.48$  °/mm y  $41.27 \pm 6.90$  °/mm para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. De la misma manera Quispe y Quispe, (2016) en Santo Domingo Cachi – Junín encontró resultados de  $33.28 \pm 0.88$  °/mm y  $28.67 \pm 0.88$  °/mm para 2 y 3 años de edad respectivamente. También, Gil, (2017) en IIPC - La Raya distrito de Santa Rosa provincia de Melgar – Puno encontró  $42.39$  °/mm,  $40.63$  °/mm,  $39.74$  °/mm,  $39.70$  °/mm y  $\geq 37.88$  °/mm para 1, 2, 3, 4 y más de 5 años de edad respectivamente. A la vez Machaca et al, (2017) obtuvo resultados para esta variable de  $33.35 \pm 1.31$  °/mm,  $40.19 \pm 1.43$  °/mm,  $38.60 \pm 1.61$  °/mm y  $35.66 \pm 1.50$  °/mm para alpacas de dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente. También Flores, (2017) en las diferentes comunidades del distrito de Corani – Carabaya tuvo resultados de  $40.87 \pm 7.09$  °/mm,  $41.51 \pm 6.75$  °/mm y  $41.85 \pm 6.93$  °/mm para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. Así Roque y Ormachea, (2018) en comunidades del distrito de Ayaviri – Melgar, encontró resultados de  $38.35 \pm 4.18$  °/mm,  $34.95 \pm 3.71$  °/mm y  $31.74 \pm 4.47$  °/mm para 2, 4 y más de 5 años de edad respectivamente, resultados que son superior a los encontrados en el presente estudio.

Holt, (2006), también menciona que una curvatura menor de 50 grados/mm se describe como curvatura baja; de allí que el índice de curvatura (IC) estimado a nivel general (37.0 grados/mm) en el presente estudio correspondería a una fibra con baja cantidad de rizos. Los resultados obtenidos fueron  $22.28$  °/mm,  $24.26$  °/mm,  $25.78$  °/mm,  $27.02$  °/mm,  $28.38$  °/mm para 1, 2, 3, 4 y más de 5 años de edad en la raza Huacaya y en la raza Suri se obtuvo  $15.55$  °/mm en promedio.





(Ticlla, 2015), reporta que las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, en animales de 1 año de edad y el índice de curvatura por efecto sexo se encontró 32.95 grad/mm en machos y 32.76 grad/mm en hembras.

Un estudio realizado entre diciembre de 2009 y diciembre de 2010 en alpacas de la comunidad campesina de Santo Domingo de Cachi, en el distrito de Yanacancha, provincia de Chupaca y departamento de Junín- Perú, con la finalidad de estimar componentes de varianza fenotípica, correlación fenotípica y repetibilidad de media de diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF (CV MDF), peso de vellón (PVe), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM), donde se encontró los índices de curvatura promedio de  $30.95 \pm 6.05$  grad/mm, así mismo, en relación a la edad se encontró  $33.28 \pm 0.88^\circ/\text{mm}$  y  $28.67 \pm 0.88^\circ/\text{mm}$  para 1 y 2 años respectivamente, en relación al sexo se encontró  $30.70 \pm 0.85$  grad/mm y  $31.26 \pm 0.92$  grad/mm para machos y hembras respectivamente (Quispe y Quispe, 2016).

Machaca *et al.* (2017), menciona que al establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca que pueden servir para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac. El promedio fue  $36.63 \pm 0.76$  %/mm y los resultados para el color blanco para el efecto edad fue  $33.35 \pm 1.31$  %/mm,  $40.19 \pm 1.43$  %/mm,  $38.60 \pm 1.61$  %/mm y  $35.66 \pm 1.50$  %/mm para diente



de leche, 2 dietes, 4 dientes y boca llena respectivamente. Referente al efecto sexo fue  $33.76 \pm 1.13$  %/mm y  $38.23 \pm 0.97$  %/mm para macho y hembra respectivamente.

## **2.3. Conceptos**

### **2.3.1 Determinación de desviación estándar**

La variable (DS) se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde a la heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa la desviación estándar como dispersión de los datos del diámetro que se mide en micras.

### **2.3.2 Determinación de coeficiente de variación**

El coeficiente de variación (CV) se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde a la heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y fue expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100.

### **2.3.3 Determinación del factor de confort**

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde al porcentaje de las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  que tiene el vellón de alpaca.

### **2.3.4 Determinación de finura al hilado**

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 (Analizador óptico del diámetro de fibras) su estimación proviene de la combinación de la media del



diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra. Se determinó utilizando la fórmula de finura al hilado (Butler y Dolling, 1995) y corresponde a effective fineness.

$$FH = 0.881 * MDF * \sqrt{1 + 5 * (CVMDF/100)^2}$$

### **2.3.5 Determinación del índice de curvatura**

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000, el índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El trabajo de investigación fue realizado durante los meses de enero y febrero de los años 2020 y 2021 en las comunidades de Bellapampa y Tomapirhua, pertenecientes al Distrito de Cojata, provincia de Huancané - Región Puno; que se encuentra a una altitud de 4387 m., ubicada en una zona agroecología de puna húmeda (SENAMHI, 2018). El lugar de estudio se caracteriza por ser la zona que mantiene todavía la crianza de alpacas de color a nivel de criadores individuales, y es una opción para orientar y mantener la diversidad de colores de vellón.

La fibra muestreada fue trasladado al Laboratorio de Fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos (PECSA) de la Región - Puno. Y posterior a ello, se utilizó el programa SAS v.9.4., para el análisis de información del OFDA.



### 3.2. Material de estudio

**Tabla 1.** Distribución de animales para el estudio.

Colores	Macho	Hembra	Totales
Blanco	11	31	42
Café	10	39	49
Café claro	4	10	14
Café oscuro	5	11	16
Café rojo	4	10	14
Gris	4	9	13
Lf	6	20	26
Negro	10	30	40
<b>Totales</b>	<b>54</b>	<b>160</b>	<b>214</b>

#### 3.2.2. Materiales y equipos

Materiales:

- Tijeras
- Papel boom
- Plástico de polietileno para las muestras de fibra.
- Libretas
- Sogas
- Lapiceros
- Mamelucos
- Botas de jebe
- Guantes de látex
- Barbijos
- Caja de Tecnopor
- Regla de 20 cm.



Instalaciones:

- Corrales para el manejo de animales

Equipos:

- Formato para las mediciones de diámetro, longitud, y otros.
- Cámara fotográfica
- OFDA 2000, modelo 2145 con procesador de Windows 8 el cual permite procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos en tiempo real
- Impresora
- Laptop

### **3.3 Procedimiento**

#### **3.3.1. Obtención de la muestra de fibra**

Para la obtención de las muestras de fibra se utilizó una tijera y se cortaron mechas de fibras, hasta alcanzar aproximadamente 6 gramos de fibra de la región del costillar medio; la cual es la zona más representativa para obtener mediciones del diámetro medio de fibra (Aylan Parker y McGregor, 2001).

Posteriormente, las muestras fueron empaquetadas en el papel boom y embolsadas en bolsas de polietileno, debidamente registradas los rótulos con los siguientes datos: nombre del propietario, número de arete del animal, sexo del animal, edad de la alpaca, fecha de obtención de la muestra; luego de acumular las 214 muestras de fibra fueron trasladadas para el análisis del laboratorio de fibras del Gobierno Regional de Puno.

### 3.3.2. Determinación de medidas mediante OFDA

Las muestras fueron procesados con el equipo OFDA 2000 para mensurar las características textiles de la fibra; para ello, se utilizará las recomendaciones dadas por Brims *et al.* (1999); ya que el OFDA es un instrumento para medir la lana sucia y el perfil de diámetro a lo largo de la grapa que se basa en la tecnología de digitalización de imágenes y analizador óptico de las mismas (Elvira, 2017), con la ejecución del programa de administración de datos IWG/Meswin/OFDA.exe.

Para obtener la información ó mediciones de las variables como el diámetro fibra, factor de confort, desviación estándar, índice de curvatura, finura al hilado y coeficiente de variabilidad es como sigue:

- a) En primer lugar, se realizó la calibración del equipo OFDA 2000 con el slide o gradilla usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.
- b) Para ajustar el factor de corrección de grasa se realizó con 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 mide y calcula en el sitio de trabajo, en este caso el factor de corrección de grasa fue de  $0.6\mu$ .
- c) Se hizo el procedimiento para someter a las mediciones, todas las muestras de fibra colocándose en una gradilla y el analizador óptico del diámetro de fibra es quien se encarga de aplicar la corrección de grasa automáticamente para así medir ó lecturar la media del diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, finura al hilado y índice de curvatura.



### 3.4. Método estadístico

La información obtenida sobre las variables de estudio (diámetro, factor de confort, diámetro al hilado) fueron procesados y analizados a través de un diseño completo al azar con un arreglo factorial 8 x 2; siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (BC)_{jk} + (E_{ijk})$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  y  $8$  (colores)

$j = 1$  y  $2$  (sexo)

$Y_{ijk}$  = variable respuesta (Diámetro, D.S., CV, FC, FH e ÍC)

$U$  = Media general

$A_i$  = Efecto de la  $i$ -ésimo color del Vellón

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo sexo

$(AB)_{ij}$  = Efecto de la interacción color/sexo

$E_{ijk}$  = Error Experimental.

