



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



**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE**  
**ALPACAS HUACAYA DEL DISTRITO DE SANTA LUCIA,**  
**PROVINCIA DE LAMPA, PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**RUTH KARINA OJEDA MAMANI**

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

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

En primer lugar, a DIOS Por brindarme un día más de vida por iluminar mi camino, darme salud, sabiduría Y fortaleza para seguir día a día.

A la memoria de todos mis ángeles que desde el cielo iluminan mis días, al Dr. Juan P. Zevallos Aragón Que fue mi mentor, un gran maestro y amigo que tuve la dicha de conocer.

A mi madre amada HIGINIA H. MAMANI M. por darme la vida, Por ser una guerrera inquebrantable que me permitió Ser hoy en día una profesional y a la cual le debo el mundo entero.

A mis dos hijos SANTIAGO Y BENJAMIN por ser Mi inspiración y motivo para cumplir mis objetivos trazados.



## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a mi alma mater la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Y mi gloriosa y querida FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA Que me acogió y brindo mediante sus docentes el conocimiento necesario para Mi formación profesional.

Mi sincera e infinita gratitud al D.Sc. BILO WENCESLAO CALSIN CALSIN por ser mi director y guía. En este trabajo de investigación, por su paciencia y apoyo constante e incondicional de empiezo y hasta el final.

Mi eterna gratitud a los miembros del jurado el Dr. JESUS ESTEBAN QUISPE COAQUIRA, Dr. ALBERTO SOTO QUISPE, M.Sc. CLEMENTE VILCA CASTRO. Por su apoyo, comprensión, consejos y correcciones para lograr un buen trabajo.

Mis agradecimientos a toda la excelente plana docente de la Gloriosa FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y todo el personal que lo integra. A mi amiga CYNTHYA por darme esa chispa de luz en mis días oscuros. A mi querida Familia por darme las fuerzas, consejos y apoyo para seguir adelante y cumplir mis metas.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.1.1. Objetivo general .....	13
1.1.2. Objetivos específicos .....	13

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco conceptual .....	14
2.1.1. Diámetro medio de fibra.....	14
2.1.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra.....	17
2.1.3. Factor de confort (FC) .....	18
2.1.4. Índice de curvatura .....	20
2.1.5. Finura al hilado.....	25
2.2. Antecedentes .....	26
2.3. Correlaciones fenotípicas .....	29
2.4. Analizador óptico de diámetro de fibra.....	32

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de estudio .....	35
3.2. Material experimental .....	35
3.2.1. Tamaño de muestra.....	35
3.2.2. Materiales y equipos utilizados para la toma de muestra en campo.....	35
3.3 Metodología. ....	36
3.3.1. Identificación de alpacas .....	36
3.3.2. Obtención de la muestra de fibra.....	36



3.3.3. Procedimiento del análisis de muestra.....	37
3.3.4. Determinación de coeficiente de variación del diámetro medio de fibra.....	38
3.3.5. Determinación del factor de confort.....	38
3.3.6. Determinación del índice de curvatura.....	38
3.3.7. Determinación de finura al hilado.....	38
3.4. Análisis estadístico.....	39
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. Diámetro medio de fibra.....	41
4.1.1. Efecto del factor categoría.....	41
4.1.2. Efecto del factor sexo.....	42
4.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra.....	43
4.2.1. Efecto del factor categoría.....	43
4.2.2. Efecto del factor sexo.....	46
4.3. Factor de confort de la fibra de alpaca Huacaya.....	47
4.3.1. Efecto del factor categoría en el factor de confort.....	47
4.3.2. Efecto del factor sexo en el factor de confort.....	49
4.4. Índice de curvatura.....	50
4.4.1. Efecto del factor categoría en el índice de curvatura.....	50
4.4.2. Efecto del factor sexo.....	53
4.5. Finura al hilado de la fibra de alpaca Huacaya.....	55
4.5.1. Efecto del factor categoría en la finura al hilado.....	55
4.5.2. Efecto del factor sexo.....	56
4.6. Correlaciones fenotípicas.....	57
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

**Área: Producción de Alpacas.**

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

**FECHA DE SUSTENTACION: 29 de abril de 2022**



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Efecto del factor categoría en el diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya.....	41
<b>Tabla 2.</b>	Efecto del factor sexo en el diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya.....	42
<b>Tabla 3.</b>	Efecto del factor categoría en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Huacaya.....	44
<b>Tabla 4.</b>	Efecto del sexo en el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Huacaya .....	46
<b>Tabla 5.</b>	Efecto del factor categoría en el factor de confort (%) de la fibra de alpacas Huacaya.....	47
<b>Tabla 6.</b>	Efecto del factor sexo en el factor de confort (%) de la fibra de alpacas Huacaya.....	49
<b>Tabla 7.</b>	Efecto del factor categoría en el índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) de la fibra de alpacas Huacaya.....	51
<b>Tabla 8.</b>	Efecto del factor sexo en el índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) de alpacas Huacaya .....	53
<b>Tabla 9.</b>	Efecto del factor categoría en finura al hilado de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya.....	55
<b>Tabla 10.</b>	Efecto del factor sexo en la finura al hilado de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya .....	56
<b>Tabla 11.</b>	Correlaciones fenotípicas de las características tecnológicas de la fibra de alpacas Huacaya.....	57



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

OFDA	= Analizador óptico de diámetro de fibra
NTP	= Norma Técnica Peruana
$\mu$	= Micras
msnm	= Metros sobre el nivel del mar
DCA	= Diseño completamente al azar
%	= Porcentaje
INEI	= Instituto Nacional de Estadística e Informática
CSA	= 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.
FI	= Finura al hilado
mm	= Milímetro.



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Santa lucia de la provincia de Lampa de la región de Puno a altitudes mayores a los 4046 m.s.n.m. Con el objetivo de determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca (factor de confort, diámetro medio de fibra, e índice de curvatura y finura al hilado) se analizaron 414 muestras de fibra de alpacas huacayas de diferentes sexos, en comunidades del Distrito, obtenidas de la región costillar medio, las cuales previa identificación se rotuló y fueron analizadas en el Laboratorio de fibras del Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos de la Región Puno, utilizando el equipo OFDA 2000. la investigación fue conducida en un diseño completo al azar bajo un arreglo factorial de 4X2, las correlaciones se determinaron mediante la correlación de Pearson y analizadas en el SAS versión 9,1. Los resultados muestran que el menor diámetro medio de fibra (DMF) fue de alpacas DL ( $18,76 \pm 0,17 \mu\text{m}$ ) y se incrementa hasta la categoría de BLL ( $21,45 \pm 0,28 \mu\text{m}$ ) ( $P \leq 0.05$ ), el coeficiente de variabilidad (CV) de la fibra de alpacas fue igual en 2D (23.91 %), 4D (23.05 %) y BLL (22.32 %) y menores a DL (26.28 %), ( $P \leq 0.05$ ), el factor de confort (FC) de la fibra de alpacas fue disminuyendo desde DL (97,13%) a BLL (93,80%), siendo similares entre 2D y 4D ; 4D y BLL ( $P \leq 0.05$ ), el índice de curvatura (IC) de la fibra de alpacas fue menor en alpacas DL ( $47,54 \pm 0,78 \text{ }^\circ/\text{mm}$ ) respecto a las demás categorías ( $P \leq 0.05$ ), siendo esta una curvatura baja; y fueron similares entre 2D, 4D ( $P > 0.05$ ) siendo estas curvaturas medias y altas, la menor finura al hilado (FH) fue en la categoría alpacas DL ( $19,03 \pm 0,18 \mu\text{m}$ ) y se incrementó hasta la categoría de BLL ( $21,42 \pm 0,29 \mu\text{m}$ ) ( $P \leq 0.05$ ); las características tecnológicas fueron similares entre machos y hembras ( $P > 0,05$ ); las correlaciones entre DMF y FC fue negativa muy alto ( $r = -0.85440$ ), DMF e IC negativa moderada ( $r = -0.49304$ ), FC e IC positiva moderado ( $r = 0.44638$ ), FC y FH fue negativa muy alto ( $r = -0.86673$ ) e IC y FH fue negativa moderado ( $r = -0.52363$ ); se concluye que el factor categoría (edad) influye en las características tecnológicas de fibra de alpacas Huacaya procedentes de comunidades del distrito de Santa Lucia y el factor sexo no es influyente.

**Palabras clave:** Alpaca Huacaya, color fibra, características textiles, categoría



## ABSTRACT

The research work was carried out in the Santa lucia District of the Lampa province of the Puno region at altitudes greater than 4046 m.s.n.m. In order to determine the technological characteristics of alpaca fiber (comfort factor, average fiber diameter, curvature index and yarn fineness), 414 fiber samples from huacayas alpacas of different sexes were analyzed in communities of the District, obtained from the middle rib region, which after identification were labeled and analyzed in the Fiber Laboratory of the South American Camelids Special Project of the Puno Region, using the OFDA 2000 equipment.; The research was conducted in a complete randomized design under a 4X2 factorial arrangement, the correlations were determined using Pearson's correlation and analyzed in SAS version 9.1. The results show that the smallest mean fiber diameter (DMF) was of DL alpacas ( $18.76 \pm 0.17 \mu\text{m}$ ) and increased to the BLL category ( $21.45 \pm 0.28 \mu\text{m}$ ) ( $P \leq 0.05$ ), the coefficient of variability (CV) of the alpaca fiber was equal in 2D (23.91%), 4D (23.05%) and BLL (22.32%) and lower than DL (26.28%), ( $P \leq 0.05$ ), the factor of comfort (FC) of the alpacas fiber decreased from DL (97.13%), BLL (93.80%), being similar between 2D and 4D and 4D and BLL ( $P \leq 0.05$ ), the curvature index (IC) of alpacas fiber was lower in DL alpacas ( $47.54 \pm 0.78^\circ / \text{mm}$ ) compared to the other categories ( $P \leq 0.05$ ), this being a low curvature; and were similar between 2D, 4D ( $P > 0.05$ ), these curvatures being medium and high, the lowest yarn fineness (FH) was in the DL alpacas category ( $19.03 \pm 0.18 \mu\text{m}$ ) and increased to the category of BLL ( $21.42 \pm 0.29 \mu\text{m}$ ) ( $P \leq 0.05$ ); the technological characteristics were similar between males and females ( $P > 0.05$ ); the correlations between DMF and CF were very high negative ( $r = -0.85440$ ), DMF and moderate negative CI ( $r = -0.49304$ ), CF and moderate positive CI ( $r = 0.44638$ ), CF and FH were very high negative ( $r = -0.86673$ ) and IC and FH was moderate negative ( $r = -0.52363$ ); It is concluded that the category factor (age) influences the technological characteristics of the fiber of Huacaya alpacas from communities of the Santa Lucia district and the sex factor is not influential.

**Key Words:** Alpaca Huacaya, fiber color, textile characteristics, category.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El Perú es el primer productor de alpacas en el mundo con una población de 3'685,516 (CENAGRO, 2012) que representa el 80.09%, seguido de Bolivia con 14.93% y otros países del mundo con el 4.98% entre Chile y Argentina, además de Canadá, Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos e Inglaterra ([www.aia.org.pe](http://www.aia.org.pe)), a nivel de exportación de fibra de alpaca, el Perú vende al mercado externo el 88%, Bolivia el 10%, mientras que Chile y Argentina llegan al 2%. A nivel mundial el Perú produce 4000 toneladas anuales de fibra de alpaca producidos en las zonas alto andinas (Huanca, 2013).

Las provincias más importantes en población de alpaca son Lampa con 263,201 alpacas (18.02%), Carabaya con 206,281 alpacas (14.12%), El Collao con 181,259 alpacas (12.41%), Melgar con 154, 990 alpacas (10.61%), Puno con 139,339 alpacas (9.54%) y otras provincias con 514,833 alpacas (34.49%) (CENAGRO (2012) y son una fuente de riqueza pecuaria y genética importante de las poblaciones andinas, la alpaca por su fibra de gran valor (Raggi, 2016).

La fibra de alpaca está considerada dentro de las fibras especiales y es una de las más apreciadas por la industria mundial textil como pelo fino de origen animal, por su calidad, características de flexibilidad, suavidad al tacto, higroscopicidad (capacidad de absorber la humedad), termicidad (capacidad de almacenar el calor), resistencia a la tracción (no se rompe fácil, es tres veces más tenaz que la lana de oveja), afieltramiento (capacidad de pegarse con otras fibras), y estético; dado que los vestidos exhiben buenos pliegues, apariencia, caída y lustrosidad especialmente en abrigos; la producción de fibra de alpacas, es considerada como una fibra natural y, las prendas que se confeccionan con ellas, están clasificadas como artículos de lujo (Wang *et al.*, 2003; Crispín, 2009).



Dentro de las fibras naturales, la alpaca produce una fibra considerado como rara, que se diferencia por sus características físicas propias de la especie; la alpaca es un animal que por cientos de años se ha adaptado a las condiciones pobres de alimentación y adversas al medio ambiente de los altos Andes, bajo estas condiciones pobres de alimentación y adversas es capaz de producir fibra de muy buena calidad para la industria textil; el diámetro medio de fibra, la longitud, factor de confort y la finura al hilado de la fibra puede variar entre rebaños, los factores determinantes de estas variaciones son el factor genético, edad del animal y el medio ambiente; los cambios medioambientales pueden repercutir en una reducción del diámetro de fibra, que puede conducir a la reducción en la resistencia a la tracción (Naylor y Hansford, 1999; Mayhua *et al.*, 2011).

Existe una demanda insatisfecha de fibra fina de alpaca en el mercado de pelos finos por la industria textil mundial de fibras textiles de origen animal, en ella la alpaca representa el 10% y compite con el cashmere (12%), el mohair (56%) y la angora (21%). La industria textil utiliza el 56 % de fibras naturales y el 44 % de fibras sintéticas. Dentro de las fibras naturales el 9 % son fibras de origen animal y de este valor el 98 % corresponden a la lana de oveja y solamente el 2 % son fibras especiales (CEPES, 2001). El diámetro de la fibra de alpaca varía de 18 a 36  $\mu\text{m}$ , siendo las categorías más delgadas muy apreciadas (Gutiérrez *et al.*, 2009). Sin embargo, la fibra de alpaca presenta algunas limitaciones en el tejido industria debido a una alta variabilidad de diámetro y una alta incidencia de medulación de fibras que puede aparecer en cualquier grado de fineza, reduciendo la sensación de confort de las prendas (Frank *et al.*, 2008).

En la actualidad los porcentajes de exportación de la fibra de alpaca van decreciendo debido a la variabilidad en cuanto a finura en el rebaño y uno de los inconvenientes de la fibra es la falta de uniformidad en el diámetro a lo largo de su



longitud, la misma que repercute en la calidad de la fibra (León-Velarde y Guerrero, n.d.; Quispe, Rodríguez, Iñiguez, y Mueller, 2009; Wuliji et al., 2000).

La alpaca es considerada la fuente de recurso principal para el poblador alto andino, cuya crianza constituye el principal sustento socioeconómico; debido a que de esta actividad se obtiene la producción de la fibra la cual se destina el 90% al mercado exterior; no obstante que su proceso de producción es incipiente en la innovación tecnológica, por no planificar las actividades en relación al objetivo que es la producción de la fibra fina, actualmente se observa engrosamiento del diámetro de fibra al no practicar la selección por finura y no implementar registros productivos, ni mucho menos en determinar diámetro de fibra, peso vellón, longitud de mecha, peso al nacimiento, etc., por esta razón el productor no tiene márgenes que le permitan las condiciones mínimas de vida convirtiéndose cada vez más dependiente del mercado especialmente cuando los precios de la fibra se encuentran en sus niveles más bajos (Vidal, 1996) (Díaz Alain, 2014)

En la actualidad en el distrito de Santa Lucía no se existen estudios sobre las características tecnológicas de la fibra de alpacas Huacayas, respecto al diámetro de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura estos datos son importantes para la industria textil, con los resultados del presente estudio se aportará conocimientos sobre la calidad de fibra de las alpacas de este distrito y comunidades.



## 1.1.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de los factores categoría y sexo en las características tecnológicas (Diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado) en fibra de alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa de la región Puno.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del factor categoría y sexo en el diámetro medio de fibra, en alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno
- Determinar el efecto del factor categoría y sexo en el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra en alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno.
- Determinar el efecto del factor categoría y sexo en el factor de confort, de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno
- Determinar el efecto del factor categoría y sexo en el índice de curvatura de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno
- Determinar el efecto del factor categoría y sexo a la finura al hilado de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno.
- Determinar las correlaciones fenotípicas de las características tecnológicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Marco conceptual

##### 2.1.1. Diámetro medio de fibra

El diámetro medio de fibra (DMF) de una muestra representativa del vellón esta 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). La clasificación de los vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización (Quispe, 2010).

