

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TESIS**

**CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS  
HUACAYA DE COLOR BLANCO DEL DISTRITO DE OCONGATE,  
PROVINCIA DE QUISPICANCHI.**

**PRESENTADO POR:**

**Br. ALEX BENJAMIN HUILLCA CHILLIHUANI**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROPECUARIO.**

**ASESORES:**

**M.Sc. HERNÁN CARLOS CUCHO DOLMOS**

**M.Sc. NILS HERBER FLORES HUARCO**

**CUSCO – PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Ing. M.Sc. HERNÁN CARLOS CUCHO DOLMOS  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: "CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA  
FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR BLANCO DEL DISTRITO DE  
OCONGATE, PROVINCIA DE QUISPICANCHI."

Presentado por: ALEX BENJAMIN HUILLCA CHILLIHUANI DNI N° 76269507;  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGROPECUARIO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de  
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**  
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 16 de ENERO de 2026

  
Firma

Post firma HERNÁN CARLOS CUCHO DOLMOS

Nro. de DNI 23952222

ORCID del Asesor 0000-0001-7170-9795

ORCID 2do ASESOR: 0000-0003-2446-2499

Nº DNI 2do ASESOR: 42793090

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:546133725

# Alex Huilca

## CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR BLANCO DEL DISTRITO DE OCONGATE, ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546133725

Fecha de entrega

14 ene 2026, 9:18 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

14 ene 2026, 10:16 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR BLANCO DEL DISTRIT....pdf

Tamaño del archivo

1.9 MB

129 páginas

36.631 palabras

174.379 caracteres

# 10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




## Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)
- Trabajos entregados

## Exclusiones


- N.º de coincidencias excluidas

## Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**  
70 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

*A Dios, por el regalo de la vida y la fortaleza que me ha brindado en cada etapa de mi vida.*

*A mi adorada madre, Saturnina Chillihuani Mandura, por darme la vida y brindarme tu amor incondicional. Tu cariño y fortaleza han sido el motor que me impulsó en cada paso de mi camino; todo lo que soy es reflejo de lo que me enseñaste.*

*A mi querido padre, Santiago Huillca Chillihuani, por ser el cimiento de nuestra familia, gracias por tu ejemplo, motivación y enseñanzas, que hoy recoges los frutos de todo lo que sembraste con esfuerzo y amor.*

*A mis hermanos (as); Olinto, Sonia, Dora y Dina, orgullo de nuestra madre y sostén en los momentos difíciles. Su compañía y unión han sido fundamental en cada etapa de mi vida.*

*A mis entrañables amigos; Franklin Gary Huamani, Danilo Casquina, Franklin Chuctaya, Vizayda Valencia, Mary Cruz Venero, Yanet Champi y a mí ser querida Luz Clarita Cjuno, quienes estuvieron a mi lado en los momentos de mayor esfuerzo y también en la alegría. Gracias por su apoyo incondicional, compartir desvelos, aprendizajes y metas.*

*A toda mi familia, por estar presentes con su apoyo sincero en los momentos más importantes, brindándome siempre palabras de aliento y sabias reflexiones. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.*

*Alex B. Huillca Chillihuani*

## AGRADECIMIENTO

*A mi alma máter, la Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de crecer como profesional dentro de sus aulas y laboratorios. Extiendo mi agradecimiento a cada uno de los docentes, quienes con vocación y compromiso fueron piezas fundamentales en mi formación académica y personal.*

*Agradecimiento a los productores alpaqueros de las comunidades del distrito de Ocongate donde me dieron la facilidad de poder realizar el muestreo.*

*Al Centro de investigación de Camélidos Sudamericanos (CICAS) La Raya (UNSAAC) y por las facilidades brindadas y a su equipo personal.*

*Al director Ing. M.Sc. José Mauricio Diaz Jurado y jefe del área de laboratorio de control de calidad MVZ. Raúl Valdivia Saravia del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica “CITE Textil Camélidos Cusco - Instituto Tecnológico de la Producción (ITP)” quienes me facilitaron los equipos para realizar los análisis y su apoyo.*

*A mis asesores el Ing. M.Sc. Hernán Cucho Dolmos e Ing. M.Sc. Nils Herber Flores Huarco, por vuestro apoyo incondicional, orientación, paciencia y entusiasmo a lo largo de este proceso hasta la culminación de mi tesis.*

*A todos mis familiares, amigos y compañeros, quienes con su apoyo, compañía y aportes en distintos momentos hicieron posible culminar este trabajo satisfactoriamente. A cada uno de ellos, les expreso mi más sincero y profundo agradecimiento.*

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ABREVIATURAS.....	xi
RESUMEN .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO .....	3
1.1. Formulación del problema .....	4
1.1.1. Problema general .....	4
1.1.2. Problemas específicos .....	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2.1. Objetivos.....	5
2.1.1. Objetivo general.....	5
2.1.2. Objetivos específicos .....	5
2.2. Justificación .....	5
III. MARCO TEÓRICO.....	7