La comparación de promedios de las variables diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de fibra, se ha realizado mediante la prueba de Significación Múltiple de Tukey con  $\alpha = 0.05$ .



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Diámetro de fibra

Los resultados para el diámetro de fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se presenta en la Tabla 2, y el análisis de varianza (Anexo 1), muestra que sí existe diferencias altamente significativas en la variación del diámetro de fibra en alpacas efecto de factor principal como el color ( $P < 0.01$ ); no obstante que el factor sexo, ni la interacción color/sexo no mostró efecto de variabilidad del diámetro de fibra ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 2.** Diámetro de la fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpaca Huacaya a la primera esquila, según color del vellón.

Color	N	Promedio	D.E.	V. E.
Blanco	42	17,46 <sup>a</sup>	1.49	14.7 – 21.7
Café rojo	14	17,68 <sup>a</sup>	1.38	16.1 – 21.3
Lf	26	17,75 <sup>a</sup>	1.58	15.9 – 21.9
Café claro	14	18,70 <sup>ab</sup>	1.07	17.0 – 20.3
Café	49	18,97 <sup>ab</sup>	1.64	15.4 – 21.5
Café oscuro	16	19,97 <sup>bc</sup>	2.71	16.2 – 24.8
Gris	13	20,70 <sup>c</sup>	1.79	18.3 – 23.4
Negro	40	21,33 <sup>c</sup>	2.01	17.8 – 25.7

*Promedios con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

En la Tabla 2, se evidencia los promedios del diámetro de fibra de alpacas Huacaya de color a la primera esquila por efecto del color de vellón; donde los animales de color blanco, café rojo y Lf evidenciaron menor diámetro como 17,46 a 17,75 micras y estos fueron similares estadísticamente, pero superan a los de café oscuro, gris y negro que tienen diámetros 19,97, 20,70 y 21,33 micras, respectivamente ( $p < 0.05$ ); no obstante, los de café claro y café se asemeja a los de blanco, café rojo y Lf.



Los resultados del diámetro de fibra en el presente estudio, se asemejan al reporte de Ormachea, *et al.*, (2013), donde registra  $19.6 \pm 2.09 \mu$ ;  $21.07 \pm 2.56 \mu$  y  $22.28 \pm 2.45 \mu$  en alpacas de dos, cuatro y seis dientes, respectivamente ( $p \leq 0.05$ ), en 240 muestras de fibra utilizando el equipo OFDA 2000, en comunidades de Chimboya y Quelccaya del distrito de Corani, provincia de Carabaya – Puno. De otra parte (Montesinos, 2000), reporta para el factor edad, el menor diámetro tuvieron las alpacas Huacaya de 1 año de edad ( $21,78 \mu$ ) y el mayor grosor para alpacas de 3 a 5 años ( $26,70 \mu$ ) a su vez indica que el diámetro de fibra aumenta en relación directa con la edad del animal. Sin embargo, (Pinazo, 2000) manifiesta que los animales de 1 año muestran la fibra más fina  $20,69 \mu$  y a medida que avanza la edad del animal la fibra se va engrosando, hasta los 5 años, cambios que se deberían al desarrollo de los folículos, como responsable de este incremento del diámetro para la producción de fibras.

Las diferencias reportadas por diversos autores se deberían a factores como la práctica de selección de reproductores que realizan en cada institución, el equipo que utilizaron para la mensuración de las muestras de fibra (OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999), efecto de la variación ecológica y épocas del año, lluviosa y estiaje. Además, los indicadores del diámetro de fibra son influenciados por el factor edad, ya que a medida que aumenta la edad animal va aumentando el diámetro de fibra (mayor grosor).

## 4.2. Desviación estándar de la fibra

Los resultados para desviación estándar del diámetro de fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se encuentra en la Tabla 3, y el análisis de varianza (Anexo 2), muestra diferencias altamente significativas en la variación de la desviación estándar del diámetro de fibra por efecto de factor color del vellón ( $p < 0.01$ ); no obstante que, los factores como sexo y la interacción color/sexo no tuvieron efecto en la variación del diámetro de fibra en alpacas de color ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 3.** Desviación estándar de la fibra ( $\mu$ ) de alpaca huacaya a la primera esquila, según color.

COLOR	N	Promedio	D.E.	V. E.
<b>Blanco</b>	42	4,57 <sup>a</sup>	0.61	3.7 – 5.9
<b>Café rojo</b>	14	4,60 <sup>a</sup>	0.49	3.7 – 5.5
<b>Café claro</b>	14	4,72 <sup>ab</sup>	0.40	4.1 – 5.4
<b>Lf</b>	26	4,84 <sup>ab</sup>	0.55	4.1 – 6.0
<b>Gris</b>	13	5,22 <sup>bc</sup>	0.52	4.4 – 6.2
<b>Café</b>	49	5,24 <sup>bc</sup>	0.70	4.0 – 6.5
<b>Café oscuro</b>	16	5,56 <sup>c</sup>	0.56	4.7 – 6.4
<b>Negro</b>	40	5,61 <sup>c</sup>	0.87	4.0 – 8.0

*Promedios con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

La tabla 3, muestra desviación estándar del diámetro de fibra de alpacas a la primera por efecto color del vellón; donde los animales de color blanco y café rojo tuvieron menor dispersión y es diferente a los de café, café oscuro y negro que expresan 5,24, 5,56 y 5,61 micras; mientras que, los colores café claro y Lf muestran similitud, pero es inferior al de café oscuro y negro, y además gris y café se asemeja, pero supera al blanco y café rojo ( $p < 0.05$ ).

Los valores encontrados en el presente estudio difieren a lo que manifiesta Cruz (2011) quien reporta la desviación típica de la fibra de alpacas en 4,25  $\mu$ , la influencia de

los efectos del sexo sobre la desviación típica resultó poco relevante. Asimismo, la media de la desviación típica en los colores extremos fue de 4,11  $\mu$  para los grisáceos y 4,38 para los blancos. La influencia de la subespecie sobre la desviación típica es tan solo 0,27  $\mu$  menos de la Huacaya en relación a la Suri; en tanto que la influencia del año muestra el valor más bajo como el año 2005 con 3,31  $\mu$  y 4,52, respectivamente; y el más alto encontró en el año 2009, siendo muy parecidos todos los valores del 2006 al 2009.

#### 4.3. Coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra

Los resultados para el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se evidencia en la Tabla 4, y el análisis de varianza (Anexo 3), se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación del coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra por efecto de factor color del vellón ( $p < 0.01$ ), no obstante que el factor sexo ni la interacción color/sexo no influye en la variabilidad de la variables en estudio ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 4.** Coeficiente de variabilidad de la fibra (%) de alpaca huacaya a la primera esquila, según color.

COLORES	N	Promedio	D.E.	V. E.
Café claro	14	25,15 <sup>a</sup>	1.83	20.4 – 26.9
Gris	13	25,36 <sup>a</sup>	2.56	21.1 – 31.2
Café rojo	14	26,08 <sup>ab</sup>	2.83	20.0 – 29.9
Blanco	42	26,23 <sup>ab</sup>	2.72	21.3 – 33.8
Negro	40	26,29 <sup>ab</sup>	2.61	20.9 – 35.0
Lf	26	27,27 <sup>ab</sup>	2.57	22.8 – 31.5
Café	49	27,64 <sup>ab</sup>	2.81	22.4 – 34.6
Café oscuro	16	28,11 <sup>b</sup>	4.09	21.9 – 35.7

*Promedios con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*



En la tabla 4, se observa coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra de alpacas a la primera esquila por efecto color del vellón; donde los animales del color café claro y gris tuvieron menor coeficiente de variabilidad y es diferente a los de café oscuro que expresa 28,11%; mientras que, los colores café rojo, blanco, negro y Lf muestran similitud, pero es inferior al de café oscuro ( $p < 0.05$ ).

Los valores encontrados en el presente estudio son superiores a lo encontrado por (Gil, 2017) quién reporta el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra 24.85 % en alpacas hembras Huacaya del Instituto de Investigación y promoción en Camélidos Sudamericanos. IIPC, y además manifiesta que los valores varían de acuerdo a la edad, siendo superior los de 1 año (26.72 %), dos años (26.48 %) y tres años (25.69 %), respecto a cinco (23.21 %), seis (24.12 %), siete (23.67 %) y ocho años (24.47 %). Referente a las alpacas de 01 año en colores de café rojo, blanco, negro son similares, pero es inferior en los de café claro y gris comparado a los valores encontrados del presente estudio; diferencias que podemos atribuir al manejo como es la selección que practican los productores alpaqueros y también a las diferencias en alimentación y altitud donde se encuentran los referidos animales.

En relación a las características de fibra (Laime et al., 2016) manifestaron que, el CVMDF resultaría adecuado para las exigencias de la industria textil como 22.14% y 20.34%, siendo incluso inferior a los valores de 23.48 a 28.10% reportado por (Lupton et al., 2006; Mcgregor, 2002; Mcgregor & Butler, 2004; Wang et al., 2004). Esta característica tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas por la industria textil (Lupton et al., 2006), lo que resulta conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye 1  $\mu\text{m}$  por cada 5% de disminución.