Es la característica textil de mayor importancia para la industria porque determina su precio en el mercado (A menor diámetro mayor precio en el mercado de fibras). El DMF tiene una heredabilidad comprendida entre media a alta (0.3 a 0.5), por lo tanto, es susceptible a ser trabajado en programas de valoraciones genéticas para mejorar ese carácter (Porto, 2016).

Desde el año 1947, se validó un método para medir el diámetro de fibra en ovinos, siendo el costillar medio (Midside) la zona para la toma de muestras (Turner *et al.*, 1953), con referencia a este estudio y metodología Aylan-Parker y McGregor (2002), replicaron estas prácticas en alpacas, concluyendo que en alpacas es el lugar representativo para realizar estas mediciones para evaluar la calidad de la fibra y para programas de selección.

En alpacas Russel y Redden (1997) y Franco *et al.*, (2009) encontraron que la nutrición tiene influencia directa sobre el diámetro medio de la fibra; ya que niveles pobres en proteínas y calorías tienden a disminuir el diámetro y la longitud de mecha, repercutiendo en el volumen y en el peso final. Por su parte Bustinza (2001) considera



que, en los periodos de estiaje en las zonas altoandinas, el diámetro de la fibra puede reducirse hasta en 5 micras. Referente a estudios de metrología de fibra de alpaca, McGregor (2002) encontró el 10% de alpacas de Australia con una media de 24 micras y más de 50% se encontraba por encima de 29 micras; por su parte Lupton (2006) en un total de 585 muestras encontró medias de 26.7 y 27.1 micras para machos y hembras en EE. UU.

En tanto Ponzoni et al (1999) y Wang *et al* (2005) al revisar programas de mejora genética encontró rangos de 23 a 27 micras, con media general de 25.7 micras. Para el caso específico de alpacas de Puno-Perú Apomayta y Gutiérrez, (1998) y Chávez, (2006) quienes señalan haber encontrado promedios en el DMF desde 21 hasta 24 micras, sólo Huamaní y Gonzáles (2004) refiere medias de hasta 27 micras. Así mismo Ormachea et al. (2015) con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani, se analizaron 240 muestras de fibra en el equipo OFDA 2000; los resultados muestran que el diámetro medio de fibra fue de  $19.6 \pm 2.09 \mu\text{m}$ ;  $21.07 \pm 2.56 \mu\text{m}$  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  $20.69 \pm 2.69 \mu\text{m}$  ( $P > 0.05$ ).

Se describió la calidad de la fibra de alpacas Huacaya producida en la región de Huancavelica, utilizando muestras de 203 alpacas pertenecientes a ocho comunidades de alpaqueros ubicadas entre 4.100 y 4.750 m de altitud; el diámetro medio de la fibra fue de  $22,70 \pm 0,02 \mu\text{m}$ , variando con el sexo, la edad y la comunidad de origen (Montes et al., 2008). Así mismo en la región de Huancavelica de Perú se tomaron muestras de alpacas hembras adultas, se analizaron en el OFDA 2000 para determinar diámetro medio de fibra; los valores del diámetro medio de fibra para el costillar medio fueron de 26,30  $\mu\text{m}$ , la variación en el diámetro medio de fibra entre los 24 sitios de muestreo fue de 20,2



a 50,6  $\mu\text{m}$  y entre 9 sitios de muestreo en el sitio principal de vellón (costillar medio) fue de 24,8 a 31,7  $\mu\text{m}$ ; el patrón general fue un aumento marcado dorso-ventral en MFD; los resultados indican que se necesita cuidado en el muestreo de la fibra de alpaca para el análisis (McGregor et al., 2012).

Entre los trabajos realizados en alpacas del sur de Perú, destacan los realizados en Puno (Apomayta y Gutiérrez, 1998; González et al., 2008) en Cusco (Franco et al., 2009) refieren diámetros de 23.97 $\mu\text{m}$  a 25.75  $\mu\text{m}$ , en Arequipa (Renieri et al., 2004; Gutiérrez et al., 2009; Morante et al., 2009; Cervantes et al., 2010), Huancavelica (Oria et al., 2009; Quispe et al., 2009a; Quispe et al., 2009b; Quispe, 2010), que refieren medias de diámetro de fibra desde 21  $\mu\text{m}$  hasta 24  $\mu\text{m}$  y en Apurímac, Vásquez et al. (2015) en muestras de vellón de 405 alpacas Huacaya reportaron en machos un diámetro medio de fibra de 19.60  $\pm$  0.20  $\mu\text{m}$  y en hembras de 20.10  $\pm$  0.2  $\mu\text{m}$ .

Se determinó 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 1, 2 y 3 o más años de edad, respectivamente (Lupton, 2006). Por otra parte, McGregor (2006) en alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya presentan un diámetro medio de 24  $\mu\text{m}$  y más del 50% estaban en 29.9  $\mu\text{m}$ . A su vez, Ponzoni et al. (1999) al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro medio de fibra de 25.7  $\mu\text{m}$  con valores extremos de 23.4 a 27.3  $\mu\text{m}$ , mientras que Wang y Wang (2005) también reportan medias de diámetro similares a los encontrados por los anteriores autores.



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 1 a 2 años definido como juvenil y de 3 a 6 años como adulto. El diámetro medio de fibra para todos los individuos 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 investigaciones realizadas en Australia, confirman que la diferencia en “mano” a favor de la alpaca es de 12  $\mu\text{m}$  en relación a la lana, esto significa que una alpaca de 27  $\mu\text{m}$  es tan suave como una lana de 15  $\mu\text{m}$ ; se utiliza el término “mano” para indicar la calidad en relación al grado de aceptación del tejido. Este término ha sido definido como la valoración subjetiva de un material textil obtenida a partir del sentido del tacto, la “mano” es así mismo un fenómeno psicológico, que implica la capacidad de los dedos para hacer una evaluación sensible y exigente, y de la mente para integrar y expresar los resultados en un juicio de valor (Frank, 2011).

### **2.1.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra**

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVD) es una medida de la diversidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón o de una muestra específica y se expresa en porcentaje; se obtiene dividiendo la desviación estándar entre el promedio del diámetro de fibra (DMF) multiplicado por 100, por lo tanto, el resultado es expresado en porcentaje. Un vellón con CVD bajo, señala una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón o muestra evaluada (McLennan y Lewer, 2005; Manso, 2011).

La industria textil sugiere contar con 24% de CVD como límite máximo permisible, ya que se encuentra asociado al rendimiento del hilado. Es importante señalar que el CVD es influenciado por dos factores: La primera es la variación que presenta a lo



largo de la mecha a la que se atribuye el 20% del CVD; y la segunda es la variación que existe dentro de la mecha representa el 80% del CVD. En alpacas, estudios realizados por Hack *et al* (1999); Aylan-Parker y McGregor (2002); McGregor (2006); González *et al* (2008); Lupton (2006); Morante *et al* (2009); y Quispe *et al* (2009a) han encontrado valores de 24.4%; 27%; 23.3%; 23.60%; 18.38%; 23.48; 23.12; y 22.82%. De los cuales se puede inferir que, si bien los valores son muy variables, es favorable para la aplicación de programas de mejora genética mediante métodos de selección y estimaciones de valores de cría.

### **2.1.3. Factor de confort (FC)**

El porcentaje de las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  que tiene un vellón se define como el factor de confort (FC) o conocido también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30  $\mu\text{m}$ , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel (McColl, 2004; McLennan y Lewer, 2005; Mueller, 2007). Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30  $\mu\text{m}$  se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un factor de confort igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5% (Bardsley, 1994; Baxter y Cottle, 2010; Wood, 2003).

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; 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 las fibras que son relativamente gruesas; sin embargo, si estas fibras fueran más delgadas serían más



flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel (McColl, 2004; Mueller, 2007 y Sacchero, 2008).

Durante el uso de las prendas, los terminales de la fibra emergen hacia la superficie y presionan contra la piel, la fuerza que el terminal de la fibra puede ejercer sobre la piel antes de flexionarse es altamente dependiente de su diámetro y longitud de emergencia. Por encima de la fuerza crítica (100 mg) los nervios que se encuentran situados justo debajo de la piel son provocados. Cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera, comúnmente llamada picazón. Para un tejido plano usado comúnmente en chompas o suéteres, el diámetro crítico que conlleva a la picazón es aproximadamente de 30 a 32  $\mu\text{m}$ , aunque esto varía considerablemente entre personas, temperatura y limpieza de la piel. En prendas normales confeccionadas con lana que exhiben una media de 21  $\mu\text{m}$  tienen un número pequeño de fibras con diámetros mayores a 30  $\mu\text{m}$ , lo que le da confortabilidad a la prenda (Naylor y Hanford, 1999).

En alpacas de ocho comunidades de la región de Huancavelica, 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 ésta característica (Quispe, 2010).

Así mismo, en estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3700 y 5300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas antes de la esquila; los resultados mostraron un índice de confort (IC) por sexo de 96.8 y 95.5% en machos y hembras, respectivamente ( $P \leq 0.05$ ) (Vásquez *et al.*, 2015).



En las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani, Carabaya; se determinó las características textiles de 240 muestra de fibra de alpacas Huacaya; el factor de confort en alpacas fue de 95.59%, considerando edad fueron de 97.50%, 95.85% y 93.43% en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ( $P \leq 0.05$ ), según sexo fueron de 96.19% en hembras y 94.99% en machos ( $P \leq 0.05$ ) (Ormachea et al., 2015).

El factor de picazón no es un carácter técnico de la fibra, sino que más bien esta con el grado de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca relacionado está sobre el usuario (Sacchero (2005). McGregor y Butler (2004) obtuvieron en alpacas criadas en Australia, un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 %. Ponzoni *et al.*, (1999), 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 Huacaya criadas en EEUU y con una muestra representativa de 585 muestras de vellón de alpacas de distintos sexos y edades, encontrando un factor de confort de  $68.39 \pm 25.05\%$ , según sexo en hembras 69.50 % y machos de 72.60 %, según edad de 82.70 %, 74.10 % y 58.60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente.

#### **2.1.4. Índice de curvatura**

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 de lana; esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (Fish et al., 1999). El rizado de la lana, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando



los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana (Quispe et al., 2008).

También, al parecer, existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra (0,6 - 0,8), donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro. El diámetro de fibra e índice de curvatura tienen una correlación de 0,72 y se puede observar que cuando el micronaje aumenta de 15 a 35 micras el índice de curvatura disminuye de 50 a 30 grados/mm (Safley, 2005).

El rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en referencia al procesamiento. El rizo en una mecha de lana puede ser expresado en función a la “definición del rizo”, descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que lanas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres, y a la frecuencia del rizo definido como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características, junto con el color de la grasa, la longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el estilo de la lana, el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos de lana final. La curvatura de las fibras puede ser en tres dimensiones, debido a que las fibras se encuentran flexionadas y torcidas a lo largo de su longitud. Sin embargo, debido a que la mayor parte de la curvatura ocurre en un plano y teniendo la flexión la mayor contribución, la forma de la fibra puede ser representada en una forma de onda bidimensional (Fish et al., 1999).

En alpacas se obtuvo un índice de curvatura de 38,8 °/mm, (Quispe, 2009) y en el intervalo 47.66 – 54.01 °/mm (Quispe, 2010). Este parámetro, aunque ha sido poco estudiado en Perú, se ha estudiado más en Australia, Nueva Zelanda y EEUU



encontrándose unos valores más bajos, que varían desde 27.80 a 32.20 °/mm. Esta diferencia de valores, puede ser debida a que, como se ha dicho en la introducción, los parámetros diámetro de fibra e índice de curvatura parecen tener una relación inversamente proporcional, relación probada también en este trabajo y en estos países donde la alpaca ha sido exportada, la finura de los animales es menor, preocupándose más por obtener un mayor volumen de fibra. En cuanto al color, los datos obtenidos concuerdan con lo obtenido por Oria (2008), ya que animales de color más oscuro, poseen un índice de curvatura más bajo pasando en este trabajo de los 40°/mm en alpacas de color blanco, a 31°/mm en alpacas color café oscuro, y descendiendo hasta los 24.00 °/mm para las alpacas color negro, comportamiento este que también puede ser explicado por la relación inversamente proporcional existente entre diámetro e índice de curvatura. Si estudiamos la edad, se obtienen valores entre constantes o ligeramente crecientes hasta los cuatro dientes, disminuyendo desde esa edad hasta boca llena desde los 38.00 °/mm hasta los 34.00 °/mm, no siendo concordante con Quispe (2009) que indica que con la edad aumenta el índice de curvatura, ni con McGregor (2006) que estima que este parámetro no varía con la edad, pero sí confirma lo planteado por Mamani (2010) que se debería obtener un menor índice de curvatura conforme aumentase la edad, debido a que el diámetro aumenta con la edad.

En la región de Huancavelica de Perú se tomaron muestras de 31 alpacas hembras adultas, se analizaron en el OFDA 2000 para determinar diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro medio y el índice de curvatura; los valores de IC se transformaron log<sub>10</sub>, se realizaron correlaciones entre sitios y análisis de regresión entre diámetro medio de fibra e índice de curvatura. Los valores medios para el costillar medio fueron de 34,9 °/mm; los atributos de vellón variaron significativamente entre todos los componentes de vellón y entre los sitios de vellón (P<0,001). El patrón general



fue una disminución dorso-ventral en índice de curvatura; hubo una relación significativa entre  $\log_{10}$  índice de curvatura con diámetro medio de fibra, esto sugiere que la variación de índice de curvatura se puede utilizar para la selección de componentes de vellón con diámetro medio de fibra diferente, pero la pendiente de la regresión (índice de curvatura disminuyó  $1,0\text{ }^\circ/\text{mm}$  por cada  $1\text{ }\mu\text{m}$  de aumento en diámetro medio de fibra en el rango de  $11$  a  $70\text{ }\mu\text{m}$  (McGregor et al., 2011)

Existen relaciones directas entre el IC de la fibra con la frecuencia de rizos en la mecha y con la resistencia a la compresión (los coeficientes de correlación varían entre  $0.80$  y  $0.90$ ). También existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra, donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro (Fish et al., 1999). Holt (2006) reportó coeficientes de correlación entre el índice de curvatura [expresado en grados / milímetro ( $^\circ/\text{mm}$ )] y el diámetro de fibra (expresado en  $\mu\text{m}$ ) de  $0.64$  y  $0.79$  para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, y entre frecuencia de rizo y diámetro de  $0.44$ , demostrando la ventaja que tiene el índice de curvatura frente a la frecuencia de rizos, cuando se quiere evaluar el diámetro de la fibra. Muchos estudios han sido dedicados a evaluar el efecto del rizo de la mecha de fibra sobre el rendimiento al procesamiento y la calidad de los productos lanares. Hansford (1996) reportó que lanas con baja frecuencia de curvaturas o rizos y alta definición de rizo conlleva a obtener una longitud media de fibra (Hauter) más larga en los tops (cinta de fibra obtenida después del peinado). Para las lanas superfinas, una menor frecuencia de rizos en la fibra da lugar a una mayor uniformidad de hilados y menor número de terminales salientes en la hilatura (Wang et al., 2004). El IC en alpacas ha sido estudiado en Perú por Siguayo y Aliaga (2010), quienes encuentran valores entre  $47.66$  y  $54.01\text{ }^\circ/\text{mm}$  en alpacas, mientras que Quispe (2010) encuentra una media de  $38.8\text{ }^\circ/\text{mm}$ . 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), mientras que la lana de ovino tiene mayor índice de curvatura que la fibra de alpaca (Liu et al. 2004; Wang et al. 2004), pero menor que la de vicuña (Quispe et al., 2010).

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3700 y 5300 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, apreciándose esta diferencia entre alpacas con diente de leche, con cuatro dientes y boca llena (Vásquez et al., 2015).

Respecto al índice de curvatura en 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, se reportó un índice de curvatura promedio de  $33.16 \pm 7.00$  °/mm, según sexo de 33.50 °/mm en hembras y 33.90 °/mm en machos y para edad de 34.60 °/mm, 33.70 °/mm y 31.00 °/mm en alpacas de uno, dos y tres años respectivamente (Lupton et al., 2006).

Para valores de diámetro de 15 a 40  $\mu\text{m}$ , sus rangos de índice de curvatura son de 50 °/mm a 15 °/mm para fibra de alpaca, al igual que la lana, la curvatura de la fibra de alpaca disminuye a medida que aumenta el diámetro de la fibra (Wang et al., 2004); el promedio de índice de curvatura para alpacas de color fue de 35.71 °/mm, en alpacas Huacaya de 35.52 °/mm y Suri de 26.31 °/mm (Wang et al., 2005).