3.1.	Antecedentes .....	7
3.1.1.	Internacionales .....	7
3.1.2.	Nacionales.....	8
3.1.3.	Locales .....	13
3.2.	Marco teórico conceptual.....	16
3.2.1.	Situación actual de la población de alpacas .....	16
3.2.2.	Importancia socioeconómica de camélidos sudamericanos (CSA) .....	18
3.2.3.	Factores que afectan a la calidad de la fibra .....	19
3.2.4.	Características textiles y productivas de la fibra de alpaca.....	19
3.2.5.	Medición de diámetro de la fibra .....	42
IV.	DISEÑO DEL ESTUDIO .....	44
4.1.	Lugar de estudio.....	44
4.2.	Ubicación política del ámbito de estudio.....	45
4.3.	Ubicación geográfica de las comunidades de estudio.....	45
4.4.	Materiales y equipos de estudio.....	45
4.4.1.	Material biológico .....	45
4.4.2.	Materiales auxiliares de campo.....	46
4.4.3.	Materiales y equipos en el laboratorio para análisis de la fibra .....	46
4.4.4.	Materiales y equipos de escritorio .....	47
4.5.	Tipo y nivel de la investigación .....	48



4.6.	Población de estudio .....	48
4.7.	Método de muestreo.....	48
4.8.	Tamaño de la muestra .....	48
4.9.	Metodología del estudio y procedimiento.....	50
4.10.	Diseño estadístico .....	56
4.10.1.	Análisis estadístico para características de la fibra.....	56
4.10.2.	Operación de variables.....	56
4.10.3.	Modelo lineal aditivo .....	58
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	59
5.1.	Calidad de la fibra de alpaca.....	59
5.1.1.	Diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de alpaca según comunidad, sexo y edad. ....	59
5.1.2.	Coeficiente de variación del diámetro de fibra CVDF (%) según comunidad, sexo y edad.....	64
5.1.3.	Desviación estándar del diámetro de fibra DSDF ( $\mu\text{m}$ ) según comunidad, sexo y edad.....	66
5.1.4.	Factor de confort FC (%) según comunidad, sexo y edad .....	69
5.1.5.	Índice de curvatura IC (grad/mm) según comunidad, sexo y edad.....	72
5.2.	Medulación de la fibra de alpacas.....	76
5.2.1.	Porcentaje de medulación PM (%) de la fibra de alpacas según comunidad, sexo y edad.....	76

5.2.2.	Tipos de medulación en la fibra de alpacas .....	80
VI.	CONCLUSIONES .....	93
VII.	RECOMENDACIONES.....	94
	REFERENCIAS.....	95
	ANEXOS .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución mundial de las alpacas según país, año 2018.....	17
Tabla 2 Población de alpacas en las 13 comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate .....	18
Tabla 3 Reportes del promedio general del diámetro de fibra (DF) de alpacas en diferentes lugares. .....	23
Tabla 4 Reportes del diámetro de fibra (DF) de alpacas según factor del sexo.....	24
Tabla 5 Reportes del diámetro de fibra DF (micras) de alpacas según edad .....	25
Tabla 6 Reportes del diámetro de la fibra (DF) de alpacas según el lugar .....	26
Tabla 7 Reportes de la desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF) según sexo, edad y lugar .....	27
Tabla 8 Reportes de coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) de las alpacas según sexo .....	28
Tabla 9 Reportes del coeficiente variación del diámetro (porcentaje) de fibra de alpacas según edad .....	29
Tabla 10 Reportes de coeficientes de variación del diámetro de fibra (CVDF) de alpacas según lugar .....	30
Tabla 11 Reportes del factor de confort (FC) de fibra de alpacas según sexo.....	32
Tabla 12 Reportes del factor de confort (FC) de fibras de alpacas según edad.....	33
Tabla 13 Reportes del factor de confort (FC) de la fibra de alpacas según lugar.....	34
Tabla 14 Reportes del índice de curvatura de la fibra (IC) de alpacas según sexo.....	36
Tabla 15 Reportes del índice de curvatura (IC) de la fibra de alpacas según edad .....	36
Tabla 16 Reportes del índice curvatura (IC) de fibra de alpacas según lugar .....	37
Tabla 17 Reportes del porcentaje de medulación de fibra (PM) de alpacas según sexo .....	39

Tabla 18 Reportes del porcentaje de medulación en las fibras (PM) de alpacas según edad .....	40
Tabla 19 Reportes del porcentaje de medulación en las fibras (PM) de alpacas según lugar .....	41
Tabla 20 Ubicación geográfica con coordenadas UTM de las comunidades del estudio del distrito de Ocongate .....	45
Tabla 21 Número de animales que fueron muestreados por comunidad según sexo y edad.....	49
Tabla 22 Proceso de lavado de las muestras en las cuatro bateas.....	52
Tabla 23 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	59
Tabla 24 Efecto del sexo en el diámetro de fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas según sexo del animal del distrito de Ocongate. ....	63
Tabla 25 Efecto de comunidad en el coeficiente de variación del diámetro de fibra (%) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	64
Tabla 26 Efecto de la interacción de comunidad y edad en la desviación estándar del diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	67
Tabla 27 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el factor de confort de la fibra FC (%) de alpaca del distrito de Ocongate. ....	70
Tabla 28 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el índice de curvatura IC (grad/mm) de la fibra de alpacas del distrito de Ocongate. ....	73
Tabla 29 Efecto del sexo en el índice de curvatura IC (grad/mm) de la fibra de alpacas del distrito de Ocongate. ....	75
Tabla 30 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de medulación PM (%) de la fibra de alpacas en el distrito de Ocongate. ....	77