Valores inferiores registran (Vásquez *et al.*, 2015), en alpacas Huacaya de las zonas altas de Apurímac, como 21.3 %; 21.2 %; 21.1 %; y 21.3 % en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. Igualmente, (Quispe *et al.*, 2009) reporta promedio del coeficiente de variación del diámetro de fibra de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para alpacas de dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente; en unidades productivas de las comunidades de la región Huancavelica.

Mientras, (Montes *et al.*, 2008) mencionan, indicando que el diámetro de fibra de cerca del 35% de los vellones tuvieron un coeficiente de variación menor al 20%, solo un 13% tuvieron un coeficiente mayor al 25%. La media del diámetro de fibra global fue de 22.7  $\mu\text{m}$  posee un coeficiente de variación de 24.10% de muestras del vellón proveniente de alpacas australianas (Ponzoni, 2000).

#### **4.4. Factor de confort**

Los resultados para la variable factor de confort de la fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se observa en la Tabla 5, y el análisis de varianza (Anexo 4), refleja que existe diferencias altamente significativas en la variación del factor de confort de la fibra en alpacas efecto de factor principal como es el color del vellón ( $p < 0.01$ ), no obstante que el factor sexo ni la interacción color/sexo no tuvo efecto en la diferencia de promedios ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 5.** Factor de confort de la fibra (%) de alpaca Huacaya a la primera esquila, según color.

COLORES	N	Promedio	D.E.	V. E.
<b>Negro</b>	40	93,35 <sup>a</sup>	4.21	82.3 – 98.7
<b>Café oscuro</b>	16	95,13 <sup>ab</sup>	3.44	87.7 – 99.1
<b>Gris</b>	13	95,27 <sup>ab</sup>	2.73	89.9 – 98.0
<b>Café</b>	49	96,66 <sup>bc</sup>	1.69	92.8 – 99.2
<b>Café claro</b>	14	97,54 <sup>c</sup>	0.96	95.5 – 98.9
<b>Lf</b>	26	97,86 <sup>c</sup>	1.38	93.9 – 99.1
<b>Café rojo</b>	49	98,09 <sup>c</sup>	1.23	94.6 – 99.2
<b>Blanco</b>	42	98,27 <sup>c</sup>	1.13	94.7 – 99.6

Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

En la Tabla 5, se observa la variable factor de confort de la fibra de alpacas de color por efecto de color del vellón; donde los animales de blanco, café rojo, Lf y café claro mostraron valores como 97,54 98,28 % que superan a los de negro (93 %), café oscuro y gris que tienen 95 % ( $p < 0,05$ ).

Los valores encontrados en el presente estudio son superiores a lo reportado por Ponzoni *et al.* (1999) quienes en alpacas al sur de Australia, encontraron un índice de confort de 75,49 %; Lupton *et al.* (2006) en alpacas Huacaya de EEUU registran factor de confort de  $68,39 \pm 25,05$  %, en alpacas hembras 69,50 % y machos 72,60 %; y según edad en alpacas de uno, dos y tres años reportan 82,70 %, 74,10 % y 58,60 %, respectivamente; estos son inferiores comparado al presente estudio, esas diferencias probablemente se deban a los factores medio ambientales, tipo de alimentación, como mayores niveles de proteína en el pasto, que hacen engrosar la fibra, tal como reporta Russel y Redden (1997). Además, los reportes de diversos autores varían por efecto de factores como variación ecológica, tipo de alimentación que recibe en cada ámbito de crianza y épocas del año.

Valores encontrados en el presente estudio se asemejan a los reportes de (Ormachea, *et al.*, 2013), quienes en comunidades de Chimboya y Quelccaya del distrito de Corani,

provincia de Carabaya - Puno, analizaron 240 muestras de fibra utilizando el equipo OFDA 2000, del cual, registran el factor de confort de las alpacas con dos dientes 97.50 %, cuatro dientes 95.85 % y seis dientes 93.43 % ( $p \leq 0.05$ ); en alpacas hembras el factor de confort fue de 96.19 % y en machos 94.99 % ( $p \leq 0.05$ ). Estas semejanzas de las variables se deberían a que los animales están ambientados a la cadena de cordilleras como la oriental; donde se encuentran las comunidades de Corani y Cojata, y poseen pastizales en bofedales y partes secanos, el manejo de los animales por parte de los criadores.

#### 4.5. Finura al hilado

Los resultados para la finura al hilado de la fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se observa en la Tabla 6, y el análisis de varianza (Anexo 5), muestra que, si existe diferencias altamente significativas en la variación de finura al hilado de la fibra en alpacas efecto de factor principal como el color ( $P < 0.01$ ), sin embargo, no se encontró variación de promedios de finura al hilado por efecto del factor sexo ni la interacción color/sexo ( $P > 0.05$ ).

**Tabla 6.** Finura al hilado de la fibra ( $\mu$ ) de alpaca a la primera esquila, según color.

COLORES	N	Promedio	D.E.	V. E.
Blanco	42	17,85 <sup>a</sup>	1.59	15.1 – 22.0
Café rojo	14	18,04 <sup>ab</sup>	1.29	16.7 – 21.0
Lf	26	18,32 <sup>ab</sup>	1.58	16.5 – 22.3
Café claro	14	18,93 <sup>ab</sup>	1.06	17.2 – 20.6
Café	49	19,67 <sup>bc</sup>	1.80	16.0 – 22.6
Café oscuro	16	20,76 <sup>cd</sup>	2.27	17.2 – 24.3
Gris	13	20,96 <sup>cd</sup>	1.68	18.8 – 23.8
Negro	40	21,82 <sup>d</sup>	2.27	18.3 – 26.1

*Promedios con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

La variable finura al hilado de la fibra de alpacas varía por efecto del color del vellón tal como se observa en la Tabla 6, donde los animales de color blanco mostraron menor





finura como 17,85 micras, que fue inferior al del vellón negro que refleja 21,82 micras; no obstante que, los animales de colores como café rojo, Lf, y café claro mostraron semejanza, pero superan en finura a las alpacas de color café oscuro, gris y negro ( $p < 0,05$ ).

Los resultados encontrados en este estudio se asemejan al reporte de (Quispe, 2010), quién registra 20.90  $\mu\text{m}$  de finura al hilado en alpacas Huacaya blanco; observandose que los animales jóvenes tienen menor finura al hilado que los animales adultos y que las alpacas menores a 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos por factores como año y comunidad. Los resultados encontrados en animales huacaya se asemejan al trabajo de Díaz, (2014) quién, en el sector Chocoquilla, del distrito Macusani, encuentra en alpacas Suri valores de  $20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$ , de finura al hilado. Asimismo Calsin (2017), reporta para la finura al hilado de la fibra de alpacas Suri  $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$ ; y finura al hilado de alpacas del CIP La Raya  $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$  y CIP Chuquibambilla  $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$ ., además indica que la finura al hilado de fibra de alpacas fue similar en las cuatro épocas del año; por lo que mostraría el mismo rendimiento cuando es hilado y convertido en hilo.

Podemos comparar con las características tecnológicas de la fibra de llama, diámetro medio de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF, CVMDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) antes y después de descerder, los vellones de 227 llamas Chaku de la región Apurímac. Las fibras sin descerder y descercadas se analizaron con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analysis); se consideraron las variables sexo y edad, la FH en fibra sin descerder fue de  $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$  y descercada de  $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$  (Layme et al., 2016).

#### 4.6. Índice de curvatura

Los resultados del índice de curvatura de la fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se observa en la Tabla 7, y en el análisis de varianza (Anexo 6), se aprecia diferencias altamente significativas en la variación del índice de curvatura de la fibra en alpacas efecto de factor principal como el color ( $p < 0.01$ ), no obstante que el factor sexo, ni la interacción color/sexo no influyen en la variabilidad del indicador ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 7. Índice de curvatura de la fibra ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) de alpaca huacaya a la primera esquila, según color.**

COLORES	N	Promedio	D.E.	V. E.
<b>Negro</b>	40	31,46 <sup>a</sup>	3.94	24.4 – 39.0
<b>Gris</b>	13	35,72 <sup>ab</sup>	7.38	26.4 – 52.1
<b>Café oscuro</b>	16	39,92 <sup>bc</sup>	7.40	25.8 – 57.0
<b>Café</b>	49	41,50 <sup>cd</sup>	6.18	26.6 – 61.0
<b>Lf</b>	26	42,45 <sup>cd</sup>	5.59	31.8 – 50.9
<b>Café claro</b>	14	43,29 <sup>cd</sup>	8.53	33.2 – 66.6
<b>Blanco</b>	42	44,16 <sup>cd</sup>	5.94	34.2 – 56.6
<b>Café rojo</b>	14	46,62 <sup>d</sup>	5.95	35.0 – 53.6

*Promedios con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )*

La tabla anterior muestra el índice de curvatura de la fibra de alpacas de color a la primera esquila; donde los animales de colores café, Lf, café claro y blanco mostraron semejanza, pero son superiores al del negro y gris que tienen  $31,46^{\circ}/\text{mm}$  y  $35,72^{\circ}/\text{mm}$ , y es inferior a los animales de color café rojo que refleja  $44,62^{\circ}/\text{mm}$  como característica textil de la fibra ( $p < 0.05$ ).