### 2.1.5. Finura al hilado

La finura al hilado (FH) expresada en  $\mu\text{m}$  (spinning fineness), 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). La idea original viene de Martindale (1945), que fue analizada y planteada por Anderson (1976) como “effective fineness” y que, posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado (Butler y Dolling (1995) y es una característica fuertemente heredable (Butler y Dolling, 1992). La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (Lupton *et al.*, 2006); llamó a la expresión:  $F_e = \text{MDF} * 1 + 5 * (\text{CVDF} / 100)^2$ , finura efectiva (effective fineness) y lo usó con la finalidad de demostrar la influencia de los cambios de la MDF y el CVDF sobre la uniformidad de los hilados (Anderson; 1976).

La finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo (Manso, 2011); dos tops con diferentes MDF y CVDF pueden producir hilados de la misma uniformidad, si sus finuras efectivas tienen el mismo valor al utilizar la fórmula anteriormente descrita. Por ejemplo, un top con un diámetro medio de fibra y coeficiente de variación del diámetro de fibra de 21.50  $\mu\text{m}$  y 20.0%, respectivamente, produce un hilado más uniforme que otro top con MDF y CVDF de 20.2 y 27% respectivamente (De Groot, 1995).

La finura efectiva sólo depende del diámetro medio de fibra y del coeficiente de variación del diámetro de fibra y es siempre numéricamente mayor que el diámetro medio de fibra, aunque esto puede corregirse normalizando la finura efectiva mediante la aplicación de la ecuación:  $F \approx 0.881 * \text{MDF} * 1 + 5 * (\text{CVDF} / 100)^2$  (Butler y Dolling,



1995). En alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de 20.9  $\mu\text{m}$  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, encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3700 y 5300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas antes de la esquila; los resultados mostraron una finura al 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 (dientes de leche y boca llena) ( $P \leq 0.05$ ) (Vásquez et al., 2015).

## **2.2. Antecedentes**

Estudios realizados por Ccosi (2012), sobre la finura de fibra en alpacas Huacaya de 4 comunidades del distrito de Cojata, señala que los resultados encontrados para el diámetro de fibra promedio se encuentra en  $22.41 \pm 2.91 \mu\text{m}$  con un coeficiente de variabilidad de 13%, los factores; comunidad y sexo de la alpaca no influyen significativamente sobre el diámetro de fibra ( $p \geq 0.05$ ); sin embargo, la clase animal influye significativamente sobre el diámetro de fibra ( $p < 0.01$ ), siendo las alpacas jóvenes los que muestran menor diámetro de fibra. Concluye que el factor clase animal influye significativamente sobre el diámetro de fibra, lo cual no ocurre para los factores comunidad y sexo de la alpaca.

Los resultados obtenidos por Porto (2016), sobre la calidad de fibra de raza Huacaya en los distritos de la provincia de Huancané, señala que el Diámetro Medio de la Fibra, según la edad por cronología dentaria: Dientes de Leche (DL) los distritos de Vilquechico, Rosaspata y Cojata reportan medias de 18.74, 19.19 y 19.90 micras respectivamente. En la



clase de 2 dientes (2D) los distritos de Inchupalla, Rosaspata y Cojata muestran valores de 20.02, 20.72 y 20.95 micras respectivamente. En la clase de 4 dientes (4D) los distritos de Inchupalla y Rosaspata tienen medias de 19.74 y 21.74 micras respectivamente, y la clase de Boca llena (BLL), reportan medias para los distritos de Rosaspata y Vilquechico, de 22.92 y 23.15 micras respectivamente. En resumen, la variación de las medias del diámetro medio de la fibra hace factible la aplicación del plan de selección y mejora genética. Los resultados obtenidos por Porto (2016), según el sexo los distritos que tienen mejor finura para alpacas hembras Huacaya, son Rosaspata y Cojata con 21.18 y 21.48 micras; mientras que en alpacas machos Huacaya, destacan los distritos de Cojata, Vilquechico y Rosaspata con 21.18, 19.37 y 20.79 micras respectivamente, y respecto a las variables Factor Confort e Índice Curvatura, señala que el 70% de distritos de la provincia de Huancané, están por debajo de valores recomendados por la industria textil ( $FC \geq 95\%$  e  $IC \geq 50^\circ/\text{mm}$ ); y por encima de los valores recomendados para  $DSD \leq 3.5$  micras y  $CVD \leq 24\%$ .

Estudio realizado por Huanca et al (2007), en las comunidades de Cojata (Puna Húmeda) provincias de Huancané, entre octubre 2006 y julio del 2007. Donde el objetivo fue determinar el diámetro de fibra de Alpacas Huacaya blanco en función al sexo, edad, esquila y zona agroecológica, tomó muestras de fibra de la zona paleta, costillar medio y grupa y se analizó en laboratorio de fibras; donde empleando estadística descriptiva y arreglo factorial de  $2 \times 2$  bajo diseño de bloque completamente al azar; reportó que en el distrito de Cojata el diámetro promedio de fibra (DPF) fue 22,472,56 (machos) y 22,8311,52 (hembras), existiendo diferencia significativa ( $p=0.05$ ). En Cojata el diámetro promedio de fibra para la primera esquila fue 22,52 micras y para la segunda esquila 22,90 micras con diferencias significativas.



En los andes del Perú, alpacas pastoreadas en dos niveles de altitud con características diferentes en composición botánica de sus praderas; en 8 periodos de tiempo por 28 días, los resultados muestran un incremento en el diámetro de fibra en el primer nivel (4200 msnm) de  $22.0 \pm 2.7$  a  $32.1 \pm 4.7$   $\mu$ , y en el segundo nivel (4600 msnm) de  $22.8 \pm 2.2$  a  $32.3 \pm 3.0$   $\mu$ , y entre tratamientos no hubo diferencia significativa, se concluye que la variación de la altitud no tiene efecto significativo ( $P > 0.05$ ) en la variación del diámetro de la fibra de alpaca (Braga *et al.*, 2005).

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  $\mu$ ), por consiguiente aproximadamente el 10% del total de alpacas Huacaya tienen un diámetro de fibra menor de 24  $\mu$ , mientras en alpaca Suri el 14% tienen el diámetro de fibra menor a 24 micras. En ambas razas el 50% de los vellones tienen un diámetro de fibra mayor a 29.9  $\mu$ , siendo la proporción de fibra medulada en la raza Huacaya el 30% y de Suri más del 50%. 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  $\mu$  (Mc Gregor, 2005).

En seis regiones de Estados Unidos, resultados del estudio sobre las características de la fibra de alpaca Huacaya de uno y dos años de edad, muestran que, el diámetro medio de la fibra varía entre 15.09 a 49.27 $\mu$ , con una desviación estándar y coeficiente de variabilidad muy amplia, Desde el punto de vista de calidad de hilado y valor el diámetro medio de fibra fue la característica más importante, porque si disminuye el diámetro promedio de la fibra (MFD) aumenta el factor quebradizo (resistencia a la tracción) al peinado, haciendo que disminuya el tamaño del hilo. Por otra parte existe una correlación media ( $r=0.5318$ ) entre peso vivo y MFD, del mismo modo es negativo y bajo ( $r = -$



0.2961) entre MFD y longitud de fibra y una correlación positiva y baja ( $r = 0.3967$ ) entre MFD y resistencia (Lupton *et al.*, 2006).

En Australia, alpacas adultas de la raza Huacaya, bajo condiciones de pastoreo mixto con ovinos raza Merino sobre pastos mejorados, ganaron en peso vivo durante el primer año y este incremento de ganancia de peso hizo que mejore el crecimiento de la fibra; los efectos adversos de las condiciones de nutrición en alpacas hacen que reduzca significativamente la producción de fibra limpia de 2.86 a 1.91 kg, el rendimiento al lavado de 95.2 a 91.5% y el diámetro de fibra de 37.5 a 35.2  $\mu$ . En relación a los efectos sobre la lana de ovino, la reducción fue significativa para peso de lana limpia de 4.12 a 3.42 kg, el rendimiento al lavado de 73.7 a 69.1% y diámetro de fibra de 22.4 a 20.5  $\mu$ m; a la compresión la fibra de alpaca muestra mejor resistencia que la lana de ovino (Mc Gregor, 2002).

En la Argentina la puna es considerada como una zona árida a lo largo de las montañas de los andes a más de 3600 msnm, donde las llamas por su hábitat de pastoreo y sistema digestivo marca eficiencia en el uso de forrajes nativos; al análisis de fibra obtenida para dos regiones de producción han mostrado que las llamas poseen suficientemente promedio de diámetro fino menor a 23  $\mu$ m sin considerar los pelos, esto es suficiente como para considera un premio de la calidad de vellón de esta especie (Coates and Ayerza, 2003).

### **2.3. Correlaciones fenotípicas**

La correlación es un parámetro que toma valores entre -1 y 1. Se dice que existe correlación genotípica entre dos caracteres, cuando el valor para el primer carácter no es estadísticamente independiente del valor del otro carácter para el mismo animal. La



correlación genética es la asociación que existe entre los valores de cría o méritos genéticos de dos caracteres medidos en el mismo animal (Falconer y Mackay, 1996).

Las causas exactas de la correlación genéticas son difíciles de conocer, pero se puede explicar parcialmente pensando que un mismo gen que puede determinar varios caracteres a la vez conocido como pleiotropía (Quispe y Alfonso, 2007) o cuando los genes están próximos en el genoma y se suelen heredar conjuntamente, fenómeno denominado ligamiento. Específicamente para el porcentaje fibras meduladas continuas no se tienen estimaciones de correlación genética publicadas con otras características del vellón de alpaca.

En ovinos Corriedale Sánchez et al. (2016) reportaron las correlaciones genéticas positivas y favorables de magnitud intermedia de 0.50 entre diámetro medio de fibra y presencia/ausencia de fibra medulada. Además, entre el diámetro de fibra y presencia/ausencia de fibra pigmentada fue de 0.56. Los autores indican que al seleccionar por menor diámetro también se reduce el número de fibras meduladas.

Algunas estimaciones entre DMF y la proporción de fibra medulada en cabras Angora de  $0.32 \pm 0.05$  (Allain y Roguet, 2006) y en llamas de  $0.36 \pm 0.01$  (Frank et al., 2011). La correlación genética entre DMF y la proporción de fibra fuertemente medulada fue de  $0.37 \pm 0.11$  (Wurzinger et al., 2006) y de  $0.49 \pm 0.04$  (Allain y Roguet, 2006). Además, Allain y Roguet (2006) reportaron una correlación genética de 0.70 entre la presencia de fibra medulada y la presencia de fibra fuertemente medulada.

Según Roque y Ormachea (2018) en Alpacas de la raza Huacaya encontró una correlación negativa y moderada entre el diámetro de fibra con el índice de curvatura -



0.40 y factor de confort -0.58, en tanto que se observó una correlación alta entre diámetro de fibra y finura al hilado 0.75.

Aguilar et al (2019) con el objetivo de estimar los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas) para caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en el vellón de alpacas tuis del fundo Mallkini (Puno, Perú). Se utilizaron muestras de las zonas corporales de muslo, costillar medio y paleta de 1127 animales a la primera esquila (573 machos y 554 hembras) nacidos en 2015 y 2016. Las muestras fueron analizadas bajo la norma IWTO-12 del equipo Sirolan Laserscan. El archivo de pedigrí contaba con 10 481 alpacas dando un coeficiente de consanguinidad de 0.16%. Los parámetros genéticos se estimaron mediante los softwares ASReml y Pedigree Viewer. Los caracteres evaluados fueron el diámetro de fibra (DF) y su desviación estándar (DE), coeficiente de variación (CV) y factor de confort (FC). El análisis genético se realizó utilizando un modelo animal multivariado, que incluye el efecto genético aditivo del animal como efecto aleatorio; año de esquila, punta y sexo como efectos fijos, y edad de esquila como covariable lineal. Las heredabilidades para todas las características por zona fueron moderadas (0.12 a 0.38) y para las zonas en conjunto resultaron también moderadas, excepto para el coeficiente de variación (0.17 a 0.43). La correlación genética entre el diámetro de fibra y la desviación estándar mostró un valor elevado y positivo (0.80), mientras que para el factor de confort fue alto y negativo (-0.93) y para el coeficiente de variación fue negativo y bajo (-0.06). En conclusión, existe un alto grado de correlación genética entre el diámetro de fibra (DF) y su desviación estándar (DE), de modo que seleccionando por ambos caracteres se lograría reducir la variabilidad de finura en los vellones.

La correlación entre el factor confort y el diámetro promedio de fibra de alpaca huacaya reportado por Arango (2016) fue negativa y muy alta (-0.90) lo que se aproxima



al valor de  $-0.844$  reportado por Quispe (2009b). Estos resultados indicarían que la asociación entre el factor confort y el diámetro promedio de fibra es de sentido opuesto y de alta magnitud; por este motivo, una disminución del diámetro de fibra traerá como consecuencia un aumento del porcentaje de factor confort en la fibra; la correlación entre el factor confort y la desviación estándar del diámetro promedio de fibra evaluado en fibras de alpacas huacaya fue negativa ( $p < 0.01$ ) y de grado medio ( $-0.66$ ). Estos resultados evidencian que la asociación entre el factor confort y la desviación estándar fue de 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 y con respecto a la correlación fenotípica entre el factor confort y el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, los resultados de alguna manera evidenciaron que dicha asociación de  $+0.13$  es positiva pero muy baja ya que es cercana a cero (Cuadro 5). Eso sugiere que el cambio de magnitud en cualquiera de ellos afectaría en un mínimo al otro. Este aspecto estaría indicando que un aumento en el coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra solo afectaría mínimamente hacia un aumento del factor confort.

#### **2.4. Analizador óptico de diámetro de fibra.**

El OFDA 100 fue aprobado como un estándar por la Organización Internacional de exámenes de Lana (IWTO) en 1995. Marcos Brims y su compañía BSC Electrónica, diseñaron el instrumento. Se utiliza una cámara de vídeo para obtener imágenes electrónicas de fibras aumentadas que se distribuyen sobre un portaobjetos de vidrio horizontal. El software de análisis de las imágenes de fibra se deriva de la medición del diámetro de un gran número de trozos de fibras longitudinales. El método OFDA puede medir fibras desde 4 a 300 micrones, por lo que puede registrar la presencia de fibras gruesas meduladas que se pierden por métodos de escaneo. También mide y calcula la



distribución de las fibras como la desviación estándar (SD) y el coeficiente de variación (CV), así como el diámetro promedio de las fibras y varios otros diámetros de las fibras de características relacionadas, así mismo, mide factor de comodidad, curvatura de la fibra, lado grueso de la fibra, porcentaje de fibras menores al 15%, etc. Ambos de estos métodos proporcionan a la fibra y a la industria textil como aplicaciones de pruebas de alto volumen.

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 se calcula sobre el terreno y por lo general en promedio de 30 muestras. Desde la limpieza de cada muestra la medida es diferente, esta práctica limita la precisión de las mediciones individuales.

El OFDA 2000 tiene un compensador incorporado para la temperatura y la humedad relativa que se ajusta para el aire del medio ambiente en el lugar de pruebas. Por lo tanto, sólo se puede utilizar adecuadamente en las muestras que se han dado tiempo para alcanzar el equilibrio con el aire del medio ambiente. El OFDA 2000 no es adecuado para el ensayo, ya que las muestras crudas de diferentes zonas del país, contienen cantidades variables de humedad que afectan al diámetro de la fibra. Además, no sería posible utilizar un factor de corrección de grasa adecuada. La única manera de probar con precisión de la fibra u otras fibras de origen animal es para las muestras que se lavan, se secan, y se acondicionaron en condiciones estándar de ensayo para textiles, un requisito en todo el mundo. El OFDA 2000 prueba menos de 100 fibras (dependiendo del diámetro de la fibra y la longitud de la fibra) de punta a base de incrementos de cinco milímetros para un total de cerca de 1,500 mediciones. Se produce un perfil de fibra que refleja el envejecimiento, el estado de salud/producción, y las condiciones ambientales en que el



animal fue sometido durante el crecimiento de esa longitud de fibra en particular (Davison, 2004).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. **Ámbito de estudio**

El estudio se realizó con muestras extraídas de alpacas de rebaños del Distrito de Santa Lucia de la provincia de Lampa de la región de Puno a altitudes de 4046 m.s.n.m. próximo a las coordenadas 15°41`49`` de latitud Sur y 70°36`24`` de longitud Oeste, encontrándose en el km 126 de la carretera Puno a Arequipa (SENAMHI 2012).