Tabla 31 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de fibras sin medula SMED (%) de alpacas del distrito de Ocongate.....	80
Tabla 32 Efecto de la interacción de comunidad y sexo en el porcentaje de medulación fragmentada MEDF (%) de alpacas del distrito de Ocongate.....	83
Tabla 33 Efecto de la edad en el porcentaje de medulación fragmentada MEDF (%) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	84
Tabla 34 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de medulación discontinua MEDD (%) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	86
Tabla 35 Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de medulación continua MEDC (%) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	89
Tabla 36 Efecto de la edad en el porcentaje de fibras fuertemente medulas MEDf (%) de alpacas del distrito de Ocongate. ....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura morfológica de la fibra de alpaca .....	20
Figura 2 Reacción de la piel al contacto con las puntas sobresalientes del tejido .....	31
Figura 3 Representación bidimensional de la forma de una fibra de lana .....	35
Figura 4 Clasificación de tipos de fibra de alpaca de acuerdo a la presencia de médula .....	38
Figura 5 Cómo mide el equipo OFDA 2000 la cobertura de la fibra .....	43
Figura 6 Ubicación del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi y región Cusco. ....	44
Figura 7 Toma de muestra de la región costillar medio.....	50
Figura 8 Procedimiento de Análisis de las muestras de fibra con el OFDA 2000 en laboratorio. 53	
Figura 9 Preparación de muestras para el análisis de medulación con el equipo FIBER MED V 2.0 .....	55
Figura 10 Tipos de fibras meduladas de las muestras de fibra de alpaca. ....	55
Figura 11 Toma de muestra de la fibra de alpaca Huacaya de la región costillar medio y lavado de las muestras de fibra en el laboratorio de CICAS – La Raya. ....	116
Figura 12 Secado de las muestras con sus respectivas etiquetas en un ambiente semi controlado y análisis de las muestras con el equipo OFDA 2000.....	116
Figura 13 Evaluación de medulación de las muestras de fibra en el equipo FIBER MED V.2. ....	116

## ABREVIATURAS

CVDF	Coeficiente de variación del diámetro de fibra.
DF	:Diámetro de fibra.
DSDF	:Desviación estándar del diámetro de fibra.
FC	:Factor de confort.
FIBER MED	:Medulador electrónico de fibras de origen animal.
grad/mm	:Grados por milímetros.
IC	:Índice de curvatura.
MEDC	:Médula continua.
MEDD	:Médula discontinua.
MEDF	:Médula fragmentada.
MEDf	:Fuertemente medulada.
OFDA	:Analizador Óptico del Diámetro de Fibra.
PDLC	:Plan de Desarrollo Local Concertado.
PM	:Porcentaje de medulación.
SAS	:Statistical Analysis System.
SMED	:Sin médula.
$\mu\text{m}$	:Micras, equivale a una milésima parte de un milímetro ( $1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$ ).

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya de color blanco del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi. Se analizaron 1500 muestras de fibra, extraídas del costillar medio, las cuales fueron analizadas con OFDA 2000 y FIBER MED V 2.0. Las variables evaluadas fueron diámetro de fibra (DF), coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC), el porcentaje de medulación (PM) y tipos de medulación. Se empleó un arreglo factorial de 2x4x13 (sexo, edad y comunidad) y prueba de Tukey para comparación de medias. El efecto comunidad fue altamente significativo para todas las variables al ( $p < 0.01$ ) el DF, CVDF, DSDF, FC e IC, con medias de 19.56  $\mu\text{m}$ , 21.29%, 4.16  $\mu\text{m}$ , 96.77%, 35.34 grad/mm; el sexo influyó únicamente en DF e IC ( $P < 0.05$ ); mientras que la edad resultó altamente significativa para todas las variables, excepto para CVDF ( $p > 0.05$ ); comunidad/edad influyó para DF y FC ( $p < 0.01$ ) y para DSDF e IC ( $p < 0.05$ ). La media del PM fue de 25.89%, influenciado por comunidad/edad ( $p < 0.05$ ), el sexo no mostró efecto. Tipos de medulación fue, sin médula SMED con (74.11%), fragmentada MEDF (11.85%), discontinua MEDD (6.06%), continua MEDC (7.91%) y fuertemente medulada MEDf (0.07%). Comunidad/edad influyen fuertemente para MEDD y MEDC ( $p < 0.01$ ), para SMED ( $p < 0.05$ ). Comunidad/sexo influye únicamente para MEDF ( $p < 0.05$ ). Para MEDf fue significativo el efecto edad ( $p < 0.05$ ), pero el sexo no influyó en los tipos de medulación ( $P > 0.05$ ).

**Palabras clave:** Alpaca huacaya, Características textiles, Diámetro, Fibra, Medulación.



## INTRODUCCIÓN

Perú es el país líder mundial en la producción de fibra de alpaca, produce alrededor de 4,501 toneladas métricas anuales, lo que representa un 80% de la producción mundial y de esta cantidad alrededor de 90% se destina al mercado internacional (Azabache *et al.*, 2021).