Los resultados del presente estudio son superiores a los reportados por Liu et al., (2004), Wang et al., (2004), Lupton *et al.*, (2006), McGregor (2006), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8 grad/mm, respectivamente; y Holt, (2006),



menciona que el índice de curvatura es estudiado con mayor interés en los países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos. Al respecto, Fish *et al.* (1999), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy trascendental en la determinación del índice de curvatura, es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 °/mm se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de 40 – 50 grados/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grados/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

En relación al factor edad, los resultados obtenidos son menores a los resultados encontrados por Lupton *et al.*, (2011) en EE. UU y Holt, (2006) en Australia de 34.60 °/mm, 33.70 °/mm y 29.4 °/mm para 1, 2 y 3 años respectivamente. Y (Holt, 2006) en Australia encontraron valores de 22.28 °/mm, 24.26 °/mm, 25.78 °/mm, 27.02°/mm y 28.38 °/mm para 1, 2, 3, 4, y más de 5 años de edad respectivamente. En esta variable el carácter, la profundidad y nitidez que presenta la ondulación dentro de la mecha y a su vez dentro del vellón; lo cual, es sinónimo de una onda bien definida y profunda. Las fibras más rizadas dan un aumento de cohesión al hilado, facilitando el proceso de hilado, y el paño o tela presenta un mejor tacto.

#### **4.7. Características de la fibra según sexo**

Los resultados de las diversas variables de fibra en alpacas Huacaya de color a la primera esquila de las comunidades de Cojata se muestra en la Tabla 7, y en el análisis de varianza (Anexos 1 a 6), se aprecian diferencias no significativas en la variación de las características por efecto del factor ( $P>0.05$ ); lo que indica, que los valores promedios entre macho y hembra son similares.

**Tabla 8. Características de la fibra de alpacas huacaya a la primera esquila, según sexo.**

Sexo	Estad	DF	SD	CV	CF	FH	CRV
Hembra	Prom.	18,99	5,01	26,46	96,34	90,48	40,32
	D.E.	1,98	0,71	2,91	2,54	2,04	7,26
	V.E.	14,7-24,8	3,7-7,3	20 – 35,7	84,2-99,6	15,1-26	24,4-66,6
Macho	Prom.	19,14	5,08	26,57	96,70	89,05	40,96
	D.E.	2,44	0,83	2,97	3,53	2,52	8,15
	V.E.	15,5-25,7	3,8-8,0	21,3-35	82,3-99,2	15,6-26,1	25,8-61
Probabilidad		0,617	0,554	0,822	0,387	0,573	0,537

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P>0,05$ )

DF= Diámetro de fibra, SD= Desviación, CV = Coeficiente de variación, CF= Factor de confort, FH = Finura al hilado, CRV= índice de curvatura, Estad = Estadísticos

En la tabla 8, observamos valores de tendencia central de los variables como es el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad, desviación estándar, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura que son similares entre promedios de cada característica textil entre animales hembras y machos ( $p>0,05$ ).

Estos resultados de variables por efecto sexo no varía, al cual Bustinza (2001) manifiesta que las diferencias en el diámetro de fibra por efecto sexo son mínimas. Similares resultados reportan (Ormachea, *et al.*, 2013), en diámetro de fibra de  $21,28 \pm 2,55 \mu$  para alpacas machos; y las hembras  $20,69 \pm 2,69 \mu$  ( $p>0,05$ ), en 240 muestras de fibra se procesaron utilizando el equipo OFDA 2000, en comunidades de Chimboya y Quelccaya del distrito de Corani, - Carabaya- Puno. A demás, (Montesinos, 2000), reporta para el diámetro de fibra de 23,93 y 23,56  $\mu$  para machos y hembras, respectivamente. No obstante que, (Pinazo, 2000) registra en alpacas Huacaya machos un diámetro superior (engrosados) en relación a las hembras, con promedios de 25,36  $\mu$  para machos, y las hembras de 24,70  $\mu$ . pero indica que el factor sexo no influye sobre el diámetro de fibra.



No obstante que, existen discrepancias sobre el efecto del sexo en el diámetro de fibra, pues algunos investigadores como Morante *et al.* (2009), Quispe *et al.* (2009) y Montes *et al.* (2008), indican que los machos tienen fibras de menor diámetro que las hembras debido a que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que las hembras, debido a que los productores de alpaca de las comunidades de Muñani realizan una selección rigurosa de machos. Los resultados obtenidos en referencia con el sexo estadísticamente presentan diferencias, pero los machos presentan menor diámetro de fibra en comparación a las hembras, probablemente debido a la presión de selección y alimentación, lo cual concuerda con Aylan-Parker y McGregor (2002); Lupton *et al.* (2006) quienes manifiestan que en algunos casos las hembras tienen menor finura debido a que presentan requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que pasan (Lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el diámetro de fibra.

#### 4.8. Correlación de variables

**Tabla 9. Correlaciones entre variables de las características textiles de la fibra**

Coeficientes de correlación Pearson, N = 214							
Prob >  r  suponiendo H0: Rho=0							
	DF	DS	CV	FC	LM	CF	FH
DF	1	0.66957 <.0001	-0.11683 0.0882	-0.86262 <.0001	0.16072 0.0186	-0.53038 <.0001	0.96603 <.0001
DS		1	0.6544 <.0001	-0.80285 <.0001	0.06897 0.3152	-0.35335 <.0001	0.83781 <.0001
CV			1	-0.19573 0.004	-0.09471 0.1674	0.07902 0.2498	0.14152 0.0386
FC				1	-0.11675 0.0884	0.47283 <.0001	-0.91053 <.0001
LM					1	-0.23412 0.0006	0.14162 0.0385
CF						1	-0.50682 <.0001
FH							1



DF = Diámetro de fibra, DS = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variabilidad, FC = Factor de confort, LM = Longitud de mecha, CF = Índice de curvatura, FH = Finura al hilado

La tabla 9, muestra grado de asociaciones entre variables, donde la relación entre el diámetro medio de fibra y desviación estándar fue positiva alta ( $r = 0,669$ ), entre diámetro medio de fibra y coeficiente de variación fue negativa muy bajo ( $r = -0,117$ ), diámetro medio de fibra y factor de confort fue negativa muy alto ( $r = -0,863$ ), el diámetro medio de fibra y longitud de mecha fue positivo y bajo ( $r = 0,161$ ), entre diámetro medio de fibra e índice de curvatura fue negativa moderada ( $r = -0,530$ ), diámetro medio de fibra y finura al hilado fue positivo muy alto ( $r = 0,996$ ); mientras las correlaciones de la segunda fila entre desviación estándar y coeficiente de variación fue positiva y moderada ( $r = 0,654$ ), desviación estándar y factor de confort negativa alta ( $r = -0,803$ ), desviación estándar e longitud de mecha fue positivo y muy baja ( $r = 0,069$ ), desviación estándar e índice de curvatura fue negativa moderado ( $r = -0,353$ ), desviación estándar e finura al hilado fue positivo y muy alto ( $r = 0,838$ ). En la tercera fila las correlaciones son bajas, por lo cual no es necesario aplicar. Referente a la cuarta fila lo resaltante es la correlación entre factor de confort y finura al hilado que negativa y muy alta ( $r = -0,910$ ) y otras correlaciones en vano interpretaríamos porque no son aplicables.

Los resultados de correlación entre el diámetro de fibra y la desviación estándar en el presente estudio son inferiores a los reportado por Aguilar *et al* (2019) quienes cifran una correlación positiva y alta (0.80), igualmente Cervantes *et al.* (2010) con 0.71; Gutiérrez *et al.* (2009) y Gutiérrez (2011) con 0.72 y 0.67, respectivamente; Cruz (2011) con 0.96; y More *et al.* (2017) con 0.71; sin embargo, Gutiérrez (2013) con 0.61 se asemeja al resultado obtenido en esta investigación. es decir, a medida que se intente disminuir el diámetro de fibra, la desviación estándar disminuirá por tener una correlación



positiva muy alta, lo que supone un cambio en el sentido favorable de ambos caracteres. También indica que si se selecciona una fibra más fina se seleccionaría indirectamente por fibras homogéneas.

Los resultados fueron similares respecto de la correlación entre el diámetro medio de fibra y factor de confort reportados por Arango (2016) en alpacas de Cerro de Pasco ( $r = - 0.90$ ) y similar a los reportados por Quispe *et al* (2009) ( $r = - 0.844$ ), siendo estas correlaciones negativas muy altas; lo que implica en implementar el programa de selección con tendencias de disminuir el diámetro de fibra, el factor de confort aumentaría, lo que supone un cambio en el sentido favorable del carácter. Los resultados indican que la asociación entre el factor confort y el diámetro promedio de fibra es de sentido opuesto y de alta magnitud; por este motivo, la disminución del diámetro de fibra, está relacionado con el aumento del porcentaje de factor confort.