Las muestras de fibra fueron analizadas en el laboratorio de fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos del Gobierno Regional de Puno.

#### 3.2. **Material experimental**

##### 3.2.1. **Tamaño de muestra**

Las muestras correspondieron a alpacas Huacaya blanco por categoría y sexo, libres de defectos genéticos (ojos zarcos, manchados, prognatismo inferior o superior, etc.), se colectaron 414 muestras por muestreo aleatorio.

##### 3.2.2 **Materiales y equipos utilizados para la toma de muestra en campo**

###### 3.2.2.1 **Materiales.**

- Tarjetas para identificación de muestras.
- Bolsitas de polietileno
- Libreta de campo.
- Tijeras de esquila.
- Mameluco
- Lapiceros
- Botas



- Mandil
- Sogas
- Aretes.
- Aretador.

### **3.2.2.2 Equipos**

- Cámara digital.

### **3.2.2.3. Equipos para realizar el análisis de fibra en laboratorio**

- OFDA 2000, modelo 2145 con procesador de Windows 8 el cual permitió procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos
- Impresora.
- Laptop.

## **3.3 Metodología.**

### **3.3.1 Identificación de alpacas**

Se identificaron a las alpacas Huacaya hembras de color blanco, de las categorías diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, que fueron marcadas con un arete de plástico Alflex con ayuda de un aretador, y con el número de codificación correspondiente a cada alpaca.

### **3.3.2 Obtención de la muestra de fibra**

En la toma de muestra de fibra se utilizó una tijera y se cortaron mechales de fibras, hasta alcanzar 3g de la región del costillar medio el cual se considera como la zona más representativa para medir el promedio del diámetro medio de fibra (Aylan Parker y McGregor, 2001).

Inmediatamente las muestras fueron puestas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con su rotulo donde se consideraron los siguientes



datos: propietario, número de arete, sexo, edad por dentición de la alpaca, fecha de obtención de la muestra; luego de obtener las muestras de fibra estas fueron analizadas en el laboratorio de fibras del Gobierno Regional de Puno (PECSA).

### **3.3.3. Procedimiento del análisis de muestra.**

#### **3.3.3.1 Determinación del diámetro medio de fibra**

Las muestras fueron analizadas con la finalidad de determinar el diámetro medio de fibra; el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura de la fibra y finura al hilado, para lo cual se utilizó el equipo OFDA 2000, siguiendo las recomendaciones dadas por Brims *et al.* (1999); el OFDA es un instrumento 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.

- a) El trabajo se realizó primero calibrando el equipo con el slide usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.
- b) Para determinar el factor de corrección por grasa primero se realizó la identificación de 24 muestras de fibra en sucio, que representa el 10 % de la muestra total, luego de haber identificado las muestras, se procedió a realizar la lectura inicial de dichas muestras, una vez terminado la lectura de las 24 muestras de fibra éstas fueron lavadas. posteriormente se hizo la segunda lectura, de esa misma muestra determinándose así de esta manera el factor de corrección por grasa que fue de  $0.7 \mu\text{m}$ .
- c) Posteriormente las muestras restantes de fibra sucia fueron colocadas en el slide uno por uno para su posterior análisis, encargándose el OFDA 2000 de aplicar la corrección de grasa de forma automática para la determinación del diámetro medio de fibra, factor de confort e índice de curvatura.

### 3.3.4 Determinación de coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

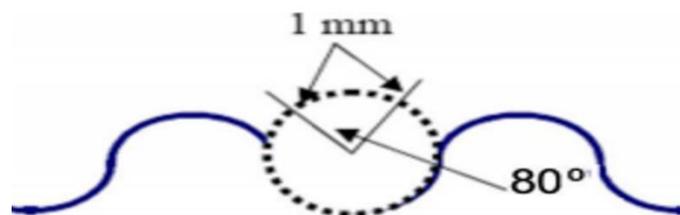
El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde a la heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y fue expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100.

### 3.3.5 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.

### 3.3.6. 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.



### 3.3.7. Determinación de finura al hilado

Se determinó mediante el equipo OFDA (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.

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

### 3.4. Análisis estadístico

#### a) Estadística descriptiva.

Se determinaron medidas de tendencia central (Promedio) y de dispersión (Coeficiente de variabilidad, desviación estándar).

#### b) Diseño experimental.

El trabajo fue conducido en un diseño completo al azar bajo arreglo factorial de 4 x 2 (edad y color), siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta (diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura).

$\mu$  = Media de la población.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor edad

$\beta_j$  = Efecto del j-ésima categoría del factor color

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor edad, en la j-ésima categoría del factor color.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

#### c) Prueba de significancia

La comparación de medias de las variables por efectos de los dos factores, previo ANVA, será analizada mediante la Prueba Múltiple de Significación de Duncan a nivel de confianza de 95% ( $\alpha=0.05$ ).



Para determinar los coeficientes de correlación de la calidad nutritiva de los pastos con la calidad de fibra de alpacas Suri, las variables en estudio fueron procesados mediante la correlación de Pearson, cuya fórmula es:

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Donde:

rx<sub>y</sub> = Coeficiente de correlación de Pearson

X<sub>i</sub> = Variable independiente

Y<sub>i</sub> = Variable dependiente

n = Tamaño de la muestra calculada

En la interpretación de los resultados se empleó la clasificación referencia por Paredes (2010); de 0,00 a 0,20 muy bajo, 0,21 a 0,40 bajo, 0,41 a 0,60 moderado, 0,61 a 0,80 alto y de 0,81 a 1,00 muy alto.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de fibra de alpacas Huacaya se muestran en los anexos cuyos parámetros estadísticos descriptivos se presentan en las tablas siguientes.

#### 4.1. Diámetro medio de fibra

##### 4.1.1. Efecto del factor categoría

En la tabla 1, se muestra los promedios del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya según el factor categoría

**Tabla 1. Efecto del factor categoría en el diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya**

Categoría	n	Promedio $\pm$ E.E	CV	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
<b>Diente de leche</b>	142	18,76 $\pm$ 0,17 <sup>d</sup>	11,10	14,40	23,60
<b>Dos dientes</b>	89	19,63 $\pm$ 0,29 <sup>c</sup>	13,77	15,70	28,60
<b>Cuatro dientes</b>	117	20,60 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>	11,04	16,20	30,10
<b>Boca llena</b>	66	21,45 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	10,57	16,90	28,10

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

El menor diámetro medio de fibra (DMF) fue de alpacas DL (18,76  $\pm$  0,17  $\mu\text{m}$ ) y se incrementa hasta la categoría de BLL (21,45  $\pm$  0,28  $\mu\text{m}$ ) con diferencia estadística significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Los resultados son similares al DMF de alpacas Huacaya blanco de las zonas alto andinas de Apurímac reportado por Vásquez (2015), siendo en alpacas dientes de leche de 17.8  $\pm$  0.2  $\mu\text{m}$ , dos dientes 19.7  $\pm$  0.3  $\mu\text{m}$ ; cuatro dientes 20.7  $\pm$  0.3  $\mu\text{m}$  y boca llena

$22.1 \pm 0.3 \mu\text{m}$ ; así como, a los reportes de Flores *et al.* (2014) en alpacas Huacaya del distrito de Corani siendo de  $19.86 \pm 2.31 \mu\text{m}$  a los dos años,  $21.02 \pm 2.62 \mu\text{m}$  a los tres años y  $21.88 \pm 2.70 \mu\text{m}$  a los cuatro años, concluyéndose que el DMF se incrementa conforme avanza la edad de las alpacas, debido probablemente al engrosamiento por el número de esquilas realizadas en la vida productiva de esta especie.

Sobre el particular, los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por McGregor (2006) Lupton *et al.* (2006) Huamaní y Gonzales (2004), Bustinza (2001) quienes afirman que los valores del diámetro medio de fibra en alpaca son menores al primer año de vida y se va incrementando considerablemente de acuerdo a su edad.

Las ligeras variaciones encontradas en el DMF por varios investigadores pueden ser debido al factor alimentación ya que juega un rol muy importante en la determinación del diámetro de fibra. Sobre el particular, Franco *et al.* (2009) menciona que niveles alimenticios bajos en energía y proteína disminuyen el diámetro de fibra, de igual manera disminuye su crecimiento en longitud y en volumen. Al respecto, Bryant *et al.* (1989) reporta que cuando existe abundancia de pastos naturales se presenta el engrosamiento de la fibra como resultado de una mejor alimentación.

#### 4.1.2. Efecto del factor sexo

En la tabla 2, se presentan los promedios del diámetro medio de fibra para el factor sexo de alpacas Huacaya.

**Tabla 2. Efecto del factor sexo en el diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya**

Color de fibra	n	Promedio $\pm$ E.E	CV	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
<b>Macho</b>	72	$19,64 \pm 0,32^a$	13,75	16,20	28,60
<b>Hembras</b>	342	$19,95 \pm 0,13^a$	12,36	14,40	30,10

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )



El diámetro medio de fibra en machos ( $19,64 \pm 0,32 \mu\text{m}$ ) fue similar a hembras ( $19,95 \pm 0,13 \mu\text{m}$ ) sin diferencia estadística ( $P > 0,05$ ) para el parámetro evaluado.

Los resultados obtenidos por el efecto sexo son semejantes a lo reportado por Ormachea (2013) quien menciona que el sexo en alpacas Huacaya no es factor influyente en el diámetro de fibra con valores superiores al presente estudio, citando en hembras  $20,69 \pm 2,69 \mu$  y machos de  $21,28 \pm 2,55 \mu$ ; así mismo, Pacco (2010), McGregor y Butler (2004), Wuliji *et al.* (2000) y Bustinza (1984) consideran que la variable sexo no influye en el diámetro de fibra.

Los valores del DMF fueron inferiores a los reportados por Paucar *et al.* (2019) considerando ( $22,95 \mu\text{m} \pm 0,47$  para las hembras y  $23,54 \mu\text{m} \pm 0,40$  para los machos y no fueron estadísticamente diferentes ( $p > 0,05$ ), lo que sugiere que el sexo no influye en esta característica. Este resultado es consistente con los resultados reportados en varios estudios anteriores (Lupton *et al.*, 2006; Ormachea *et al.*, 2015; Quispe, 2016; Roque y Ormachea, 2018) así como con Quispe *et al.* (2018) y Takashima *et al.* (2017), quienes no encontraron diferencias significativas relacionadas con el sexo en los valores.

## **4.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra**

### **4.2.1. Efecto del factor categoría**

En la tabla 3, se muestra el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya para el factor categoría de alpacas procedentes de Santa Lucía.

**Tabla 3. Efecto del factor categoría en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Huacaya.**

Categoría	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
<b>Diente de leche</b>	142	25,41 <sup>a</sup>	19,00	34,50
<b>Dos dientes</b>	89	25,07 <sup>ba</sup>	18,80	30,70
<b>Cuatro dientes</b>	117	24,62 <sup>b</sup>	18,30	30,90
<b>Boca llena</b>	66	23,75 <sup>c</sup>	19,60	30,20

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

El coeficiente de variabilidad de la fibra de alpacas Huacaya fue igual en 2D (23.91 %), 4D (23.05 %) y BLL (22.32 %) y menores a DL (26.28 %), con diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ).

Los resultados son similares a los reportados por Gil (2017) quien registra un coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de 24.85 % en alpacas Huacaya hembras del IIPC, los valores varían de acuerdo a la edad ( $P \leq 0.01$ ), los mayores valores de coeficiente de variación del diámetro medio de fibra fueron al año de edad (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 %), estos últimos similares entre ellos. Así mismo, con el objetivo de caracterizar la producción y calidad de fibra de alpaca Huacaya de la comunidad Originaria Chacaltaya Quispe (2020) muestreo alpacas de distintos colores siendo el coeficiente de variación del 27.44% superiores a los reportados en el presente estudio.

En alpacas criadas en los Estados Unidos se reportan valores en alpacas de un año de edad Huacaya por Lupton *et al.* (2006) de 25.00%; Manso (2011) en alpacas Huacaya diente de leche en Huancavelica cita valores de 26.03%.



Así mismo, los resultados son superiores a los citados por Castillo y Zacarias (2014) en alpacas Huacaya de dos dientes procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica (22,56%), así como a los reportados por Vásquez *et al.* (2015) en alpacas Huacaya 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; 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.

El coeficiente de variación de diámetro de fibra (CV) es una medida de heterogeneidad entre fibras dentro del vellón y se expresa en porcentajes, por lo tanto el CV en una mecha tiene dos fuentes de variación: la primera que se refiere a la variación de las fibras dentro de la mecha y constituye un 80% y la segunda referido a la variación a lo largo de la mecha que corresponde a un 20% tal como menciona Quispe (2010). Un vellón con un CV más bajo, tiene mayor uniformidad de diámetro de fibras individuales dentro de la mecha y el hilo que se produce con ella es más uniforme y resistente (McLennan y Lewer, 2005; Manso, 2011). Al reducir el CV en 5% resulta similar que si se redujera el DMF en  $1\mu\text{m}$  (McLennan y Lewer, 2005; Frank *et al.*, 2006; Ormachea, 2012).

Se concluye que el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra no resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil tal como refiere Lupton *et al.*, (2006), 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  $\mu\text{m}$  por cada 5% de disminución tal como refiere Quispe *et al.* (2010), Lupton *et al.* (2006). 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.

#### 4.2.2. Efecto del factor sexo

En la tabla 4, se presenta el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra para el factor sexo alpacas Huacaya

**Tabla 4. Efecto del sexo en el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Huacaya**

Sexo	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
<b>Macho</b>	72	25,25	19,60	34,50
<b>Hembra</b>	342	24,76	18,30	34,20

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

La desviación medio de fibra estándar del diámetro en machos (25,25 %) fue similar a hembras (24,76%) sin diferencia estadística ( $P > 0,05$ ).

La desviación medio de fibra estándar del diámetro según sexo fueron similares a los reportados por Paucar et al (2019) y no se vieron significativamente influenciados el sexo (18,69% en hembras y 19,57% en machos) lo que es similar a los hallazgos anteriores de Quispe (2016). Así como a los citados por Machaca et al. (2017) quienes reportaron un CV del DMF similar en machos 23,13% y hembras 22,30 %.

Sobre el particular Vásquez et al. (2015) en alpacas de zonas altoandinas de Apurímac reporta en machos 21,20% de CV y en hembras 21,30% sin diferencia estadística similares a los resultados del presente estudio; similar a lo reportado por McGregor y Butler (2004) y Quispe et al. (2009). Al respecto, se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil, reportando para el efecto sexo valores similares en machos 23,50% y hembras 23,40% por Lupton et al.,

(2006), pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado (McGregor, 2006). 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).

Se concluye que el factor sexo no es influyente en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra en alpacas Huacaya.

### 4.3. Factor de confort de la fibra de alpaca Huacaya

#### 4.3.1. Efecto del factor categoría en el factor de confort

En la tabla 5, se muestra el efecto del factor categoría en el factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya

**Tabla 5. Efecto del factor categoría en el factor de confort (%) de la fibra de alpacas Huacaya**

Categoría	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
<b>Diente de leche</b>	142	97,13 <sup>a</sup>	87,30	100,00
<b>Dos dientes</b>	89	95,72 <sup>b</sup>	71,40	99,60
<b>Cuatro dientes</b>	117	95,03 <sup>cb</sup>	58,50	99,60
<b>Boca llena</b>	66	93,80 <sup>c</sup>	69,30	99,30

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

El factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya fue disminuyendo desde DL (97,13%), BLL (93,80%), siendo similares entre 2D y 4D y 4D y BLL, con diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ).

Los resultados obtenidos considerando la categoría del animal fue mayor en animales diente de leche en comparación con alpacas boca llena, estos resultados indican



que la variable factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal, esta diferencia encontrada se atribuye a que el diámetro medio de fibra en alpacas se incrementa conforme avanza la edad, similares a los reportes de Ponzoni *et al.* (2006), McGregor (2006). Los valores encontrados son superiores a lo reportado por, Lupton *et al.* (2006) quien obtuvo al primer año de vida 82.7%, dos años 74.1%, y mayores de dos años 58.6% de confort.