En este contexto, en Perú existe una población de 3,685,516 alpacas, de las cuales la región Cusco cuenta con 545,454 alpacas ubicándose en segundo lugar después de Puno. Cabe señalar que la raza Huacaya representa el 80.4 % (2,909,212 alpacas de raza Huacaya) del total de la población de alpacas en Perú. Cusco cuenta con 399,611 alpacas de la raza Huacaya, la provincia de Quispicanchi con 114,821 alpacas, de las cuales una población de 53,155 alpacas se concentra en el distrito de Ocongate (CENAGRO, 2012).

Asimismo, la alpaca (*Vicugna pacos*), es una especie doméstica perteneciente a camélidos sudamericanos domésticos, que vive en las tierras altoandinas, por encima de 3,000 msnm del Perú, Bolivia, Argentina y Chile. Las actividades de producción de camélidos generan capital económico para los productores alpaqueros ofreciendo fibra y carne de alta calidad (Quispe *et al.*, 2009). Más del 80% de las alpacas son propiedad de pequeños productores con recursos muy limitados (Brenes *et al.*, 2001). La calidad de la fibra de alpaca ha disminuido significativamente en los últimos años y se ha vuelto más gruesa, seca, quebradiza, producto de vellones menos uniformes, siendo 32µm del diámetro de fibra promedio nacional (Quispe *et al.*, 2009); por lo tanto, es necesario fortalecer los programas de mejoramiento genético.

Sin embargo, actualmente las trece comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate no disponen de información precisa sobre las propiedades textiles y productivas de la fibra de alpaca,

lo que limita cualquier política o iniciativa para mejorar en la producción de alpacas, lo que conlleva a ingresos económicos más bajos a los productores alpaqueros.

En tal sentido, el presente estudio fue ejecutado con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra de alpaca en el distrito de Ocongate, para lo cual se recolectaron muestras de fibras de alpacas de las 13 comunidades alpaqueras de ambos sexos (macho y hembra) y de diferentes categorías de edad (DL, 2D, 4D y BLL). Las muestras recolectadas fueron evaluadas en el laboratorio de fibras del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos CICAS – La Raya de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y Laboratorio de Control de Calidad Cite Textil Camélidos Cusco - Instituto Tecnológico de la Producción – ITP.

De esta manera, el conocimiento de las características textiles en las comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate permitirá discutir el nivel de mejora genética y manejo de los animales de parte de los productores de la zona de acuerdo a los requerimientos de la industria textil. Esto permitirá diseñar, proponer, plantear proyectos y tomar decisiones para los gobiernos locales y regionales, de igual manera, incrementar el nivel económico de los productores alpaqueros y mejorar la producción de alpacas del distrito de Ocongate, de la provincia Quispicanchi, región Cusco.

## **I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

El Perú es el país con mayor producción de alpacas, con una población total de 3,685,516 alpacas. La región Cusco cuenta con 545,454 alpacas, siendo la segunda región con mayor población de alpacas. En el distrito de Ocongate se concentran 53,155 alpacas según (CENAGRO, 2012).

No obstante, aunque el Perú es líder mundial en la producción de fibra de alpaca, la industria textil peruana enfrenta actualmente serios problemas en la elaboración de prendas hechas con la fibra de alpaca, ya que muchos autores indican que existe la sensación de picazón o escozor al tener contacto con la piel. Este problema ocurre porque algunas fibras tienen médula, lo que las vuelve menos suave y más rígida al contacto con la piel (Peruinforma, 2023). Por otra parte, Encinas, citado por Siña (2012), indica que la fibra tiene un alto valor económico en el mercado mundial debido a sus propiedades textiles y de crianza. Por lo tanto, es fundamental conocer las características textiles y productivas de la fibra de alpaca.

En consecuencia, los productores del distrito de Ocongate venden la fibra de alpaca a precios muy bajos, porque el mercado se basa en la cantidad (peso de vellón) y en menor proporción por su calidad ( $\mu\text{m}$ ), ya que desconocen el diámetro de la fibra (Quispe *et al.*, 2013). Sin embargo, un menor diámetro de fibra se asocia directamente con un mayor valor comercial y, por ende, con una mayor rentabilidad. Además, el escaso apoyo al sector alpaquero por entidades estatales y privadas no contribuye al conocimiento de las características textiles y productivas de la fibra de alpaca, las cuales podrían brindarles mejores condiciones para realizar la selección de sus alpacas y la obtención de mejores rentabilidades por su actividad pecuaria.

Por otra parte, el distrito de Ocongate alberga trece comunidades que crían alpacas de la raza Huacaya, cuya fibra representa su principal fuente de ingreso para los productores alpaqueros. No obstante, los productores no perciben ingresos económicos acordes a la actividad que realizan. El problema radica en el desconocimiento de la calidad de la fibra de alpacas en el distrito de Ocongate. Además, la existencia de pocos estudios en la zona limita la toma de decisiones, selección y acelerar el mejoramiento genético de las alpacas en el distrito de Ocongate, en base a lo mencionado resalta la necesidad de poder realizar el presente estudio.