La correlación genética entre la desviación estándar y el factor de confort fue similar a los reportados por Aguilar *et al* (2019) que resulta negativa y muy alta ( $- 0.94$ ), siendo semejante a estudios previos Cervantes *et al.* (2010):  $- 0.83$ ; Gutiérrez *et al.* (2009) y Gutiérrez (2013):  $- 0.79$  y  $- 0.64$ , respectivamente, en forma similar, la correlación genética entre el coeficiente de variación y el factor confort resultó negativa y moderada ( $- 0.38$ ), tal y como fue demostrado previamente Cervantes *et al.* (2010):  $- 0.24$ ; Gutiérrez (2013):  $-0.14$ , lo cual implica, al igual que en la correlación genética entre el diámetro de fibra y el factor de confort, que conforme se logre disminuir la desviación estándar o el coeficiente de variación del diámetro de la fibra se aumentaría el factor confort. El grado de correlación entre el factor confort y la desviación estándar del diámetro promedio de fibra evaluado en fibras de alpacas Huacaya por Arango /2016) fue negativa ( $p<0.01$ ) y



de grado medio (- 0.66) similares al presente estudio. Los resultados evidencian que la asociación entre el factor confort y la desviación estándar mostrará el sentido opuesto y de magnitud media; por lo tanto, el incremento de magnitud en la desviación estándar del diámetro promedio de fibra traerá como consecuencia una ligera disminución del porcentaje de factor confort.

Referente a la correlación fenotípica entre el factor confort y el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra fueron diferentes a los reportados por Arango (2016), los resultados de alguna manera evidenciaron que dicha asociación es negativa muy alta; esto sugiere que el cambio de magnitud en cualquiera de ellos afectaría en sentido inverso al otro. Este aspecto estaría indicando que un aumento en el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra solo afectaría en una disminución del factor confort.

La similaridad de la correlación entre el diámetro medio de fibra e índice de curvatura es similar a los reportados por Roque *et al.* (2018) en alpacas de la raza Huacaya ( $r = -0,40$ ) siendo las correlaciones negativas moderadas. Así, mismo Ticlla *et al.* (2015) en alpacas del Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica encontró  $r = -0,96$  y  $r = -0,90$ , siendo estas negativas muy altas en machos y hembras, respectivamente.





## V. CONCLUSIONES

Las características textiles como el diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura mostraron variación por efecto del color de vellón ( $P < 0.05$ ), esta variación fue indistinto; mientras el promedio de medidas entre el macho y hembra mostraron semejanza.

Las correlaciones de las variables fueron altas y positivas cuando se asocia las variables diámetro de fibra y finura al hilado; mientras fue negativa y alta entre diámetro y factor de confort.



## VI. RECOMENDACIONES

Los valores encontrados sobre características textiles en alpacas de color a la primera esquila deben ser utilizados en las comunidades del distrito de Cojata para iniciar como base la producción animal; la mejora genética en cuanto se refiere producción de reproductores de colores enteros.

Implementar apareamientos controlados de los reproductores para conservar diversidad de colores enteros a nivel de criadores de comunidades.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M., Torres, D, Murillo, R. y Zeballos, J. 2,014. Buenas prácticas de manejo en la producción de alpacas. Necesidades estratégicas para la adaptación al cambio climático. Desco y Minsur.
- Álvarez, J. (1981). “Dimensiones Físicas de la Fibra de Alpaca en la CAP”. Huaycho Ltda. N° 44. Tesis FMVZ – UNTA -PUNO.
- Anderson, S. (1976). The Measurement of Fibre Fineness and Length:The Present Position. J.Text. INST., 67: 175-180.
- Apaza, E., U. Olarte & Clavetea. (1998). Densidad folicular y diámetro de fibra en alpacas Huacaya. ALPAK´A. volumen VII, revista de IIPCFMVZ UNA-PUNO.
- Arango, S. (2016). Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis de Ingeniero Zootecnista de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima.
- Aylan-Parker, J., y McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. Mall Rumin. Res., 44, 53–64.
- Bardsley, P. (1994). “The collapse of the Australian wool reserve pricesscheme”.
- Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Edit. Univ. Nac. Del Altiplano, Puno, Perú.
- Baxter, B. And. D. Cottle. (1997). “Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding”. International Wool Organisation Technical Committee Meeting, Boston, USA.
- Braga, W., Leyva, V. and Cochran, R. (2007). The effect of altitude on alpaca (Lama pacos) fiber production. Small Ruminant Research In Press, Corrected Proof. Pg. 1-6.



- Brims, M., Peterson, A., & Gherard, S. (1999). Introducing the OFDA 2000 for rapid measurement of diameter profile on greasy wool staples. International Wool Textile Organization. Western Australia: Report No RWG 04.
- Briosio, D. (1963). "Estudio sobre la relación entre la edad de la alpaca con el diámetro de la fibra y la longitud de mecha". Tesis Facultad de Zootecnia UNA, LIMA – PERU.
- Calle, R. (1982). "Producción y Mejoramiento de la Alpaca". LIMA – PERU.
- Calsin C., Bilo W. (2017). "Determinación del efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas de la raza suri en los CIPS Chuquibambilla y la Raya", Tesis de pos grado. UNA-Puno. Perú.
- Calle, R. (1982). Producción y Mejoramiento de la Alpaca. UNA - La Molina. Lima - Perú.
- Canahua, Z. F. (1970). "Evaluación Mapeo Agrostológico de los pastizales de Chuquibambilla". Puno Perú.
- Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos. En C. Novoa y A. Flórez (Eds.), Producción de rumiantes menores: alpacas (pp. 295 - 356). RERUMEN. Lima. Perú.
- Cervantes, I. Pérez C., Morante, R., A. Burgos, A., Salgado, C., Nietoa, B., Goyachec, F., Gutiérrez, J.P. 2010. Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. Small Ruminant Research. Volume 88, Issue 1, Pages 6-11.
- Condorena, N. (1985). "Concepto del Sistema estabilizado como teoría de organización y de producción en la crianza de alpacas". Talleres K'ayra. UNSAAC – CUZCO – PERU.
- Checmapocco, O., Calsin, B., Quispe, J. y Maquera, Z. (2013). Peso de vellón y efecto del sexo y zona corporal en el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad y factor



- de confort en alpacas suri a la primera esquila de la asociación Urinsaya puna-  
Nuñoa. Revista de Investigaciones Allpak´a, Vol 18(Nº 01), pp 75-80.
- Davison, I. (2004). Fibre Measurement. In: The international Alpaca handbook. Published  
in Australia by: Alpaca consulting services of Australia. Printed in China by  
Everbest printing Co., Ltd.
- D. Bruce. (2000). “Production performance, repeatability and heritability estimates for  
live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zeland”.  
Small Rumin. Res., 37:189-201.
- De Groot, G. J. (1995). The Effect of coefficient of Variation of Fibre diameter in Wool  
tops on Yarn and Fabric Properties. J. Text. Inst., 86(1), 164–166.
- Diaz, J. (2014). Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector  
Chocoaquilla – Carabaya. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. FMVZ.  
UNA – PUNO.
- D.S. 013-2011-AG. (2011). Reglamento de los Registros Genealógicos de Alpacas y  
Llamas del Perú – RGALLP.
- FAO, (2005). “Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú”. Proyecto de  
Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos  
Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/2914. Lima Perú.
- Fish, V. E., Mahar, T. J., & Crook, B. J. (1999). Fiber curvature morphometry and  
measurement. International Wool Textile Organization. Nice Meeting. Report No  
CTF 01.
- Flores, A. (2006). “Determinación del Diámetro de Fibra y Longitud de Mecha en Alpacas  
(Vicugna Pacos) de la Provincia de Tarata - Tacna”. Tesis de Médico Veterinario  
y Zootecnista de la FMVZ de la UNJBG-Tacna.



- Flores, A. (2009). “Determinación del Diámetro de Fibra y Longitud de mecha en Alpacas (Vicugna Pacos) de la Provincia de Tarata – Tacna”. Tesis de Médico veterinario y Zootecnista de la EMVZ de la UNJBG – Tacna.
- Flores, W. (2017). Perfil de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del distrito de Corani – Carabaya. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista FMVZ. UNA – PUNO.
- García Y. Noemi M. (2019). “Características textiles de la fibra de alpacas hembras suri del CIP-Chuquibambilla”. Tesis de Pre grado FMVZ. UNA-Puno.
- Genghini, Bonvillani, R. A., Wittouck P. y Echevarría A. (2002). Caracteres cuantitativos en poblaciones: valor fenotípico y valor genotípico. Cursos de Introducción a la Producción Animal.
- Gil Q. Rubén, (2017). “Evaluación de las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, Puno”. Tesis de Pre grado FMVZ. UNA-Puno.
- Hansford, K. A. (1997). Wool strength and topmaking. Wool Technology and Sheep Breeding.
- Hoffman E, Fowler ME. (1995). Fiber. In: The alpaca book. USA: Ed. Clay Press. p 44-84.
- Holt C. (2006). A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature. A report to the Australian alpaca association. [Internet]. Disponible en: [http://www.cameronholt.com/Crimp\\_Relationships.pdf](http://www.cameronholt.com/Crimp_Relationships.pdf)
- Holt, C. (2007). “A survey of the relationships of crimp frecuencia, micron, character y curvature de fibra. A report to the Australian Alpaca Association”. Pambula Beach NSW. Australia.