Resultados inferiores al presente estudio fueron reportados por Fernández y Maquera (2013) en alpacas de la raza Suri del CIP La Raya, considerando que el mayor índice de confort se muestra al año de edad (93.91%) y esta disminuye hasta los cuatro años de edad (67.14%) ( $P \leq 0.05$ ) y luego se torna constante en alpacas de cinco años de edad ( $P > 0.05$ ) esto sugiere que mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente dicho comportamiento intervienen factores de carácter ambiental y de carácter genético (crecimiento y desarrollo del animal y las esquilas periódicas) en el transcurso de la vida del animal. Así también, son similares a los reportados por Flores *et al.* (2015) en alpacas Huacaya del distrito de Corani a alpacas de dos años (96.71%) tres (94.43%) y cuatro años (93.04%). Sobre el particular con el objetivo de caracterizar la producción y calidad de fibra de alpaca Huacaya de la comunidad Originaria Chacaltaya Quispe (2020) muestreo alpacas de distintos colores siendo el factor confort de 86.87%.

En general McGregor (2004) reporta un valor de 55.58%, Quispe *et al.* (2007) en estudios realizados en Huancavelica reporta valores del índice de confort 93.66%, así como Ponzoni *et al.* (2006) 75.49%, valores inferiores al presente estudio y en alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac, Vásquez *et al.* (2015) reporta valores de 98.7 % en alpacas diente de leche, resultados inferiores de factor de confort (90,45%) fueron citados por Castillo y Zacarias (2014) en alpacas Huacaya de dos dientes procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica.

Las diferencias reportadas de los estudios se deben probablemente a los diferentes valores del diámetro medio de fibra que guarda relación con el factor de confort tal como mencionan Quispe *et al.* (2007), McGregor (2004), MacGregor (2008), Lupton *et al.* (2006), Ponzoni *et al.* (2006), Ormachea (2015), quienes indican que a menor diámetro de fibra el valor del factor de confort será mayor. Así mismo el factor de picazon implica que si los extremos de las fibras que sobresalen de la superficie de los hilos fueran delgados, estas serían más flexibles y menos probable que provoquen picazón en la piel.

Por lo que se concluye que para que las prendas hechas de fibra de alpaca no muestren picazón se requieren que el factor de confort sea superior al 95%, así Sacchero (2008), Mc Coll (2004) y Mueller (2007) mencionan que el factor de confort es un indicador de la proporción de fibras menores a 30  $\mu$ , la precisión en términos relativos declinan cuando el número de fibras mayores de 30  $\mu$  se acerca a 0 %, y si las fibras son menores a 30  $\mu$  se acerca a 100%.

#### 4.3.2. Efecto del factor sexo en el factor de confort

La Tabla 6, muestra el efecto del factor sexo en el factor de confort de fibra de alpaca Huacaya

**Tabla 6. Efecto del factor sexo en el factor de confort (%) de la fibra de alpacas Huacaya**

Sexo	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
<b>Macho</b>	72	95,68 <sup>a</sup>	71,40	99,40
<b>Hembra</b>	342	95,71 <sup>b</sup>	58,50	100,00

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

El factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya fue igual en fibra de machos (95,68 %) respecto a hembras (95,71 %), sin diferencia estadística ( $P > 0.05$ ).



Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Ormachea (2013) quien reporta en machos 94.99% y hembras 96.19%, y superiores a lo reportado por Lupton *et al.*, (2006) quien obtuvo en alpacas hembras un factor de confort de 73.00 % con un diámetro de fibra de 26.7  $\mu$  y en machos un factor de confort de 70.60 % con un diámetro de fibra 27.1  $\mu$ , estos menores resultados respecto al factor de confort se debe a que los diámetros de fibra son mayores respecto al presente estudio; McGregor (2004) reporta un valor de 55.58%, Quispe *et al* (2007) en estudios realizados en Huancavelica reporta valores del índice de confort 93.66%, así como Ponzoni *et al.* (2006) 75.49%, Lupton (2006) 66.39% valores inferiores al presente estudio.

Sobre el particular Flores (2015) en alpacas Huacaya procedentes de comunidades del distrito de Corani no encuentra efecto del sexo en el factor de confort siendo en machos de 94,78% y en hembras de 94,47%; así mismo en investigaciones mencionan que las hembras producen vellones con menor proporción de fibras meduladas y por tanto mayor índice de confort y menor diámetro promedio de fibras que los machos tal como refieren Lupton *et al.* (2006); Quispe *et al.* (2008) y Montes *et al.* (2008). Es posible que estas diferencias en finura se deban a que simplemente las hembras en su ciclo productivo-reproductivo deben enfrentar mayores demandas nutricionales que los machos.

#### **4.4. Índice de curvatura**

##### **4.4.1. Efecto del factor categoría en el índice de curvatura**

En la tabla 7, se muestra el índice de curvatura de fibra de alpacas Huacaya para el factor categoría.

**Tabla 7. Efecto del factor categoría en el índice de curvatura (°/mm) de la fibra de alpacas Huacaya.**

Categoría	n	Promedio± E.E	CV	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
<b>Diente de leche</b>	142	47,54 ± 0,78 <sup>b</sup>	19,67	14,80	68,30
<b>Dos dientes</b>	89	50,41 ± 0,95 <sup>a</sup>	17,75	19,30	67,90
<b>Cuatro dientes</b>	117	52,72 ± 0,79 <sup>a</sup>	16,23	33,40	80,30
<b>Boca llena</b>	66	50,27 ± 0,95 <sup>a</sup>	15,36	34,40	71,50

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

El índice de curvatura de la fibra de alpacas Huacaya fue menor en alpacas D1 ( $47,54 \pm 0,78$  °/mm) respecto a las demás categorías ( $P \leq 0,05$ ), siendo esta una curvatura baja; y fueron similares entre 2D, 4D sin diferencia estadística ( $P > 0,05$ ), siendo curvaturas medias y altas.

Los resultados fueron superiores a los reportados por Manso (2011) en alpacas Huacaya procedentes de Huancavelica quien cifra valores de 37.25 °/mm en alpacas diente de leche, en alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac, Vásquez *et al.* (2015) reporta valores de  $35.8 \pm 0.5$  °/mm en alpacas diente de leche, en las comunidades andinas de Alto Perú y Ancomarca del distrito de Palca, Tacna reportados por Galindo *et al.* (2016) el índice de curvatura en alpacas Huacaya al año de edad fue de  $41,607 \pm 9,43$  °/mm; en cambio, Marín (2007), encuentra valores de 47.14 grad/mm en alpacas de un año de edad.

Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra (Fish *et al.*, 1999). 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). En Perú



También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 en machos y 54.01 en hembras (Siguayro y Aliaga, 2010). En alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac, Vásquez et al. (2015) reporta 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, valores inferiores al presente estudio.

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 - 50grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006); el índice de curvatura de la fibra es una característica textil adicional que se utiliza para describir la propiedad espacial de una masa de fibras (Fish et al., 1999)

Este parámetro, ha sido estudiado muy poco en el Perú, pero se ha estudiado más en Australia, Nueva Zelanda y EEUU. Liu *et al.* (2004) 28.0 °/mm; Wang *et al.* (2004) 32.00 °/mm; Lupton *et al.* (2006) 32.20 °/mm y McGregor (2006) 27.8 °/mm, respectivamente, los valores encontrados en estos países son inferiores al presente trabajo de investigación. Contrariamente los resultados obtenidos fueron superiores a lo reportado por Quispe (2010) quien encuentra valores de 38.8 grad/mm.

En cambio, Marín (2007), encuentra valores de 47.14 grad/mm en alpacas de un año de edad. La diferencia obtenida probablemente se debe al tamaño de muestra utilizado y a la categoría del animal. Al respecto, Mamani (2010); Fish *et al.* (1999); Mike (2006), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy importante 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 grad/mm se describe como curvatura baja, si 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).

Contrariamente en alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac, Vásquez et al. (2015) reporta 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, valores similares al presente estudio. 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.

#### 4.4.2. Efecto del factor sexo

En la tabla 8, se presenta el índice de curvatura para el factor sexo de alpacas Huacaya

**Tabla 8. Efecto del factor sexo en el índice de curvatura (°/mm) de alpacas Huacaya**

Sexo	n	Promedio± E.E	CV	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
<b>Macho</b>	72	$49,05 \pm 1,15$	19,93	16,20	66,80
<b>Hembra</b>	342	$50,27 \pm 0,48$	17,58	14,80	80,30

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

El índice de curvatura de la fibra de alpacas Huacaya fue igual en fibra de alpacas machos ( $49,05 \pm 1,15$  °/mm) respecto a hembras ( $50,27 \pm 0,48$  °/mm) sin diferencia estadística ( $P > 0,05$ ).

Para efecto del factor sexo Flores (2015) en muestras de fibra de alpacas Huacaya procedentes de comunidades del distrito de Corani no encuentra efecto del sexo en esta variable, siendo similares tanto en hembras ( $41,39 \pm 6,70$  °/mm) como en machos de ( $41,82 \pm 6,67$  °/mm).



En el efecto del sexo sobre el número de rizos por centímetro de fibra, no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre el número de rizos de machos y hembras, tanto en llamas como alpacas. Estos resultados, al asociarlos con los resultados de diámetro de fibra, se puede observar que sólo en alpacas guardarían la relación a mayor número de rizos una mayor finura, ocurriendo lo contrario en llamas tal como menciona Huanca (2004).

Asimismo, al evaluar el número de rizos en alpacas Huacaya de un año, encontró mayor número de rizos para machos (3.20 rizos/cm) en comparación a las hembras (2.92 rizos/cm) citados por Marín (2007).

En un estudio se realizó en alpacas de la comunidad campesina de Santo Domingo de Cachi, en el distrito de Yanacancha, provincia de Chupaca y departamento de Junín-Perú, en relación al sexo se encontró  $30.70 \pm 0.85^\circ/\text{mm}$  y  $31.26 \pm 0.92^\circ/\text{mm}$  para machos y hembras, respectivamente (Quispe y Quispe 2016).

El índice de curvatura fue menor que en alpacas Huacaya hembras del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos ( $38.79 \pm 7.35^\circ/\text{mm}$ ) reportado por Gil (2017). Así mismo Lupton et al (2006) reporta valores similares en machos de  $33,9^\circ/\text{mm}$  y hembras  $33,5^\circ/\text{mm}$ , sin diferencia estadística.

Al respecto, Mamani (2010); Fish *et al.* (1999); Mike (2006), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy importante en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro.

#### 4.5. Finura al hilado de la fibra de alpaca Huacaya

##### 4.5.1. Efecto del factor categoría en la finura al hilado

En la tabla 9, se muestra la finura al hilado de fibra de alpacas Huacaya para el factor categoría

**Tabla 9. Efecto del factor categoría en finura al hilado de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya**

Categoría	n	Promedio $\pm$ E.E	CV	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
<b>Diente de leche</b>	142	19,03 $\pm$ 0,18 <sup>d</sup>	11,46	14,51	25,65
<b>Dos dientes</b>	89	19,84 $\pm$ 0,28 <sup>c</sup>	13,46	15,76	27,91
<b>Cuatro dientes</b>	117	20,74 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>	11,13	15,85	29,71
<b>Boca llena</b>	66	21,42 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	11,00	16,68	27,45

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

La menor finura al hilado fue en alpacas DL ( $19,03 \pm 0,18 \mu\text{m}$ ) y se incrementa hasta la categoría de BLL ( $21,42 \pm 0,29 \mu\text{m}$ ) con diferencia estadística significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Los valores de la finura al hilado son ligeramente superiores a alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac por grupos etarios reportados por Vásquez *et al.* (2015) 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; incrementándose conforma avanza la edad similar comportamiento al presente estudio. La finura al hilado estaría relacionada directamente con el diámetro medio de fibra por lo tanto también se incrementa conforme avanza la edad.

Roque y Ormachea (2017) determinaron que la finura al hilado se afectó significativamente con la edad ( $p < 0,05$ ), siendo en alpacas de dos años de  $21,7 \pm 2,1 \mu\text{m}$ ,

cuatro años  $23,8 \pm 2,1 \mu\text{m}$  y seis años de  $25,4 \pm 2,2 \mu\text{m}$ , Quispe (2010) encontró en alpacas Huacaya de color blanco una finura al hilado de  $20,9 \mu\text{m}$ , observando que los animales jóvenes tienen menores valores que animales adultos, siendo los animales menores de 18 meses los que exhiben una mejor finura al hilado. El mayor valor encontrado en el presente estudio pudo deberse al diámetro de fibra y al coeficiente de variación (Ormachea, 2012).

Diversos reportes indican, por otro lado, que la finura al hilado, al igual que otras características físicas de la fibra, se incrementan con la edad (Bustinza, 2001; Lupton et al., 2006; McGregor, 2006; Quispe et al., 2007; Valdivia, 2009) y podría estar influida por factores nutricionales (Bustinza, 2001).

#### 4.5.2. Efecto del factor sexo

En la tabla 10, se presenta la finura al hilado de fibra para el factor sexo de alpacas Huacaya.

**Tabla 10. Efecto del factor sexo en la finura al hilado de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Huacaya**

Color de fibra	n	Promedio $\pm$ E.E	CV	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
<b>Macho</b>	72	$19,88 \pm 0,31^a$	13,22	16,14	27,91
<b>Hembras</b>	342	$20,11 \pm 0,13^a$	12,39	14,51	29,71

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ )

La finura al hilado en machos ( $19,88 \pm 0,31 \mu\text{m}$ ) fue similar a hembras ( $20,11 \pm 0,13 \mu\text{m}$ ) sin diferencia estadística ( $P > 0,05$ ).



Los resultados son similares a los reportados por Vásquez et al (2015) mencionando un valor en machos de 19,10  $\mu\text{m}$  y 19.6  $\mu\text{m}$  en hembras y se aproxima también al valor de 20.9  $\mu\text{m}$  obtenido en alpacas Huacaya por Quispe (2010).

Roque y Ormachea (2017) determinaron que la finura al hilado no se afectó con la edad ( $p>0.05$ ), siendo en alpacas hembras de  $23,9 \pm 2,6 \mu\text{m}$  y machos de  $23,4 \pm 2,6 \mu\text{m}$ .

La finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo (Manso, 2011).

#### 4.6. Correlaciones fenotípicas

En la tabla 11, se muestra las correlaciones entre las características tecnológicas de la fibra de alpacas Huacaya.

**Tabla 11. Correlaciones fenotípicas de las características tecnológicas de la fibra de alpacas Huacaya**

<b>VARIABLES</b>	<b>Coeficiente de variación</b>	<b>Factor de confort</b>	<b>Índice de curvatura</b>	<b>Finura al hilado</b>
<b>Diámetro de Fibra</b>	-0.12478 0.0110	-0.85440 <.0001	-0.49304 <.0001	0.97895 <.0001
<b>Coeficiente de variación</b>		-0.05597 0.2559	-0.13174 0.0073	0.07844 0.1110
<b>Factor de confort</b>			0.44638 <.0001	-0.86673 <.0001
<b>Índice de curvatura</b>				-0.52363 <.0001



La correlación entre el diámetro medio de fibra y el coeficiente de variación fue negativa muy bajo ( $r = -0.12478$ ), diámetro medio de fibra y factor de confort fue negativa muy alto ( $r = -0.85440$ ), entre diámetro medio de fibra e índice de curvatura fue negativa moderada ( $r = -0.49304$ ), coeficiente de variación y factor de confort fue negativa muy bajo ( $r = -0.05597$ ), coeficiente de variación e índice de curvatura fue negativa muy bajo ( $r = -0.13174$ ), coeficiente de variación y finura al hilado fue positiva muy bajo ( $r = 0.07844$ ) y factor de confort e índice de curvatura fue positiva moderado ( $r = 0.44638$ ), factor de confort y finura al hilado fue negativa muy alto ( $r = -0.86673$ ) e índice de curvatura y finura al hilado fue negativa moderado ( $r = -0.52363$ )

Los resultados para la correlación genética entre el diámetro de fibra y el coeficiente de variación son similares a los reportados por Aguilar et al (2019) quien reporta una correlación negativa y baja ( $-0.06$ ) difiriendo del valor negativo y alto ( $-0.83$ ) reportado por Cruz (2011) y del valor positivo y medio ( $0.32$ ) encontrado por Renieri et al. (2009). Por otro lado, los resultados fueron similares a los reportados por otros autores Gutiérrez (2013):  $-0.06$ ; Gutiérrez et al. (2009):  $0.03$ ; Cervantes et al. (2010):  $0.14$ ; la gran variabilidad de las correlaciones genéticas entre diámetro de fibra y coeficiente de variación indica que se pueden trabajar como caracteres separados, ya que la selección para uno de ellos no influiría en la selección para el otro carácter.