### **1.1. Formulación del problema**

#### **1.1.1. Problema general**

¿Qué particularidades muestran las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya de color blanco del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi?

#### **1.1.2. Problemas específicos**

- ✓ ¿Cuál será el diámetro de fibra (DF), coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF), factor de confort (FC) e índice de curvatura (IC) de las alpacas Huacaya de color blanco en función de la edad, sexo y comunidad en el distrito de Ocongate?
- ✓ ¿Qué porcentaje de medulación (PM) y tipos de medulación tendrán las alpacas Huacaya de color blanco según a la edad, sexo y comunidad en el distrito de Ocongate?

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1.Objetivos**

#### **2.1.1. Objetivo general**

Determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya de color blanco del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi.

#### **2.1.2. Objetivos específicos**

- ✓ Determinar el diámetro de fibra (DF), coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF), factor de confort (FC) e índice de curvatura (IC) de las alpacas Huacaya de color blanco, considerando su edad, sexo y comunidad en el distrito de Ocongate.
- ✓ Determinar el porcentaje de medulación (PM) y tipos de medulación de las alpacas Huacaya de color blanco según su edad, sexo y comunidad en el distrito de Ocongate.

### **2.2.Justificación**

La crianza de alpacas es la principal actividad económica pecuaria en las comunidades altoandinas de este distrito, las alpacas habitan en altitudes entre 3819 y 4315 msnm y son el único medio de utilización productiva de grandes extensiones de pastos naturales, en donde no es posible en la mayor parte la agricultura ni otros tipos de ganadería. Asimismo, para los productores la principal fuente de sustento proviene de la venta de fibra, que representa cerca del 50% de sus ingresos, mientras que la comercialización de carne aporta alrededor del 45% y el 5% restante proviene de la venta de reproductores y otros productos. A nivel nacional, en el año 2020 se produjeron aproximadamente 4,352 toneladas de fibra y 12,363 toneladas de carne (MIDAGRI,

2022). No obstante, los productores alpaqueros presentan una baja rentabilidad de su actividad pecuaria, la cual constituye su principal sustento económico (Quispe *et al.*, 2009). En este sentido, se reconoce que, en el vellón, la presencia de fibras con medulación continua y fuertemente meduladas también afecta de manera negativa el procesamiento y el rendimiento textil, ya que estas fibras ocasionan la sensación de picazón y menos uniformes en el teñido (Pinares y Quispe, 2024). A ello se suma el escaso conocimiento sobre las características textiles y productivas. La presente investigación surge justamente a razón del desconocimiento y limitada información referidas a las características textiles y productivas de la fibra de alpacas Huacaya en el distrito de Ocongate. En este contexto, se busca establecer la calidad de las alpacas que existen en las 13 comunidades del distrito de Ocongate, determinando las diferentes características textiles de importancia económica, entre ellas: el diámetro de fibra, coeficiente de variación, desviación estándar del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura, porcentaje y tipos de medulación de la fibra de alpacas Huacaya de color blanco, considerando la edad, sexo y comunidad en el distrito de Ocongate.

Finalmente, los resultados de este estudio tendrán una relevancia significativa, ya que, con la información, se podrán tomar decisiones, plantear proyectos e implementar programas de mejoramiento genético en el distrito de Ocongate. Asimismo, estos resultados contribuirán como base de datos valiosa para futuras investigaciones y serán beneficiosos para la industria textil. De igual forma, tendrán un impacto socioeconómico en los productores alpaqueros, al mejorar la calidad y homogeneidad de la fibra, mediante la selección de reproductores con características deseables, elevar su valor en los mercados textiles e incrementar la rentabilidad de su actividad pecuaria.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes

##### 3.1.1. Internacionales

Aruquipa (2015), realizó un estudio titulado “Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de la Paz – Bolivia”, trabajó con 320 muestras de fibras extraídas de la región costillar medio del animal, las cuales analizó con el microscopio de proyección. En sus resultados reportó promedio general de 22.84  $\mu\text{m}$  de diámetro de fibra, un 21.95% de coeficiente de variación, un 26.07% de porcentaje de medulación y un 92.17% de factor de confort. En relación con el efecto localidad, no encontró diferencias significativas para ninguna de las variables en estudio. De igual forma respecto al efecto sexo no se hallaron diferencias estadísticas, excepto en el índice de curvatura. Por el contrario, el efecto edad resultó altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para todas las variables evaluadas, con excepción del coeficiente de variación del diámetro de fibra. Asimismo, se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todas las variables, excepto en el coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpaca. En cuanto a tipos de medulación (no medulada, parcialmente medulada, medulación continua, fuertemente medulada), el autor señala que no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para el efecto localidad y sexo. No obstante, concluye que los tipos de medulación están influenciada por el efecto edad y color.