- Ibáñez, V. (2009). Métodos Estadísticos. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela de Post Grado. Maestría en Ganadería Andina. Editorial Universitaria. Primera edición.
- INEI. (2012). Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO).
- INEI Y MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1996). “Censo Nacional Agropecuario” - Resultados Definitivos Departamento de Huancavelica. Lima.
- IV CENAGRO. (2013). IV Censo Nacional Agropecuario. INEI. Lima, Perú.
- Jarvis, W. C. (2004). Introduction to genetic of improving alpacas: In The international alpaca handbook. Alpaca Consulting services of Australia.
- Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Bruford, M. W., Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>.
- Laime, F. M., Pinares, R., Paucara, V., Machaca, V. y Quispe, E. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de descender. Rev. Inv. Vet. Perú; 27(2): 209-217 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11643>
- Lee, G., K. Thornberry y A. Williams. (2001). The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feed intake is increased. Aust.
- Liu, X., Wang, L., & Wang., X. (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers.
- Lopes P, Pieres A, Filho J, Tores R. (2005). Teoria do melhoramento animal. Belo Horizonte, Brasil: FEPMVZ. 118 p.



- Lupton, C. J., McColl, A., & Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64(3), 211–224.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>.
- Lupton C.J., McColl A. (2011). Measurement of luster in Suri alpaca fiber. *Small Ruminant Research*. Volume 99, Pages 178-186.
- Machaca, V., Bustinza, V., Corredor, F. V. Paucara, V., Quispe E., Machaca, R. (2017). Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurimac, Perú. *Rev Inv Vet Perú*; 28(4): 843-851.
- Mccolla. (2004). Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine*. Herd Sire 164-168.
- McColl,. Yocom – McColl (2004). Testing Laboratories, Inc.: Methods for Measuring Micron. <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/Html/MeasuringMicrons.htm>  
fecha de última visita. 15/02/2014.
- McGregor B.A. y Butler K.L. (2004). Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust. J. Agric. Res.* 55: 433-442.
- McGregor B.A. (2006). Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin. Res.*, 61: 93-111.
- MCgregor, B. A. (2010). “Influence of stocking rate and mixed grazing of Angora goats and Merino sheep on animal pasture production in southern Australia”. 3. Mohair and wool production and quality. *Small Ruminant Research*. 50, 168-176.
- Mamani, A. (2009). “Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal”. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNA-Puno.





- Marín, E. (2007). Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- MINAGRI. (2016). “Anuario Estadístico de la. Producción Agrícola y Ganadera”
- MINAGRI. (2017). “Boletín Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera”. Datos Boletín IV Trimestre.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2003). Portal agrario. [www.Minag.gob.pe](http://www.Minag.gob.pe).
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E., & Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica, (March). <https://doi.org/10.5424/sjar/2008061-5258>
- Montesinos, R. (2000). Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de Germoplasma Quimsachata, ILLPA – INIA – Puno. Tesis FMVZ – UNA – Puno.
- Morante, R., F. Goyache, A. Burgos, I. Cervantes, M. A. Péres-Cabal, J. P. Gutiérrez. (2009). Genetic improvement for alpaca fiber production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 37–43.
- Morante, R., Burgos, A., Gutiérrez, J.P., (2012). Producing alpaca fibre for the textile industry. In book: *Fibre production in South American camélidos and other fibre animals*, pp.35-40.
- Mueller, J. (2007). “Novedades en la determinación de diámetros de fibra y su Fibra y su relevancia en programas de selección INTA Bariloche”.



- ONUDI. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2006). “Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú”. Informe. Subdivisión de Promoción de Inversión y Tecnología. ONUDI. [Internet]. 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.unido.org>
- Olarte U, Rojas R, Luque N. (2014). Perfil de diámetro de fibra en alpacas suri del centro de Investigación y Producción Chuquibambilla Puno. Revista ALLPAKA Vol 18 N° 1, 39-49.
- Ormachea, E. (2012). Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. Revista ALLPAK´A Del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, 16, 83–92.
- Ormachea, E., Calsín, B. y Olarte, C. (2015). Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. Revista Investigaciones Altoandinas, 17(2), 215-220.
- Pinazo, R. (2000). Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E. La Raya. Tesis FMVZ – UNA – Puno.
- Ponzoni, R. W., Grimson, R. J., Hill, J. A., Hubbard, D. J., McGregor, B. A., Howse, A., Carmichael, I. y Judson, G. J. 1999. The inheritance of and association among some. Production traits in young Australian alpacas. En: <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>. Accesado el 16 de Abril de 2009.
- Ponzoni, R. W. (2000). Genetic improvemet of Australian Alpacas: present state and potencial developments. Proc. Aust. Alpaca Assoc., 71–96.
- Poppi, D. P., y McLennan, S. R. (2010). Nutritional research to meet future challenges, Anim. Prod. Sci, 329–338.



- Quispe, E., L. Alfonso, A. Flores y H. Guillen. (2007). I Simposium Internacional de Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. p180.
- Quispe, E., A. Flores Y J. Mueller. (2009). La fibra de la alpaca: contribución de su conocimiento a través de proyecto contrato 2006-00211-INCAGRO.
- Quispe, E.C. (2010). Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Libro de Conferencias Magistrales del International Simposiumon Fiber South American Camelids. Huancavelica-Perú.
- Quispe E.C., Quispe, R., (2016). Componentes de varianza y repetibilidad de características productivas y textiles de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) Huacaya criados a nivel comunal. ISSN 1022-1301. 2016. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 24(4):217-224.
- Renieri. C., Frank, E.N., Rosati, A.Y. y Antonini, M. (2009). Definición de Razas en Llamas y Alpacas. Animal Genetic Resources Information. Pág.45, 45-54. Arequipa. p 21-35.
- Rodriguez, T. (2006). “Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descordada y clasificada”. Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA (Bolivia).
- Rogers, G. E. (2006). Biology of the wool follicle: annex cursion into a unique tissue interaction system waitingto be re-discovered.
- Roque, L. y Ormachea, E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. Rev Inv Vet Perú 2018; 29(4): 1325-1334 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>
- Rowe, J. B. (2010). The Australian sheep industry – undergoing transformation, 2008, 991–997.



- Sacchero, D. (2008). “Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos”. Grafica Industrial IERL - Huancayo- Perú.
- Safley, M. (2005). "Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)” with permission of Australian Wool Testing Au-thority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. www. Journal Alpaca of Fiber.
- Safley, M. (2006). “Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)” with permission of Australian Wool Testing Au-thority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. www. Journal alpaca of fiber.
- SENAMHI. (2016). Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. www senamhi. gob, pe.
- Siguayro, R., y Gutiérrez., A. (2010). 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. Perú.
- Siña, M. (2012). Características físicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Susapaya, provincia de Tarata. Tesis. Escuela Académico Profesional de M.V.Z. FCA. UNJBG – Tacna – Perú.
- Solís, R. (1997). Producción de camélidos sudamericanos. In UNDAC – Cerro de Pasco – Perú.
- Sumar, J. (1990). “Producción de Alpacas”. 2da Edición. UNMSM - Lima - Perú.
- Sumar, J. (2007). “Realidad y mitos sobre los camélidos sudamericanos. XX Reunión ALPA”, XXX Reunión APPA Cusco, Perú.
- Sumar, J. (2007). “Realidades y mitos sobre los camélidos sudamericanos”. XX reunión ALPA, XXX Reunión APPA Cusco Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Su pi. 1).



- Sumar, J. Y GARCÍA, M. (1987). “Fisiología de la Reproducción de la alpaca”.  
Resúmenes de Investigación, IVITA- U.N.M.S.M. Lima- Perú.
- Tapia, M. (1999). Tecnología de Fibras Animales. FMVZ – UNA – Puno – Perú.
- Ticlla I., Mendoza G., Paucar R., Espinoza M., Paucar Y. (2015). Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Huancavelica. Sitio argentino de producción animal. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- Tuckweell Chris. (1997). Genetic improvement in the alpaca industry. In: A paper for the Alpaca Owners and Breeders Association 1997 Annual Conference, June 11 -15, 1997. Pueblo, Colorado.
- Van Vleck LD, Pollack EJ, Oltenacu EAB. (1987). Genetics for the animal sciences. New York: Freeman WH. 391 p.
- Vásquez, R., Gómez, E. y Quispe, E. C. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. *Rev. Inv. Vet. Peru*, 26 (2), 213 – 222.
- Velarde O. J. J. (2011). Diámetro de fibra y porcentaje de pelos de alpacas hembras de raza Suri. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ- UNA Puno.
- Velarde, O. (2020). Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya y Suri en el sector Alto Anansaya Puna, Nuñoa, Melgar, Puno. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ- UNA Puno.
- Vilcanqui, H. (2008). Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Tesis de Magíster Scientiae En Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.