Los resultados son similares respecto a 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. Así como, a la correlación genética reportada por Aguilar et al (2019) entre el diámetro de fibra y el factor de confort resultó negativa y muy alta ( $-0.93$ ), similar a otros resultados Cervantes et al. (2010):  $-0.97$ ; Gutiérrez et al. (2009) y Gutiérrez (2013):  $-0.97$ ,  $-0.78$ , lo cual implica que si en programa de selección



se intenta disminuir el diámetro de fibra, el factor de confort aumentaría, lo que supone un cambio en el sentido favorable del carácter. Estos resultados indicarían que la asociación entre el factor confort y el diámetro promedio de fibra es de sentido opuesto y de alta magnitud; por este motivo, una disminución del diámetro de fibra traerá como consecuencia un aumento del porcentaje de factor confort en la fibra

La correlación genética entre la desviación estándar y el coeficiente de variación fue similar a los reportados por Aguilar et al (2019) y esta resultó positiva y alta (0.68), similar al 0.74 reportado por Cervantes et al. (2010) y 0.75 y 0.61 reportados por Gutiérrez et al. (2009) y Gutiérrez (2013), respectivamente, aunque difiere de la correlación negativa (-0.24) reportada por Cruz (2011). En este caso, se puede concluir que a medida que se intente disminuir la desviación estándar durante el proceso de selección genética, el coeficiente de variación también disminuiría.

La correlación genética entre la desviación estándar y el factor de confort fue similar a los reportados por Aguilar et al (2019) que resultó 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. La 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. Estos resultados evidencian que la asociación entre el factor confort y la desviación estándar fue de 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.

Con respecto 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

Los resultados son similares a 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 según sexo de  $r = -0.96$  y  $r = -0.90$ , siendo estas negativas muy altas en machos y hembras, respectivamente.



## V. CONCLUSIONES

- El factor categoría (edad) es influyente en las características tecnológicas de fibra de alpacas Huacaya, el factor sexo no influye en las características tecnológicas de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de comunidades del Distrito de Santa Lucia
- La correlación entre DMF y CV fue negativa muy bajo ( $r = -0.12478$ ), DMF y FC fue negativa muy alto ( $r = -0.85440$ ), DMF e IC fue negativa moderada ( $r = -0.49304$ ), CV y FC fue negativa muy bajo ( $r = -0.05597$ ), CV e IC fue negativa muy bajo ( $r = -0.13174$ ), CV y FH fue positiva muy bajo ( $r = 0.07844$ ), FC e IC fue positiva moderado ( $r = 0.44638$ ), FC y FH fue negativa muy alto ( $r = -0.86673$ ) e IC y FH fue negativa moderado ( $r = -0.52363$ )



## VI. RECOMENDACIONES

- Sensibilizar a la población sobre la crianza, manejo de la alpaca; para que los conciudadanos tengan una mejor calidad de vida, ya que la fibra de la alpaca es la más fina y cotizada del mundo.
- Realizar trabajos de investigación en alpacas Suri de color y sus distintas tonalidades procedentes de diferentes zonas ecológicas del Perú para ayudar al poblador alto andino en su día a día en la crianza de alpacas.
- Utilizar el diámetro de fibra como criterio de selección en un Plan de Mejoramiento Genético para alpacas.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allain, D; Roguet, JM. (2006). Genetic and non-genetic variability of OFDA medullated fibre contents and other fleece traits in the French Angora goats. *Small Ruminant Research* 65:217-222.
- Antonini, M., & Vinella, S. (1997). Fine fibre production from Argentina Camelids a development perspective. *European Fine Fibre Network*, 6, 31–41
- Apomayta, Z. y G. Gutiérrez. 1998. Evaluación de características tecnológicas y productivas de la fibra en alpacas Huacaya esquiladas a los 12 y 17 meses de edad. *Anales Científicos. UNA*, 36: 35-42.
- Aylan-Parker, J. and McGregor, B.A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research* 44, 53–64.
- Bustanza, A. (2001). *La Alpaca* (Primera ed). Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia UNA-Puno
- Butler KL, Dolling M. (1995). Spinning fineness of wool. *J Text I* 85: 164-166. doi: 10.1080/00405009508631319
- Cecchi, T., Valbonesi, A., Passamonti, P., Frank, E., & Renieri, C. (2007). Quantitative variation of melanins in llama (*Lama pacos*). *Small Ruminant Research*, 71, 52–58.
- CENAGRO. (2013). *IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO*
- CENAGRO. (2012). Censo Nacional Agropecuario Boletín 02, MINAGRI.
- Cervantes I, Pérez-Cabal M, Morante R, Burgos A, Salgado C, Nieto B, Goyache F. (2010). Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. *Small Ruminant Res* 88: 6-11. doi: 10.1016/j.smallrumres.- 2009.10.016



- Cottle, D. (2010). Wool preparation and metabolism. *International Sheep and Wool Handbook*
- Crispín, M. (2009). Análisis comparativo de la productividad y distribución de fibra de alpaca entre Huancavelica y Puno. *Revista Investigación UNMSM*, No. 11, pp.33-64.
- Crossley, JC; Borronia, CG; Raggi, AS. (2014). Correlation between mean fibre diameter and total follicle density in alpacas of differing age and colour in the Parinacota province of the Chilean high plain. *Journal of Applied Animal Research* 42(1): 27-31.
- Cruz L. (2011). Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (*Vicugna pacos*), Perú 2011. Tesis (Interuniversitaria) de Maestría. Lima, Perú: Univ. Autónoma de Barcelona. 53 p.
- Falconer, DS; Mackay, TFC. (1996). Introduction to quantitative genetics. Fourth Edition. Prentice Hall
- Ferguson, MB; McGregor, BA; Behrendt, R. (2012). Relationships between skin follicle characteristics and fibre properties of Suri and Huacaya alpacas and Peppin Merino sheep. *Animal Production Science* 52: 442-447.
- Fernández, E; Maquera, Z.( 2012). Diámetro de fibra e índice de picazón y confort en alpacas hembras de raza suri en puna húmeda. *Revista ALLPAK´A del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos* 16: 59-67
- Flores, W. (2015). Perfil de fibra, factor de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del distrito de Corani, Carabaya. Tesis Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno.
- Franco, F., San Martín, F., Ara, M., Olazabal, J., & Carcelen, F. (2009). Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. *20(2)*, 187–195.



- Frank, EN., Hick, M. V. H., Lamas, H. E., Gauna, C. D., & Molina, M. G. (2006). Effects of age-class, shearing interval, fleece and colour types on fibre quality and production in Argentine Llamas. *Small Ruminant Research*, 113–118.
- Frank, EN. (2011). Producción de fibra en camélidos sudamericanos. Avances en su procesamiento y mejoramiento genético. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 19: 16-19
- Frank, EN; Hick, MVH; Gauna, C; Lamas, H; Reniere, C; Antonini, M. (2006). Phenotypic and genetic description of fiber traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research* 61: 113-129
- Frank, EN; Hick, MVH; Molina, M; Prieto, A; Castillo, M. (2008). Correlaciones genéticas, fenotípicas y heredabilidades de los componentes del diámetro de la fibra en llamas. Conferencia presentada en el XXXI Congreso Argentino de Producción Animal. San Luis, Argentina
- Frank, EN; Hick, MVH; Molina, MG; Caruso, LM. (2011). Genetic parameters for fleece weight and fibre attributes in Argentinean Llamas reared outside the Altiplano. *Small Ruminant Research* 99: 54-60.
- Gerken, M. (2010). Relationships between integumental characteristics and thermoregulation in South American camelids. *Animal* 4(9): 1451-1459.
- Gutiérrez JP. (2013). Fibre genetics on alpaca. 64th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Symposium on South American Camelids and other Fibre Animals. Nantes, France.
- Gutiérrez, J. P., Goyache, F., Burgos, A., & Cervantes, I. (2009). *Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas*. 123, 193–197. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.006>.



- Hack, W; McGregor, B; Ponzoni, R; Judson, G; Carmicheal, I; Hubbard, D. (1999). Australian alpaca fibre: improving productivity and marketing. Rural Industries Research and Development Corporation Research Paper Series No. 99/140
- Holt, C. (2006). *A survey of the relationships of crimp frequency , micron , character & fibre curvature. January*
- Holt, C. (2007). Fibre testing for alpaca breeders. Disponible en: [http://www.alpacaconsultingusa.com/library/alpaca\\_fibre\\_testing\\_2007\\_july\\_new\\_S\\_2007.pdf](http://www.alpacaconsultingusa.com/library/alpaca_fibre_testing_2007_july_new_S_2007.pdf)
- Huanca, W. (2013). Los desafíos en el manejo reproductivo de los camélidos sudamericanos. ALPA, Vol.21, No.4, pp.233-236.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima. Perú. 62 p.
- Lupton, C. J., Mccoll, A., & Stobart, R. H. (2005). *Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca*. 211–224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/>
- Manso, C. (2011). Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica: validación de los métodos de muestreo y valoración. Tesis de Ing. Agro. UPNA, Navarra, España. 121p.
- Mayhua, P., Paitan, M. y Garcia, R. (2014). Efecto de la calidad de la fibra de alpaca Huacaya sobre el rendimiento de tops e hilos en la Región de Huancavelica. Perú.
- McGregor BA, Butler KL, Ferguson MB. (2013). The relationship of the incidence of medullated fibres to the 708 Rev Inv Vet Perú 2019; 30(2): 699-708 R. Pinares et al. dimensional properties of Mohair over the lifetime of Angora goats. Small Ruminant Res 115: 40-50. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.08.010



- McGregor, B. (2002). Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and Peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Ruminant Res*, 219–232. <https://doi.org/10.1016>
- McGregor, B. (2012). Physical, chemical, and tensile properties of cashmere, mohair, alpaca, and other rare animal Fibers. *Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres*, 105- 136. Recuperada de <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101272-7.00004-3>
- Mcgregor, B. A. A., & Butler, K. L. B. (2004). *Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection*. 433–442.
- McLennan, N., & Lewer, R. (2005). *Wool production Coefficient of Variation of Fibre Diameter (CVFD)*. <http://www2.dpi.gld.gov.au/sheep/10003.html>
- Montes, M; Quicaño I; Quispe R; Quispe EC; Alfonso, L. (2008). Quality characteristics of Huacaya Alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(1): 33-38.
- Morante, R., Goyache, F., Burgos, A., Cervantes, I., Pérez-Cabal, M., & Gutiérrez, J. (2009). Genetic Improvement for alpaca fibre production in the Peruvian altiplano: The Pacamarca experience. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 37–43.
- Naylor GRS and Hansford KA (1999). Fibre end diameter properties in processed top relative to the staple for wool grown in a Mediterranean climate and shorn different seasons. *Wool Technology and Sheep Breeding* 47, 107–117.
- Oria, I., Quicaño, I., Quispe, E., & Alfonso, L. (2009). Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú. *Animal Genetic*



*Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 45, 79-84.

Ormachea, V., Calsin, B., Olarte, U., & Quiñones, G. (2013). *Diámetro de fibra, factor de confort y índice de curvatura en alpacas huacaya de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani – Carabaya*

Ponzoni, R., Hubbard, D., Kenyon, R., Tuckwell, C., McGregor, B., Howse, A., Carmichael, I., & Judson, G. (1997). Phenotypes resulting from Huacaya, Suri by Huacaya and Suri by Suri alpaca crossing. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.*, 12, 136-139

Ponzoni, RW; Hubbard, DJ; Kenyon, RV; Tuckwell, CD; McGregor, BA; Howse, A; Carmichael, I; Judson, GJ. (1999). The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. *Proceedings of the Association Advancement of Animal Breeding and Genetics* 13: 468-471.

Porto H. (2016), *Estudio del Mapeo de la Calidad de Fibra de Alpaca en la región 1840 Puno*. Servicio de consultoría para el Gobierno regional de Puno.

Quispe Peña, E. (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 Symposium on Fiber South American Camelids*.

Quispe, EC. (2010). Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos L.*) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis de Ph.D. Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima, Perú. 144 p.

Quispe, EC; Alfonso, L. (2007). Metodologías para estimar los valores de cría (VCE): Aplicaciones para el Mejoramiento Genético de Alpacas. Primera Edición. Huancavelica: Ediciones UNH, Perú, 296 p.



- Quispe, EC; Alfonso, L; Flores, A; Guillén, H; Ramos, Y. (2009). Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica-Perú. *Archivos de Zootecnia* 58(224): 705-716.
- Raggi, L. (2016). Enfoque de la industria pecuaria para la adición de controles de calidad y obtención de fibras de alta calidad junto a procesos textiles para mercados internacionales. Universidad de Chile en: <http://agendainnovacionarequipa.com/wp-content/uploads/2016>
- Renieri, C., Antonini, M., & Frank, E. (2004). Fiber Recording Systems in Camelids. *ICAR Technical Series*, 11, 131–144.
- Roque L. A., Ormachea E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno , Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(4), 1325–1334. <https://doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>
- Sacchero, DM. (2008). Utilización de medidas objetivas en fibras textiles para determinar calidad. En EC. Quispe (Ed.), *Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos* (pp. 37-58). Huancavelica: Edición Gráfica Industrial E.I.R.L. Huancayo - Perú.
- Vásquez, RA; Gómez, OE; Quispe, EC. (2015). Características Tecnológicas de la Fibra Blanca de Alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 26(2): 213-222.
- Wang, HM; Xin, L; Wang, X. (2005). Internal structure and pigment granules in coloured alpaca fibers. *Fibers and Polymers* 6: 263-268.
- Wang, X., Wang, L., & Liu, X. (2003). *The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres*.



- Wuliji, T., Davis, G. H., Dodds, K. G., Turner, P. R., Andrews, R. N., & Bruce, G. D. (2000). *Production performance , repeatability and heritability estimates for live weight , fleece weight and ® ber characteristics of alpacas in New Zealand*. 37.
- Wurzinger, M; Delgado, J; Nürnberg, M; Valle Zárate, A; Stemmer, A; Ugarte, G; Sölkner, J. (2006). Genetic and non-genetic factors influencing fibre quality of Bolivian llamas. *Small Ruminant Research* 61: 131-139.



# ANEXOS



### Anexo A: Diámetro medio de fibra de alpacas por categoría y sexo

<b>Categoría</b>	<b>DL</b>		<b>2D</b>		<b>4D</b>		<b>BLL</b>	
<b>Numero</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
1	17,50	15,80	17,30	21,70	19,50	21,00	27,40	21,10
2	18,00	18,50	16,80	17,30	19,70	19,70	22,20	28,10
3	16,50	20,80	28,60	17,20	19,00	23,00	22,40	18,60
4	17,30	22,30	17,30	18,80	19,60	22,50	22,90	18,40
5	16,20	22,60	16,80	18,40	23,00	18,70	22,90	17,80
6	18,60	17,50	28,60	26,50	19,40	30,10	18,70	18,20
7	18,60	23,40	17,40	20,30	16,20	17,10	21,30	24,00
8	19,00	18,50	17,50	24,70	19,40	20,80	21,80	17,30
9	19,10	17,00	17,80	22,00	19,60	16,20	21,90	18,10
10	19,20	18,00	18,60	19,30	19,90	18,20	23,90	18,70
11	19,20	18,60	19,10	21,70		20,30		18,80
12	19,70	20,90	19,40	17,30		20,30		18,80
13	19,80	18,50	22,30	17,20		20,50		19,40
14	20,60	15,00	26,40	18,80		20,50		19,50
15	19,80	15,50	19,30	18,40		22,10		20,20
16	22,30	15,60	18,70	26,50		22,30		20,30
17	16,20	16,20	18,80	20,30		23,00		20,50
18	17,20	16,60	20,40	24,70		23,90		20,70
19	17,40	16,60	17,20	22,00		17,70		20,70
20	17,50	16,70	18,10	19,30		20,00		21,10
21	17,80	16,80	19,30	16,90		20,00		21,20
22	18,00	17,10	19,90	21,00		20,30		21,50
23	19,10	17,30	19,90	15,70		21,50		21,70
24	18,70	17,30	21,30	16,20		21,50		21,80
25		17,40	17,10	21,40		21,70		22,50
26		17,60	17,20	17,10		21,80		22,90
27		17,90	17,80	17,80		22,30		23,00
28		18,40	21,20	23,40		22,40		23,20
29		18,90		20,30		22,80		23,30
30		19,00		20,70		22,90		23,30
31		16,70		21,30		23,40		23,30
32		17,30		21,80		24,00		23,50
33		18,60		23,50		24,00		24,90
34		19,10		16,60		24,30		25,60
35		20,20		16,90		25,70		16,90
36		20,50		17,00		16,80		16,90
37		21,90		17,20		16,90		19,40
38		22,00		17,20		17,30		19,70
39		22,10		17,30		17,50		20,00
40		22,40		17,60		17,60		20,30
41		22,60		17,70		17,70		20,90