Lupton *et al.* (2006), realizaron un estudio sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya criadas en Estados Unidos, utilizando 585 muestras de fibra extraídas de la región costillar media, correspondientes de ambos sexos y a tres categorías de edad (1 año, 2 años y adultas). En sus resultados reportaron un promedio general de 27.85  $\mu\text{m}$  de diámetro de fibra, una desviación estándar del diámetro de 6.52  $\mu\text{m}$ , un 23.48% de coeficiente de variación, un

68.39 % de factor de confort y un 33.16 grad/mm de índice de curvatura. En cuanto al efecto de interacción sexo/edad, los autores señalan que no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas. Sin embargo, reportaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para el efecto sexo en todas las variables, excepto para el coeficiente de variación. Respecto al efecto de edad, identificaron diferencias significativas en todas las variables en estudio. Finalmente, concluyen que las condiciones ambientales y la mejora genética podrían repercutir en dichas diferencias observadas en las alpacas.

McGregor (2006), realizó una investigación en alpacas australianas titulada “Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development” en la cual evidenció que el porcentaje de fibras meduladas aumenta conforme avanza la edad, registrándose un incremento del diámetro de fibra de 29 a 33  $\mu\text{m}$ . Asimismo, al analizar las mejoras genéticas aplicadas en alpacas australianas, reporta que el promedio de diámetro de fibra se encuentra en rango de 24 a 29.9  $\mu\text{m}$ .

Wuliji *et al.* (2000) realizaron una investigación titulada “Estimaciones del rendimiento de producción, repetibilidad y heredabilidad del peso vivo, el peso de vellón y las características de la fibra de las alpacas en Nueva Zelanda”; en sus resultados reportan 31.9  $\mu\text{m}$  del diámetro de fibra, concluyen indicando que las alpacas pueden criarse en zonas más altas de Sudamérica.

### **3.1.2. Nacionales**

Pinares y Quispe (2024), en su estudio titulada “Características de las fibras meduladas en alpacas Huacaya de Perú”, trabajaron con 329 muestras de fibra extraídas de la región costillar medio de las alpacas pertenecientes a los distritos de Pitumarca y Marangani de la provincia de Canchis. Para la evaluación de las muestras emplearon el equipo FIBER MED; mediante el cual hallaron una media general de 32.71% de porcentaje de medulación y cuantos a los tipos de



medulación un 14.12% de medulación fragmentada, 5.59% de medulación discontinua, 10.65% de medulación continua y 0.61% fuertemente medulada. En relación con el efecto lugar, encontraron que influyó significativamente ( $p < 0.05$ ) tanto en el porcentaje de medulación y tipos de medulación. De igual manera, respecto al efecto edad, hallaron diferencias significativas, siendo las alpacas diente leche (DL) con menor porcentaje de medulación 26.46%; sin embargo, no encontraron diferencias estadísticas para la medulación continua y fuertemente medulada. Por otra parte, en cuanto al efecto sexo, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para el porcentaje de medulación, ni medulación continua y fuertemente medulada. En conclusión, los autores señalan que el porcentaje de medulación presenta una alta variabilidad según edad y lugar de procedencia. Así mismo, destacan que los tipos del porcentaje de medulación fragmentada y discontinua varía según el sexo, edad y lugar de procedencia del animal; mientras que la medulación continua y fuertemente meduladas presentan variabilidad únicamente según el lugar de procedencia.

Larios *et al.* (2023) realizaron una investigación titulada “Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya, según zonas agroecológicas, sexo y edad en la Región Puno (Perú)”. En dicho estudio trabajaron con 5530 muestras de fibra extraídas de alpacas Huacaya, provenientes de 27 rebaños en Puna húmeda y 28 rebaños en Puna seca, utilizaron el equipo OFDA 2000 para análisis de las muestras. En sus resultados reportaron un promedio general de 21.51  $\mu\text{m}$  de diámetro de fibra, así como un coeficiente de variación del diámetro de fibra de 21.57% y 21.67%, una desviación estándar del diámetro de fibra de 4.37  $\mu\text{m}$  y 4.90  $\mu\text{m}$ , y un índice de curvatura de 40.30 grad/mm y 40.28 grad/mm, correspondiente a la puna seca y húmeda. En relación con el efecto lugar, hallaron que influye significativamente para el diámetro de fibra y la desviación estándar del diámetro de fibra; sin embargo, no encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para el

coeficiente de variación ni para el índice de curvatura. Respecto al efecto edad y sexo identificaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para todas las variables antes mencionadas. En cuanto a la interacción zona agroecológica/sexo, observaron diferencias significativas; las alpacas macho de zona húmeda presentaron fibras más finas con  $18.67 \mu\text{m}$  y menor desviación estándar del diámetro de fibra de  $4.13 \mu\text{m}$ , mientras que las alpacas hembra de zona húmeda resultaron más uniformes con un coeficiente de variación de 21.39%. No obstante, no se hallaron diferencias significativas para el índice de curvatura. De igual manera, para la interacción zona agroecológica/edad, encontraron que las alpacas de dientes de leche registraron un menor diámetro de fibra con  $18.38 \mu\text{m}$  y menor desviación de estándar de  $4.04 \mu\text{m}$ ; mientras que las alpacas de boca llena de la zona húmeda presentaron menor coeficiente de variación de 20.77% y un índice de curvatura 40.80 grad/mm. En conclusión, los autores señalan que la edad y el sexo influyen en el diámetro de fibra, y que las interacciones entre zona agroecológica y factores biológicos también repercuten significativamente en las variables analizadas.