- Villarroel, L. J. (1959). "Estudio sobre la fibra de alpaca". Resumen I parte UNA. La Molina – LIMA.
- Wang, L. J., Liu, X., & Wang, X. G. (2004). Changes in fiber curvature during the processing of wool and alpaca fibres and their blends. College of Textiles.
- Warn, L. K., Geenty, K. B., & Eachern, S. M. (2006). Wool meetsmeat: Tools for a modern sheep enterprise., In: Cronjé.
- Watts, J., and Hichs, J. (2004). The Soft Rolling Skin (SRS) Breeding System for Alpacas. In: The international Alpaca handbook. Published in Australia by: Alpaca consulting services of Australia. Printed in China by Everbest printing Co., Ltd.
- Wheeler, J. (1995). Camélidos sudamericanos, pasado, presente y futuro. Revista Stade Camélidos Ciencia. Biol.J. Linn Soc., 54, 271–295.
- Wood, E. (2003). "Textile properties of wool and other fibers. Wool Tech. Sheep Breed".
- Wulij, T., G.H. Davis, K. G. Dodds, R. Turner, R.N. Andrews AND G. (2000). "Production, Performance, Repeatability Estimates for Live Weight and Fibre Characteristics of Alpacas in New Zealand". Small Rumian. Rev. 37:189-201.1.

## ANEXOS

### ANEXO 1. ANVA para el diámetro de la fibra ( $\mu$ ) de alpaca de color a la primera esquila.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	381.43	15	25.43	8.88	<0.0001
color	333.71	7	47.67	16.65	<0.0001
sexo	0.72	1	0.72	0.25	0.6167
color*sexo	59.68	7	8.53	2.98	0.0054
Error	566.97	198	2.86		
Total	948.39	213			

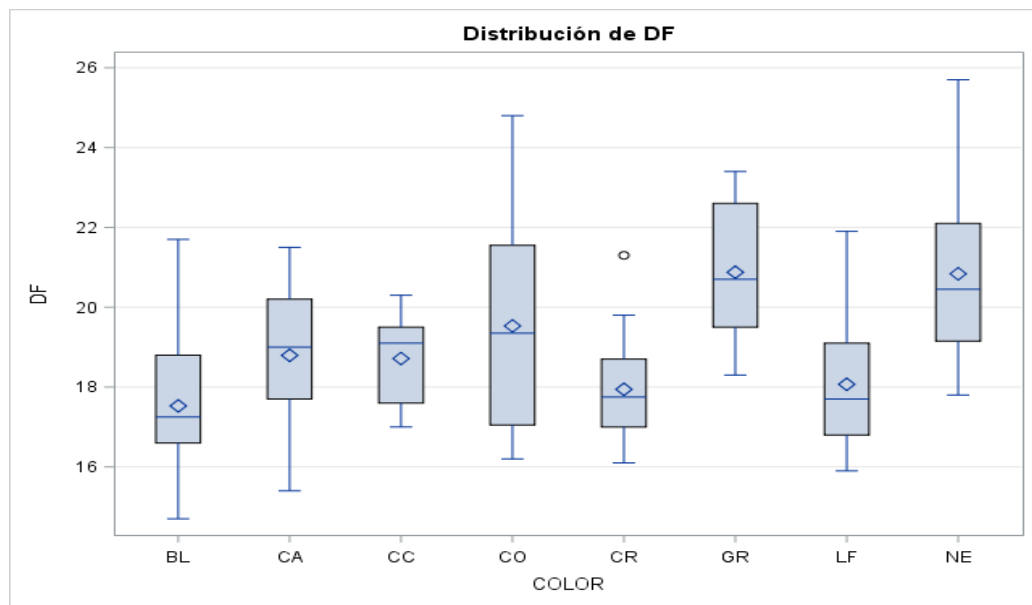
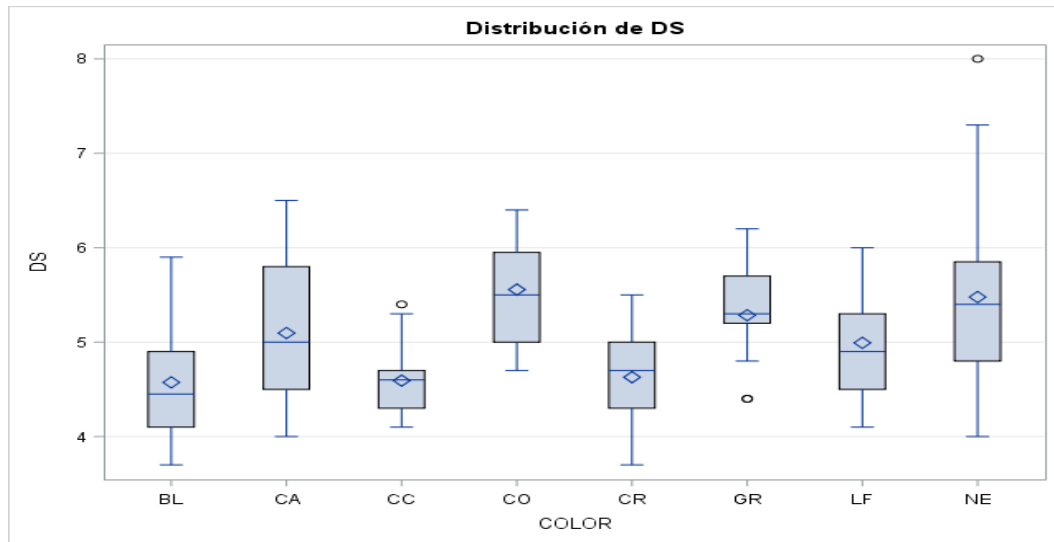


Ilustración 1: Medias del diámetro de fibra

### ANEXO 2. ANVA para desviación estándar ( $\mu$ ) de la fibra de alpaca de color.

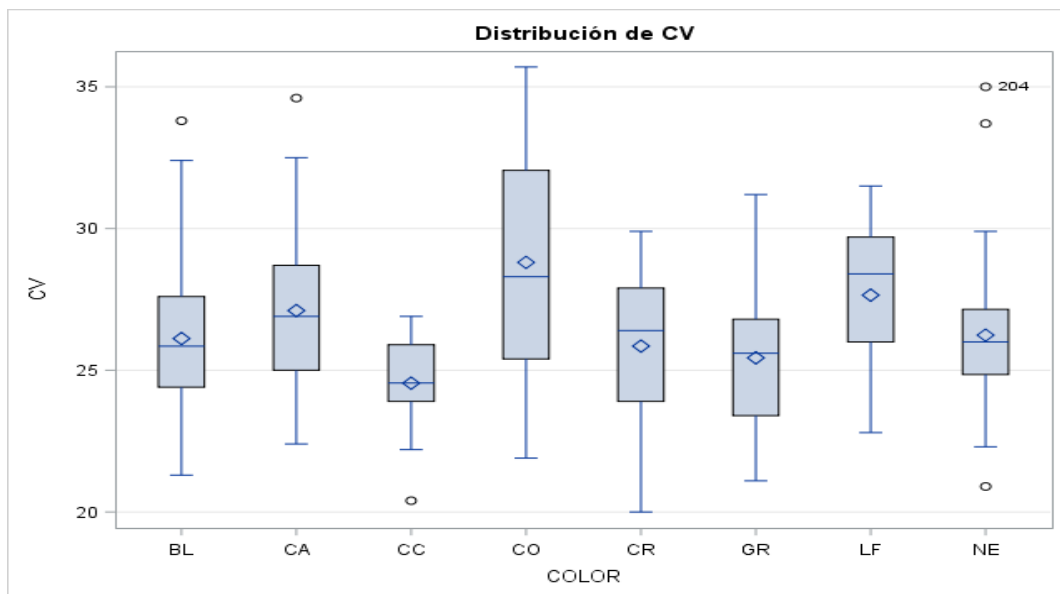
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34.05	15	2.27	5.46	<0.0001
color	26.22	7	3.75	9.01	<0.0001
sexo	0.15	1	0.15	0.35	0.5535
color*sexo	6.09	7	0.87	2.09	0.0457
Error	82.28	198	0.42		
Total	116.32	213			



*Ilustración 2: Promedios de desviación estándar*

**ANEXO 3. ANVA para coeficiente de variabilidad (%) de la fibra de alpaca de color.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	329.86	15	21.99	2.94	0.0003
color	125.16	7	17.88	2.39	0.0228
sexo	0.38	1	0.38	0.05	0.8222
color*sexo	108.45	7	15.49	2.07	0.0483
Error	1481.41	198	7.48		
Total	1811.28	213			



*Ilustración 3: Promedios de coeficiente de variabilidad*



#### ANEXO 4. ANVA para factor de confort (%) de la fibra de alpaca de color.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	603.52	15	40.23	7.18	<0.0001
color	517.86	7	73.98	13.21	<0.0001
sexo	4.20	1	4.20	0.75	0.3875
color*sexo	105.23	7	15.03	2.68	0.0112
Error	1109.13	198	5.60		
Total	1712.64	213			