42		22,70		18,00		17,70		21,10
43		22,70		18,10		18,00		21,20
44		22,70		18,20		18,10		21,80
45		14,40		18,30		18,20		21,90
46		15,30		18,40		18,30		22,00
47		15,30		18,70		18,40		22,00
48		15,70		18,70		18,40		22,00
49		15,70		18,90		18,50		22,20
50		16,10		19,00		18,60		22,20
51		16,20		19,20		18,70		22,60
52		16,30		19,30		18,70		22,60
53		16,60		19,60		18,80		22,60
54		16,70		20,00		18,90		22,70
55		17,00		20,10		18,90		23,50
56		17,10		20,40		18,90		24,10
57		17,10		20,60		18,90		
58		17,20		20,70		19,10		
59		17,20		21,00		19,10		
60		17,30		21,00		19,20		
61		17,30		22,10		19,30		
62		17,30				19,40		
63		17,40				19,40		
64		17,40				19,50		
65		17,40				19,60		
66		17,50				19,60		
67		17,70				19,80		
68		17,70				20,00		
69		17,70				20,00		
70		17,90				20,00		
71		18,00				20,10		
72		18,10				20,10		
73		18,20				20,20		
74		18,20				20,40		
75		18,30				20,40		
76		18,40				20,50		
77		18,50				20,50		
78		18,60				20,50		
79		18,70				20,60		
80		18,70				20,60		
81		19,10				20,80		
82		19,20				20,80		
83		19,30				20,90		
84		19,40				21,00		
85		19,50				21,10		
86		19,50				21,10		



87		19,60				21,20		
88		20,20				21,30		
89		20,40				21,30		
90		20,50				21,30		
91		20,70				21,50		
92		22,20				21,60		
93		23,30				21,60		
94		21,40				21,60		
95		19,80				21,60		
96		21,40				21,70		
97		23,00				21,70		
98		21,10				21,90		
99		22,30				22,10		
100		18,50				22,20		
101		16,60				22,50		
102		19,40				23,60		
103		21,10				24,00		
104		18,80				24,80		
105		17,70				25,20		
106		19,00				25,50		
107		19,10				27,10		
108		19,60						
109		19,60						
110		19,70						
111		20,10						
112		21,90						
113		22,40						
114		23,00						
115		23,60						
116		18,00						
117		18,20						
118		18,40						
<b>Promedio</b>		<b>18,82</b>	<b>19,65</b>	<b>19,63</b>	<b>19,53</b>	<b>20,70</b>	<b>22,54</b>	<b>21,26</b>
<b>DS</b>		<b>2,19</b>	<b>3,26</b>	<b>2,44</b>	<b>1,62</b>	<b>2,31</b>	<b>2,19</b>	<b>2,25</b>
<b>CV</b>		<b>11,64</b>	<b>16,59</b>	<b>12,42</b>	<b>8,30</b>	<b>11,14</b>	<b>9,71</b>	<b>10,56</b>
<b>EE</b>		<b>0,20</b>	<b>0,62</b>	<b>0,31</b>	<b>0,51</b>	<b>0,22</b>	<b>0,69</b>	<b>0,30</b>
<b>MAX</b>		<b>23,60</b>	<b>28,60</b>	<b>26,50</b>	<b>23,00</b>	<b>30,10</b>	<b>27,40</b>	<b>28,10</b>
<b>MIN</b>		<b>14,40</b>	<b>16,80</b>	<b>15,70</b>	<b>16,20</b>	<b>16,20</b>	<b>18,70</b>	<b>16,90</b>



### Anexo A: Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra de alpacas por categoría y sexo

Categoría	DL		2D		4D		BLL	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	25,00	23,40	28,00	22,20	21,20	23,80	24,20	30,20
2	26,10	27,70	25,20	22,10	19,60	21,90	27,20	20,60
3	30,70	23,00	21,30	27,30	25,90	18,60	28,60	22,60
4	27,00	26,10	28,00	24,90	22,60	26,40	27,30	22,20
5	24,90	24,70	25,20	26,00	22,20	23,70	22,80	23,60
6	22,40	27,80	21,30	26,20	28,80	22,60	23,30	23,80
7	28,40	27,10	29,60	25,80	29,20	25,00	21,70	25,60
8	26,60	23,90	24,60	26,10	27,00	27,50	26,90	23,00
9	20,80	21,60	20,20	25,90	25,60	21,60	20,60	23,20
10	27,20	21,70	26,10	26,70	24,10	24,80	21,50	21,20
11	28,80	23,80	23,60	22,20		23,60		26,50
12	22,70	22,80	26,30	22,10		23,40		19,90
13	26,20	24,00	27,00	27,30		22,10		20,60
14	23,10	29,50	22,40	24,90		22,90		20,70
15	26,70	26,60	28,80	26,00		28,40		24,60
16	34,50	24,10	22,80	26,20		29,00		21,90
17	23,60	27,20	28,20	25,80		26,50		24,30
18	24,20	28,20	23,90	26,10		25,00		25,40
19	24,80	27,00	25,90	25,90		27,20		24,70
20	31,60	26,20	27,40	26,70		23,00		19,60
21	22,70	26,30	23,60	26,30		26,10		22,90
22	22,90	21,60	29,70	24,30		23,50		22,00
23	26,60	26,60	21,70	24,40		22,40		21,40
24	26,60	19,00	24,00	26,20		25,00		20,30
25		24,60	28,20	25,10		22,30		24,90
26		23,90	20,80	23,00		25,60		26,30
27		26,50	23,50	30,70		24,80		24,40
28		32,60	26,60	21,50		21,80		25,90
29		25,80		20,80		23,40		21,80
30		23,10		26,80		24,90		25,10
31		24,10		26,80		22,00		25,10
32		25,80		25,20		22,80		23,50
33		23,40		26,40		18,30		24,10
34		23,60		29,20		23,60		22,10
35		24,80		25,90		27,00		23,40
36		22,60		18,80		23,20		22,60
37		20,20		26,20		25,40		25,50
38		21,10		23,80		25,30		22,60
39		23,90		23,00		21,60		23,20
40		22,90		29,70		22,70		23,90



41		24,30		25,40		21,10		23,20
42		20,40		23,40		24,70		25,60
43		24,20		22,80		27,40		19,70
44		28,80		25,90		22,20		27,80
45		24,80		25,10		23,30		23,50
46		26,80		25,10		24,80		25,00
47		24,40		25,30		27,20		25,60
48		20,10		26,90		23,20		25,50
49		34,20		24,10		21,20		23,70
50		24,80		24,00		27,20		23,40
51		28,40		22,20		24,10		25,00
52		24,00		27,30		26,50		23,50
53		23,50		24,50		26,70		25,70
54		26,10		23,80		24,20		20,50
55		27,00		22,10		26,20		28,30
56		28,00		26,50		20,60		22,10
57		25,00		21,20		24,80		
58		26,30		24,70		23,50		
59		21,20		23,00		28,40		
60		26,00		27,40		30,90		
61		26,00		26,10		24,20		
62		27,40				23,80		
63		22,50				26,10		
64		21,80				24,50		
65		26,70				22,80		
66		25,40				22,90		
67		25,60				25,30		
68		22,50				27,40		
69		24,40				27,60		
70		26,10				23,50		
71		30,30				24,50		
72		25,70				20,80		
73		22,30				24,00		
74		20,20				26,30		
75		28,20				27,10		
76		24,90				21,60		
77		25,30				23,20		
78		32,10				24,70		
79		24,60				28,10		
80		24,90				24,30		
81		27,90				21,80		
82		24,10				26,50		
83		27,60				27,00		
84		30,20				25,10		
85		25,30				24,00		



86		22,30				26,60		
87		21,10				25,70		
88		29,30				28,00		
89		27,70				23,70		
90		25,10				27,70		
91		26,10				23,20		
92		21,80				24,50		
93		33,50				27,40		
94		25,20				23,00		
95		27,20				29,80		
96		25,80				26,50		
97		21,80				25,60		
98		26,00				24,00		
99		29,30				23,30		
100		33,30				29,00		
101		25,40				26,90		
102		28,20				22,50		
103		27,40				24,00		
104		24,90				30,20		
105		25,60				22,30		
106		21,60				21,40		
107		24,50				25,10		
108		24,20						
109		24,30						
110		24,10						
111		23,50						
112		22,10						
113		22,00						
114		26,80						
115		28,90						
116		29,60						
117		24,10						
118		22,40						
<b>Promedio</b>		<b>25,29</b>	<b>25,14</b>	<b>25,04</b>	<b>24,62</b>	<b>24,62</b>	<b>24,41</b>	<b>23,63</b>
<b>MAX</b>		<b>34,20</b>	<b>29,70</b>	<b>30,70</b>	<b>29,20</b>	<b>30,90</b>	<b>28,60</b>	<b>30,20</b>
<b>MIN</b>		<b>19,00</b>	<b>20,20</b>	<b>18,80</b>	<b>19,60</b>	<b>18,30</b>	<b>20,60</b>	<b>19,60</b>



### Anexo A: Finura al hilado de fibra de alpacas por categoría y sexo

Categoría	DL		2D		4D		BLL	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	17,66	15,71	17,98	21,34	19,01	20,96	27,45	22,43
2	18,36	19,17	16,99	17,00	18,95	19,32	22,89	27,26
3	17,63	20,61	27,91	17,75	19,34	21,95	23,42	18,36
4	17,80	22,75	17,98	18,96	19,35	23,02	23,64	18,10
5	16,34	22,75	16,99	18,75	22,62	18,65	22,65	17,73
6	18,33	18,15	27,91	27,06	20,33	29,71	18,58	18,16
7	19,41	24,11	18,38	20,65	17,05	17,26	20,86	24,36
8	19,48	18,48	17,60	25,20	19,96	21,51	22,41	17,14
9	18,56	16,63	17,21	22,40	19,90	15,85	21,24	17,96
10	19,80	17,63	18,97	19,80	19,92	18,33	23,36	18,23
11	20,12	18,56	19,03	21,34		20,22		19,25
12	19,46	20,67	19,83	17,00		20,18		18,13
13	20,22	18,50	22,95	17,75		20,15		18,82
14	20,43	15,83	26,01	18,96		20,29		18,93
15	20,32	15,89	20,22	18,75		23,06		20,31
16	24,81	15,61	18,49	27,06		23,42		19,91
17	16,14	16,70	19,58	20,65		23,55		20,55
18	17,23	17,29	20,38	25,20		24,12		20,97
19	17,53	17,08	17,51	22,40		18,25		20,83
20	18,88	17,05	18,70	19,80		19,81		20,30
21	17,59	17,17	19,23	17,27		20,40		20,98
22	17,82	16,73	21,05	21,06		20,20		21,11
23	19,58	17,73	19,49	15,76		21,18		21,19
24	19,17	16,56	21,30	16,54		21,70		21,09
25		17,50	17,81	21,62		21,36		22,69
26		17,58	16,71	16,94		22,13		23,41
27		18,33	17,72	19,02		22,46		23,08
28		20,06	21,73	22,87		21,95		23,62
29		19,22		19,72		22,67		22,84
30		18,84		21,26		23,09		23,54
31		16,71		21,88		22,97		23,54
32		17,60		22,05		23,73		23,39
33		18,49		24,04		22,85		24,92
34		19,03		17,47		24,21		25,16
35		20,35		17,21		26,45		16,80
36		20,24		16,25		16,67		16,68
37		21,17		17,56		17,12		19,67
38		21,43		17,17		17,51		19,45
39		22,08		17,14		17,12		19,85
40		22,17		18,61		17,39		20,28
41		22,66		17,93		17,24		20,74



42		21,98		17,90		17,81		21,42
43		22,74		17,90		18,60		20,41
44		23,79		18,53		17,80		22,61
45		14,51		18,49		18,08		21,80
46		15,71		18,59		18,44		22,20
47		15,36		18,93		18,97		22,33
48		15,16		19,23		18,26		22,31
49		17,41		18,91		18,04		22,13
50		16,22		19,00		19,18		22,07
51		16,91		18,88		18,71		22,81
52		16,30		19,92		19,15		22,49
53		16,52		19,69		19,29		22,96
54		17,04		19,96		18,93		22,00
55		17,49		19,75		19,30		24,50
56		17,77		20,89		18,33		23,68
57		17,26		20,08		19,04		
58		17,58		20,83		19,01		
59		16,77		20,80		19,93		
60		17,63		21,70		20,56		
61		17,63		22,54		19,33		
62		17,87				19,36		
63		17,16				19,79		
64		17,05				19,59		
65		17,85				19,38		
66		17,73				19,40		
67		17,97				20,04		
68		17,46				20,66		
69		17,76				20,71		
70		18,26				19,90		
71		19,16				20,19		
72		18,39				19,53		
73		17,92				20,20		
74		17,59				20,85		
75		19,06				21,01		
76		18,55				20,06		
77		18,73				20,35		
78		20,17				20,63		
79		18,80				21,43		
80		18,86				20,65		
81		19,83				20,39		
82		19,21				21,30		
83		19,98				21,51		
84		20,62				21,22		
85		19,74				21,10		
86		19,20				21,63		



87		19,09				21,54		
88		21,28				22,14		
89		21,14				21,24		
90		20,71				22,07		
91		21,12				21,34		
92		21,76				21,70		
93		25,65				22,32		
94		21,64				21,40		
95		20,42				22,87		
96		21,77				22,22		
97		22,54				22,03		
98		21,50				21,90		
99		23,49				21,95		
100		20,32				23,31		
101		16,82				23,13		
102		20,21				23,27		
103		21,80				24,00		
104		18,96				26,36		
105		17,97				24,81		
106		18,59				24,91		
107		19,19				27,38		
108		19,63						
109		19,65						
110		19,72						
111		20,00						
112		21,52						
113		21,99						
114		23,62						
115		24,76						
116		19,02						
117		18,21						
118		18,13						
<b>Promedio</b>		<b>19,07</b>	<b>19,84</b>	<b>19,83</b>	<b>19,64</b>	<b>20,84</b>	<b>22,65</b>	<b>21,21</b>
<b>DS</b>		<b>2,26</b>	<b>3,05</b>	<b>2,50</b>	<b>1,39</b>	<b>2,35</b>	<b>2,29</b>	<b>2,32</b>
<b>CV</b>		<b>11,86</b>	<b>15,39</b>	<b>12,61</b>	<b>7,08</b>	<b>11,30</b>	<b>10,09</b>	<b>10,95</b>
<b>EE</b>		<b>0,21</b>	<b>0,58</b>	<b>0,32</b>	<b>0,44</b>	<b>0,23</b>	<b>0,72</b>	<b>0,31</b>
<b>MAX</b>		<b>25,65</b>	<b>27,91</b>	<b>27,06</b>	<b>22,62</b>	<b>29,71</b>	<b>27,45</b>	<b>27,26</b>
<b>MIN</b>		<b>14,51</b>	<b>16,71</b>	<b>15,76</b>	<b>17,05</b>	<b>15,85</b>	<b>18,58</b>	<b>16,68</b>



### Anexo A: Factor de confort de fibra de alpacas por categoría y sexo

Categoría	DL		2D		4D		BLL	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	98,90	99,30	98,00	95,80	98,40	96,20	73,50	93,40
2	97,80	97,90	99,10	98,70	98,70	98,30	92,80	69,30
3	98,40	96,50	71,40	98,70	97,30	95,80	91,60	98,80
4	98,40	93,10	98,00	98,10	97,80	91,00	90,40	98,90
5	99,10	92,80	99,10	97,60	91,20	98,40	93,30	98,60
6	98,80	97,50	71,40	79,00	97,00	58,50	98,50	98,50
7	97,30	90,40	97,30	95,70	98,10	98,80	97,20	88,20
8	97,10	98,40	98,60	85,40	96,20	94,70	91,50	98,90
9	98,70	98,80	99,20	95,60	97,30	99,60	96,50	99,20
10	96,40	96,40	98,00	96,40	97,40	97,90	91,30	98,90
11	96,40	95,30	98,30	95,80		96,60		97,00
12	98,10	97,50	97,20	98,70		97,20		99,30
13	97,20	97,60	92,00	98,70		97,30		98,70
14	96,70	99,00	79,40	98,10		96,60		99,00
15	96,60	99,60	97,00	97,60		93,80		96,90
16	90,30	99,50	98,90	79,00		90,80		97,20
17	99,40	99,00	96,90	95,70		90,00		96,40
18	98,90	98,60	97,10	85,40		88,90		95,40
19	98,40	99,00	99,00	95,60		98,40		96,00
20	97,80	98,90	97,90	96,40		97,20		97,80
21	98,50	98,90	97,50	99,00		96,20		96,50
22	98,80	98,90	95,20	96,30		96,20		96,30
23	97,30	98,70	97,50	99,00		95,10		96,20
24	98,00	99,60	95,50	98,80		94,90		97,10
25		99,00	97,70	94,20		94,80		91,70
26		98,50	99,00	99,30		93,40		91,20
27		98,10	99,00	97,20		92,70		91,10
28		96,20	94,30	91,10		94,40		89,30
29		97,90		98,00		93,50		91,80
30		98,10		95,40		91,80		90,50
31		99,30		94,40		91,70		89,70
32		98,80		93,50		90,10		91,60
33		97,60		90,10		93,90		86,70
34		98,30		98,50		87,80		83,20
35		96,30		98,40		82,60		98,50
36		97,50		99,60		98,70		99,00
37		95,50		98,50		98,90		96,70
38		95,70		98,90		98,40		97,70
39		94,60		99,40		99,20		97,40
40		95,40		97,50		99,20		96,80