Bustinza (2023), en su estudio de investigación, trabajó con 240 alpacas Huacaya del distrito de Macusani, provincia de Carabaya - Puno. Para la evaluación de las muestras de fibra utilizó el equipo FIBER MED, con el fin de determinar el porcentaje de medulación (PM) y los tipos de medulación presentes. En sus resultados reportó un promedio general de 29.96% de porcentaje de medulación. En relación con el efecto edad, encontró los siguientes valores para animales de DL, 2D, 4D y BLL 24.40%, 30.57%, 31.29% y 33.59%, lo que demuestra una ligera influencia de la edad en porcentaje de medulación ( $p < 0.05$ ). Respecto a los tipos de medulación que encontró fue; Nomed, MedFrag, MedDisc, MedCont y FMed con promedios generales de 70%, 15.53%, 4.14%, 9.68% y 0.19%, respectivamente. Así mismo, señala que no se encontraron

diferencias significativas en todas las edades; sin embargo, medulación discontinua mostró ( $p<0.05$ ), siendo las alpacas de DL 2.80% con menor MedDisc frente a las alpacas 4D con 5.20%.

Mamani (2023) realizó una investigación con el objetivo de evaluar la tasa de Medulación y su correlación con el diámetro de fibra en alpacas Huacaya y Suri de ambos sexos, pertenecientes a comunidades del distrito de San José, provincia de Azángaro. Para ello trabajó con 400 muestras de fibra, extraídas de la región costillar media de las alpacas, las cuales fueron analizadas con el equipo FIBER MED. En sus resultados reportó que las alpacas Huacaya presentaron una tasa de medulación promedio de 54.7%, siendo de 52.85% en hembras y 56.6% en machos. Asimismo, señaló un diámetro medio de fibra de 21.6  $\mu\text{m}$  para la raza Huacaya. En conclusión, el autor resalta que tanto la raza como el sexo influyen en la tasa de medulación.

Málaga *et al.* (2022) desarrollaron un estudio denominado “Características de la fibra de alpacas en la zona agroecológica seca en el altiplano peruano”, en el cual trabajaron con 14,068 muestras de fibra de alpaca, analizadas mediante el equipo OFDA 2000. En sus resultados evidenciaron que el diámetro de fibra estuvo influenciado significativamente ( $p<0.01$ ) por la edad, sexo y raza y provincia. Las alpacas de dientes de leche (DL) presentaron fibras más finas con 20.10  $\mu\text{m}$ , mientras que las de boca llena (BLL) registraron mayor grosor con 23.25  $\mu\text{m}$ . Respecto al sexo, los autores reportan que las alpacas macho tuvieron menor diámetro de fibra (21.25  $\mu\text{m}$ ) en comparación con las hembras (21.91  $\mu\text{m}$ ), diferencias que resultó significativa ( $p<0.05$ ). Asimismo, encontraron que el coeficiente de variación fue afectado de manera altamente significativa ( $p<0.01$ ) por los factores sexo, edad, raza y provincia. En el caso del factor de confort, reportaron influencia significativa de la edad, raza y provincia, pero no se evidenció efecto significativo del sexo.

Gandarillas *et al.* (2022) evaluaron las características textiles de la fibra de alpaca Huacaya en dos comunidades altoandinas de la región Tacna, Perú. El estudio se realizó con 1 500 muestras de fibra, analizadas mediante el equipo OFDA 2000. Los resultados mostraron un diámetro promedio de fibra de 20.51  $\mu\text{m}$  en la comunidad de Huaytiri y 21.42  $\mu\text{m}$  en Maure. Asimismo, encontraron que el efecto sexo fue significativo ( $p < 0.05$ ), siendo los machos (20.59  $\mu\text{m}$ ) los que presentaron fibras más finas. Respecto al efecto edad, se evidenciaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), observándose un incremento del diámetro de la fibra conforme avanzó la edad, desde animales DL (20.63  $\mu\text{m}$ ) hasta BLL (21.77  $\mu\text{m}$ ). En cuanto al factor de confort, no encontraron influencia del sexo ( $p > 0.05$ ); sin embargo, sí se observaron diferencias por efecto edad, destacando las alpacas DL (94.41%) con los mayores valores. Finalmente, el índice de curvatura no mostró diferencias por efecto sexo, pero sí por efecto edad y comunidad ( $p < 0.05$ ), siendo Huaytiri (36.58 grad/mm) la que presentó mayor IC que la comunidad Maure (32.75 grad/mm).

Quispe *et al.* (2021), realizaron el estudio en el rebaño de alpacas Huacayas del Centro Experimental La Raya - Puno - Perú. Trabajaron con 97 animales y utilizaron OFDA 2000 para análisis de muestras. Donde no encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el diámetro de fibra para el efecto sexo; sin embargo, encontraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), donde las alpacas tuis menores mostraron fibras mucho más finas con 19.48  $\mu\text{m}$ . En cuanto al factor de confort, indican similares para machos 95.98% y hembras 94.24%; así mismo, mencionan que, hasta la edad de tres años, las alpacas exhiben altos índices de confort 98.15 y 95.30% ( $p < 0.05$ ). El índice de curvatura es influenciado significativamente entre edades ( $p < 0.05$ ); varía entre 34.82 y 41.72 grad/mm. Concluyen que las alpacas huacayas del Centro Experimental La Raya no fueron influenciadas por el efecto sexo; sin embargo, el efecto edad influyó significativamente con el

avance de la edad para el diámetro de fibra. Así mismo, afirman que la fibra tiene relación directa con la estacionalidad de la producción de pastos en la pradera andina.