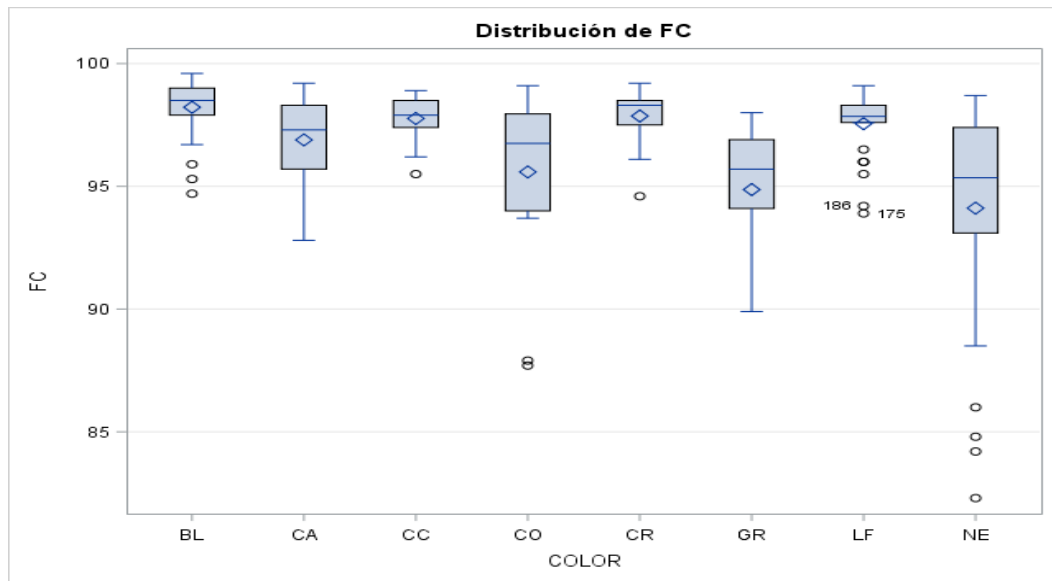


Ilustración 4: Promedios del factor de confort

#### ANEXO 5. ANVA para finura al hilado ( $\mu$ ) de la fibra de alpaca de color.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	396.87	15	26.46	8.65	<0.0001
color	348.76	7	49.82	16.28	<0.0001
sexo	0.97	1	0.97	0.32	0.5733
color*sexo	60.39	7	8.63	2.82	0.0081
Error	605.96	198	3.06		
Total	1002.84	213			

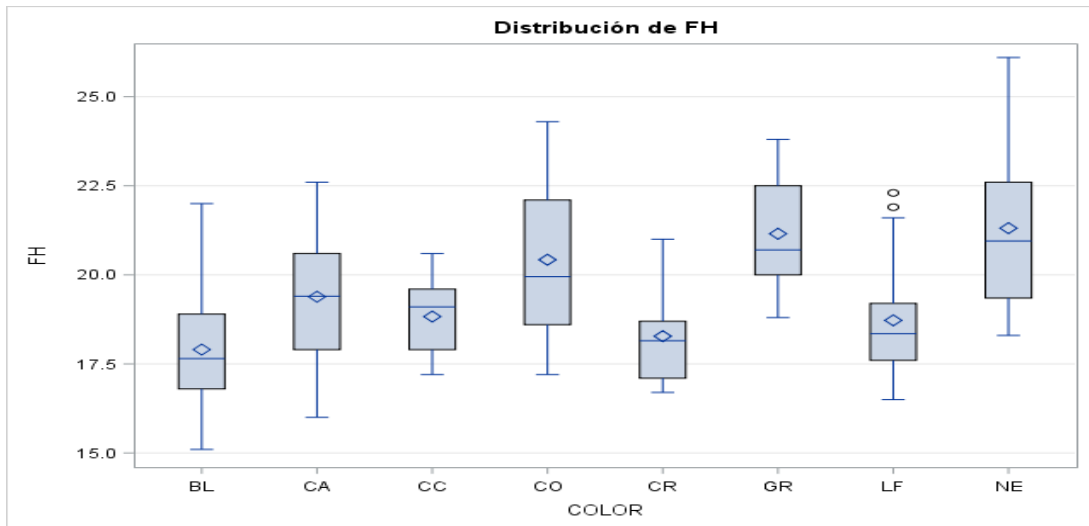


Ilustración 5: Promedios de finura al hilado

### ANEXO 6. ANVA para índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpaca de color.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4833.24	15	322.22	8.94	<0.0001
color	3752.45	7	536.06	14.87	<0.0001
sexo	13.79	1	13.79	0.38	0.5370
color*sexo	351.19	7	50.17	1.39	0.2106
Error	7137.76	198	36.05		
Total	11971.00	213			

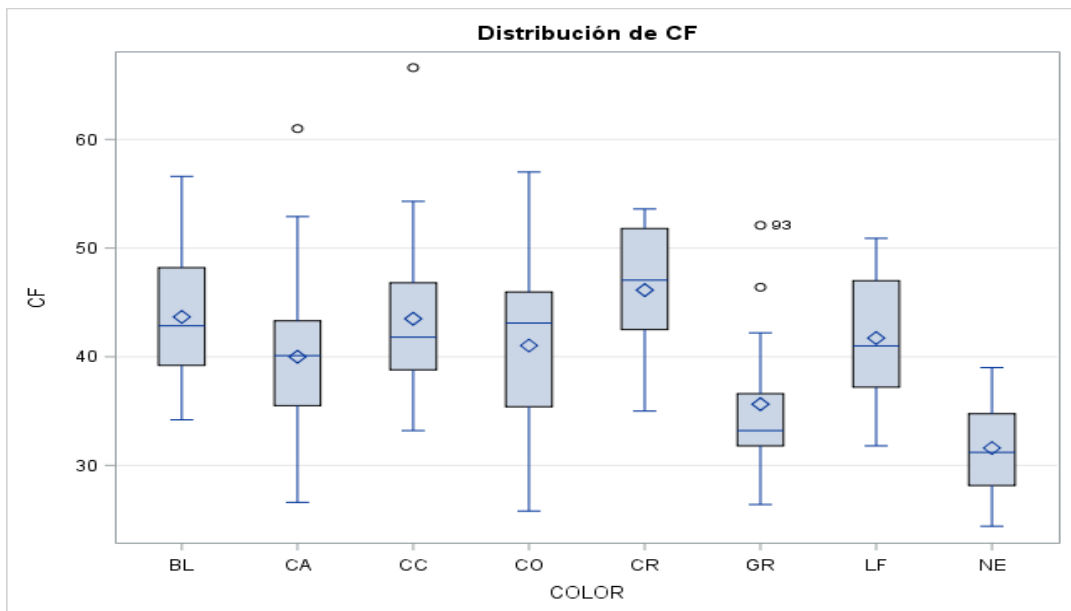


Ilustración 6: Promedios del índice de curvatura

**ANEXO 7. Animales para el muestreo en comunidades del distrito de Cojata.**



**ANEXO 8. Obtención de las muestras de fibra.**

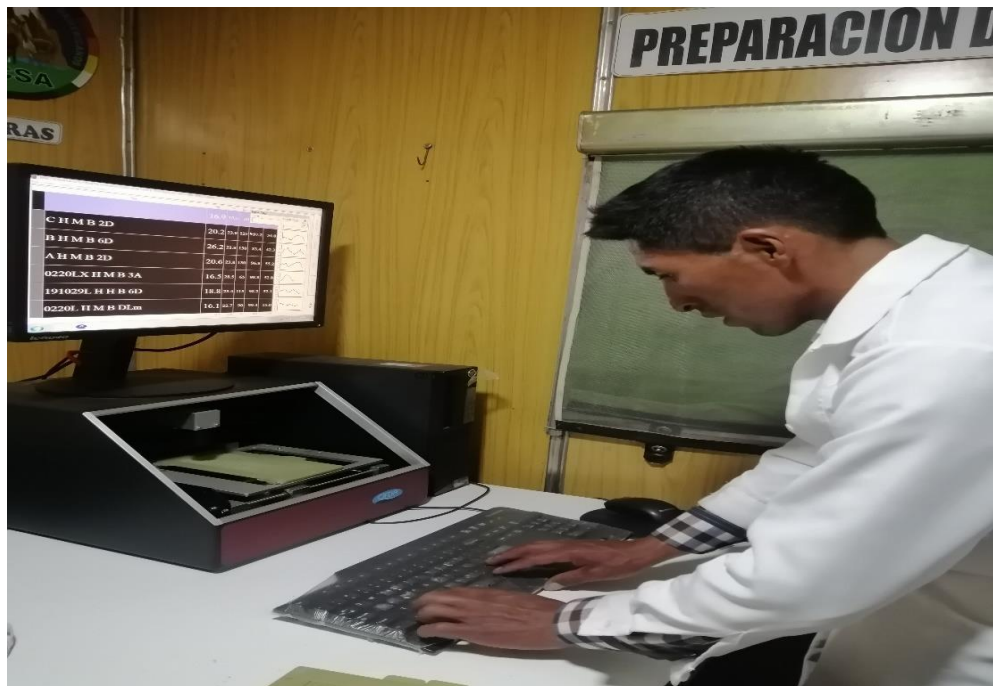




**ANEXO 9.** Identificación y rotulado de muestra para su posterior análisis.



**ANEXO 10.** Equipo de análisis de fibra OFDA 2000 perteneciente al Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos PECSA - Puno.



**ANEXO 11.** Calibración del equipo con el slide usando patrones de fibra de poliéster estándar para fibra de alpaca.



**ANEXO 12.** Resultado del análisis de fibra.