41		93,00		98,20		99,20		96,90
42		95,30		99,10		98,90		94,70
43		94,20		98,50		97,10		97,40
44		90,80		98,10		98,10		92,50
45		99,80		98,30		98,50		94,70
46		98,90		97,80		97,90		91,70
47		99,10		96,90		96,60		94,90
48		100,00		98,30		98,50		92,90
49		98,00		98,10		99,00		93,50
50		99,50		97,80		96,90		93,90
51		98,80		97,60		98,10		90,60
52		98,70		95,90		97,70		91,30
53		99,50		97,70		97,20		91,20
54		98,60		97,50		98,20		95,00
55		98,80		98,00		96,40		89,20
56		98,20		95,30		99,20		88,70
57		99,10		98,20		97,50		
58		97,70		96,10		97,60		
59		99,30		95,30		95,50		
60		98,20		94,50		96,00		
61		98,60		92,90		97,70		
62		98,30				98,20		
63		99,10				97,00		
64		99,20				97,40		
65		97,10				97,90		
66		98,90				98,10		
67		97,50				96,00		
68		99,00				96,00		
69		98,70				95,60		
70		98,10				97,20		
71		96,40				97,10		
72		97,80				98,40		
73		98,30				96,50		
74		99,20				96,90		
75		96,20				94,80		
76		98,10				97,50		
77		97,80				95,90		
78		95,30				96,20		
79		97,10				94,40		
80		97,10				95,40		
81		96,50				97,40		
82		97,90				94,70		
83		95,30				95,00		
84		94,90				95,30		
85		96,70				95,00		



86		97,30				94,40		
87		98,20				94,10		
88		94,80				92,20		
89		93,90				95,30		
90		96,30				94,70		
91		95,60				95,30		
92		95,30				95,70		
93		89,70				93,50		
94		94,90				95,20		
95		95,30				91,20		
96		93,50				95,40		
97		94,60				93,20		
98		95,20				94,40		
99		90,10				92,70		
100		97,00				92,20		
101		98,60				95,80		
102		95,90				91,00		
103		92,60				91,50		
104		97,50				85,20		
105		98,90				87,10		
106		98,70				85,70		
107		98,30				78,40		
108		97,60						
109		98,10						
110		97,20						
111		98,10						
112		95,50						
113		95,10						
114		92,20						
115		87,30						
116		96,70						
117		98,40						
118		98,80						
<b>Promedio</b>		<b>97,03</b>	<b>94,98</b>	<b>96,05</b>	<b>96,94</b>	<b>94,85</b>	<b>91,66</b>	<b>94,19</b>
<b>DS</b>		<b>2,38</b>	<b>7,66</b>	<b>4,26</b>	<b>2,14</b>	<b>5,06</b>	<b>6,96</b>	<b>5,06</b>
<b>CV</b>		<b>2,45</b>	<b>8,06</b>	<b>4,44</b>	<b>2,21</b>	<b>5,34</b>	<b>7,60</b>	<b>5,38</b>
<b>EE</b>		<b>0,22</b>	<b>1,45</b>	<b>0,55</b>	<b>0,68</b>	<b>0,49</b>	<b>2,20</b>	<b>0,68</b>
<b>MAX</b>		<b>100,00</b>	<b>99,20</b>	<b>99,60</b>	<b>98,70</b>	<b>99,60</b>	<b>98,50</b>	<b>99,30</b>
<b>MIN</b>		<b>87,30</b>	<b>71,40</b>	<b>79,00</b>	<b>91,20</b>	<b>58,50</b>	<b>73,50</b>	<b>69,30</b>



### Anexo A: Índice de curvatura de fibra de alpacas por categoría y sexo

Categoría	DL		2D		4D		BLL	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	63,10	46,90	59,80	45,90	45,00	38,20	40,00	46,20
2	56,00	41,80	62,90	65,50	59,80	43,40	44,60	34,40
3	55,90	46,40	29,50	55,80	56,30	43,80	38,10	43,40
4	56,90	38,10	59,80	45,30	44,60	44,30	42,30	60,00
5	35,00	31,00	62,90	42,60	51,70	64,80	43,90	71,50
6	42,30	51,20	29,50	42,10	47,20	33,40	61,20	69,40
7	51,40	41,10	51,90	42,70	53,80	47,70	57,20	53,00
8	35,50	42,70	56,70	36,40	57,00	40,40	48,30	55,60
9	41,60	43,30	48,00	35,90	59,00	80,30	37,80	51,70
10	39,50	50,60	51,20	53,70	49,00	58,20	43,90	53,50
11	34,40	43,40	50,70	45,90		61,80		55,40
12	36,40	43,40	42,40	65,50		49,20		58,50
13	40,60	51,00	38,60	55,80		54,50		51,60
14	32,80	61,90	44,80	45,30		61,30		53,90
15	56,50	51,40	54,10	42,60		49,40		50,20
16	16,20	45,50	50,20	42,10		57,60		51,50
17	53,30	54,30	47,70	42,70		50,80		64,00
18	54,60	52,90	51,00	36,40		44,30		49,40
19	48,10	44,10	58,50	35,90		64,20		49,60
20	63,10	41,40	55,10	53,70		64,50		58,60
21	51,10	43,30	54,60	53,20		52,20		56,50
22	56,00	50,80	51,60	55,00		53,30		49,40
23	48,90	51,30	51,40	67,90		54,80		50,80
24	35,90	48,50	49,50	61,00		47,10		48,50
25		56,80	56,60	38,20		51,00		48,40
26		39,10	65,10	62,50		49,90		45,90
27		51,60	66,80	53,90		55,80		47,40
28		35,90	44,90	42,90		47,90		53,50
29		36,10		53,40		37,80		48,00
30		39,20		51,60		47,60		39,20
31		53,30		45,10		45,50		49,80
32		49,20		48,10		42,00		45,30
33		59,10		50,60		42,70		40,00
34		50,50		53,10		35,00		45,70
35		41,30		55,00		35,80		66,80
36		43,40		61,60		71,30		68,90
37		37,60		58,30		67,30		51,00
38		47,90		60,80		59,80		55,40
39		48,00		58,00		61,90		54,10



40		44,00		48,70		59,40		59,60
41		41,70		56,30		70,50		45,30
42		44,40		54,30		61,50		49,50
43		43,00		48,40		63,10		53,80
44		38,30		54,90		60,90		46,30
45		59,60		50,60		60,80		44,40
46		63,80		64,00		55,80		50,80
47		65,20		56,10		58,20		41,90
48		55,50		19,30		63,70		48,80
49		54,80		49,80		68,00		53,50
50		56,00		49,50		65,10		44,50
51		48,90		47,90		56,50		43,60
52		47,80		51,20		61,00		44,70
53		51,00		58,30		57,30		52,00
54		55,50		42,10		55,80		46,90
55		43,30		54,30		57,20		43,30
56		55,20		47,90		68,20		45,80
57		54,50		46,10		58,60		
58		53,30		52,40		54,20		
59		49,70		41,80		51,20		
60		53,90		45,00		66,70		
61		24,50		39,80		45,50		
62		48,80				62,40		
63		51,90				53,00		
64		41,50				49,40		
65		66,80				55,20		
66		47,10				52,30		
67		65,50				54,90		
68		57,40				58,90		
69		51,40				55,90		
70		56,90				46,40		
71		50,60				54,70		
72		52,00				54,80		
73		44,20				45,80		
74		52,80				41,60		
75		46,00				47,40		
76		55,00				54,10		
77		59,70				55,50		
78		43,40				55,40		
79		56,90				48,60		
80		56,20				52,60		
81		43,80				51,70		
82		44,60				58,60		
83		47,00				38,70		
84		41,70				53,90		



85		40,50				40,70		
86		48,80				53,90		
87		39,20				45,10		
88		40,70				48,50		
89		40,70				61,00		
90		43,00				59,50		
91		44,20				51,90		
92		44,80				55,30		
93		14,80				48,90		
94		47,50				51,90		
95		47,00				55,60		
96		35,90				48,80		
97		37,50				47,70		
98		31,70				45,00		
99		28,20				50,50		
100		43,70				49,70		
101		40,70				48,40		
102		33,60				41,20		
103		38,10				44,00		
104		45,30				43,60		
105		63,60				43,90		
106		44,70				37,60		
107		64,30				39,90		
108		68,30						
109		65,10						
110		50,20						
111		60,00						
112		54,00						
113		49,20						
114		51,40						
115		46,70						
116		45,70						
117		54,60						
118		51,40						
<b>Promedio</b>		<b>47,84</b>	<b>51,64</b>	<b>49,85</b>	<b>52,34</b>	<b>52,75</b>	<b>45,73</b>	<b>51,08</b>
<b>DS</b>		<b>8,88</b>	<b>9,20</b>	<b>8,85</b>	<b>5,69</b>	<b>8,80</b>	<b>7,83</b>	<b>7,49</b>
<b>CV</b>		<b>18,57</b>	<b>17,82</b>	<b>17,75</b>	<b>10,87</b>	<b>16,68</b>	<b>17,11</b>	<b>14,66</b>
<b>EE</b>		<b>0,82</b>	<b>1,74</b>	<b>1,13</b>	<b>1,80</b>	<b>0,85</b>	<b>2,47</b>	<b>1,00</b>
<b>MAX</b>		<b>68,30</b>	<b>66,80</b>	<b>67,90</b>	<b>59,80</b>	<b>80,30</b>	<b>61,20</b>	<b>71,50</b>
<b>MIN</b>		<b>14,80</b>	<b>29,50</b>	<b>19,30</b>	<b>44,60</b>	<b>33,40</b>	<b>37,80</b>	<b>34,40</b>



### Anexo A. Analisis de variancia para el diametro medio de fibra de alpacas

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	408.1455134	136.0485045	25.57	<.0001
SEXO	1	5.7921310	5.7921310	1.09	0.2974
CLASE*SEXO	3	23.0922472	7.6974157	1.45	0.2287

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.168257	11.59284	2.306752	19.89807

Duncan Grouping	Mean	N	Categoria
A	21.4545	66	4
B	20.6026	117	3
C	19.6337	89	2
D	18.7599	142	1

Duncan Grouping	Mean	N	Sexo
A	19.9523	342	2
A	19.6403	72	1

Level of CLASE	Level of SEXO	-----DIAM-----		
		N	Mean	Std Dev
1	1	24	18.4708333	1.43813864
1	2	118	18.8186441	2.19127833
2	1	28	19.6464286	3.25843431
2	2	61	19.6278689	2.43687855
3	1	10	19.5300000	1.62004801
3	2	107	20.7028037	2.30636764
4	1	10	22.5400000	2.18845455
4	2	56	21.2607143	2.24602101

### Anexo A. Analisis de variancia para el coeficiente de variacion del diametro medio de fibra de alpacas

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	135.1567510	45.0522503	6.61	0.0002
SEXO	1	14.3054542	14.3054542	2.10	0.1481
CLASE*SEXO	3	1.2268048	0.4089349	0.06	0.9807

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.051672	10.50311	2.609921	24.84903



Duncan Grouping	Mean	N	Categoria
A	25.4106	142	1
B A	25.0697	89	2
B	24.6205	117	3
C	23.7485	66	4

Duncan Grouping	Mean	N	Sexo
A	25.2542	72	1
A	24.7637	342	2

Level of CLASE	Level of SEXO	-----DIAM-----		
		N	Mean	Std Dev
1	1	24	26.0041667	3.20196667
1	2	118	25.2898305	2.91111603
2	1	28	25.1392857	2.79435135
2	2	61	25.0377049	2.19310768
3	1	10	24.6200000	3.22862200
3	2	107	24.6205607	2.38698271
4	1	10	24.4100000	2.86916558
4	2	56	23.6303571	2.20304910



### Anexo A. Analisis de variancia para finura al hilado de fibra de alpacas

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	330.8558979	110.2852993	19.94	<.0001
SEXO	1	3.0926317	3.0926317	0.56	0.4551
CLASE*SEXO	3	28.4943006	9.4981002	1.72	0.1629

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.138949	11.72089	2.352030	20.06698

Duncan Grouping	Mean	N	Categoria
A	21.4239	66	4
B	20.7348	117	3
C	19.8356	89	2
D	19.0311	142	1

Duncan Grouping	Mean	N	Sexo
A	20.1066	342	2
A	19.8786	72	1

Level of CLASE	Level of SEXO	-----DIAM-----		
		N	Mean	Std Dev
1	1	24	18.8612500	1.76374185
1	2	118	19.0655932	2.26219111
2	1	28	19.8450000	3.05361170
2	2	61	19.8313115	2.50195888
3	1	10	19.6430000	1.38884484
3	2	107	20.8368224	2.35389785
4	1	10	22.6500000	2.28496049
4	2	56	21.2050000	2.32255580

### Anexo A. Analisis de variancia para factor de confort de fibra de alpacas

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	581.4771696	193.8257232	9.82	<.0001
SEXO	1	0.0626545	0.0626545	0.00	0.9551
CLASE*SEXO	3	123.2195189	41.0731730	2.08	0.1023

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.080803	4.643187	4.443743	95.70459

Duncan Grouping	Mean	N	Categoria
-----------------	------	---	-----------



A	97.1345	142	1
B	95.7157	89	2
C B	95.0325	117	3
C	93.8045	66	4

Duncan Grouping      Mean      N      Sexo

A	95.7102	342	2
A	95.6778	72	1

Level of CLASE	Level of SEXO	-----DIAM-----		
		N	Mean	Std Dev
1	1	24	97.6375000	1.80236861
1	2	118	97.0322034	2.37961001
2	1	28	94.9821429	7.65632411
2	2	61	96.0524590	4.26276931
3	1	10	96.9400000	2.14175421
3	2	107	94.8542056	5.06425282
4	1	10	91.6600000	6.96358784
4	2	56	94.1875000	5.06456720



### Anexo A. Analisis de variancia para indice de curvatura de fibra de alpacas

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	1741.553201	580.517734	7.51	<.0001
SEXO	1	88.086672	88.086672	1.14	0.2863
CLASE*SEXO	3	282.470035	94.156678	1.22	0.3027

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.063065	17.56325	8.791338	50.05531

Duncan Grouping	Mean	N	Categoria
A	52.716	117	3
A	50.410	89	2
A	50.273	66	4
B	47.539	142	1
Duncan Grouping	Mean	N	Sexo
A	50.267	342	2
A	49.050	72	1

Level of CLASE	Level of SEXO	N	DIAM Mean	Std Dev
1	1	24	46.0458333	11.4849610
1	2	118	47.8432203	8.8831491
2	1	28	51.6357143	9.2031079
2	2	61	49.8475410	8.8493428
3	1	10	52.3400000	5.6892101
3	2	107	52.7514019	8.7964226
4	1	10	45.7300000	7.8256061
4	2	56	51.0839286	7.4864187

### Anexo A: Coeficiente de correlación de Pearson

	DIAM	COVA	FACO	INCU	FIHI
<b>DIAM</b>	1.00000	-0.12478	-0.85440	-0.49304	0.97895
		0.0110	<.0001	<.0001	<.0001
<b>COVA</b>	-0.12478	1.00000	-0.05597	-0.13174	0.07844
		0.0110	0.2559	0.0073	0.1110
<b>FACO</b>	-0.85440	-0.05597	1.00000	0.44638	-0.86673
	<.0001	0.2559		<.0001	<.0001
<b>INCU</b>	-0.49304	-0.13174	0.44638	1.00000	-0.52363
	<.0001	0.0073	<.0001		<.0001
<b>FIHI</b>	0.97895	0.07844	-0.86673	-0.52363	1.00000
	<.0001	0.1110	<.0001	<.0001	