Machaca *et al.* (2017), realizaron un estudio titulado “Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú”, con el objetivo de establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra. Para ello, trabajaron con 145 muestras de fibra de alpacas Huacaya de colores blanco, intermedio y oscuro, pertenecientes a 5 comunidades, avaluando el efecto de la comunidad, sexo, edad, color y sitio de muestreo, para el análisis de las muestras utilizaron el equipo OFDA 2000. En sus resultados reportaron diámetro medio de fibra de 23.09  $\mu\text{m}$ , un coeficiente de variación de 22.59%, un factor de confort de 87.12% y un índice de curvatura 36.63 grad/mm. Respecto al efecto edad y sexo, encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todas las variables analizadas. No obstante, según el efecto localidad no observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el coeficiente de variación del diámetro de fibra. En conclusión, los autores señalan que la calidad de la fibra de alpaca está fuertemente influenciada por la edad, el color del vellón y el lugar de procedencia de los animales, mientras que presenta menor influencia por el sexo y la zona corporal de muestreo.

### **3.1.3. Locales**

Llactahuamani *et al.* (2020), realizaron una investigación con el objetivo de determinar la “Calidad de fibra de alpacas Huacaya y Suri del plantel de reproductores de Ocongate. Para ello trabajaron con 238 muestras de fibra extraídas del flanco izquierda y costillar medio de alpacas provenientes de las comunidades de Mallma, Palcca, Pampacancha y Upis. Las muestras fueron analizadas mediante el equipo OFDA 2000. En sus resultados obtuvieron un promedio general de 18.93  $\mu\text{m}$  de diámetro de fibra, un 21.35% de coeficiente de variación, un 97.09 % de factor de confort y un 36.92 grad/mm de índice de curvatura. En relación con el efecto sexo, reportaron que

no influye en ninguna de las variables, excepto en coeficiente de variación del diámetro de fibra, donde las hembras presentaron mayor uniformidad (21.13%). Por el contrario, el efecto edad influyó significativamente en el diámetro de fibra y factor de confort, siendo las alpacas de dientes de leche con mejor calidad de fibra; sin embargo, no hallaron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) para el coeficiente de variación ni para el índice de curvatura. No obstante, respecto al efecto lugar de procedencia, los autores señalan que repercute únicamente en el diámetro de fibra, destacando las alpacas de la comunidad de Pampacancha con menor diámetro de fibra (18.10  $\mu\text{m}$ ). En conclusión, los autores indican que el sexo solo afecta el coeficiente de variación, mientras que la edad influye en el diámetro de fibra y en el factor de confort.

Cutiri (2019), realizó un trabajo de investigación de tesis denominado “Finura y medulación de la fibra de alpacas Huacaya de color blanco en las comunidades campesinas de Llullucha, Palcca y Accocunca Distrito de Ocongate - Quispicanchi”. El trabajo lo realizó con 300 muestras de alpacas Huacaya de color blanco, provenientes solo de las tres comunidades del distrito. Para el análisis de las muestras utilizó microscopio de proyección digital, aplicando arreglo factorial de  $2 \times 3 \times 4$ . En sus resultados reportó un promedio general de 20.20  $\mu\text{m}$  de diámetro de fibra, un 21.13% de coeficiente de variación, un 94.89% de factor de confort y una tasa de medulación de 39.50%. Respecto al efecto sexo, indicó que no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en ninguna de las variables, excepto en la tasa de medulación. Por otro lado, el efecto edad influyó significativamente en todas las variables, siendo las alpacas de dientes de leche (DL) las que presentaron mejor calidad de fibra ( $p<0.05$ ) en comparación con las categorías de edad (2D, 4D, BLL). En cuanto al efecto lugar y las interacciones comunidad/sexo, comunidad/edad, sexo/edad y comunidad/edad/sexo, el autor señala que no se encontraron diferencias significativas ( $p<0.05$ ).

Barrionuevo (2019), realizó un estudio de tesis sobre “Caracterización física de la fibra de alpaca Huacaya utilizando OFDA 2000 en cuatro comunidades Ocongate- Quispicanchis”. Para lo cual trabajó con 381 muestras de fibra extraídas de la región costillar medio de alpaca de diferentes edades, sexos y comunidades (Accocunca, Huayna Ausangate, Maramoaqui y Palcca). En sus resultados reportó que el efecto edad influyó altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en el diámetro de fibra, siendo las alpacas (DL) las más finas ( $17.92 \mu\text{m}$ ) en comparación con las demás categorías 2D ( $19.71 \mu\text{m}$ ), 4D ( $21.52 \mu\text{m}$ ), BLL ( $25.16 \mu\text{m}$ ). Por el contrario, el efecto sexo y edad no influyó para el coeficiente de variación de diámetro de fibra ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, para el factor de confort y el índice de curvatura, el autor señala que el efecto edad resultó altamente significativo ( $p < 0.01$ ), siendo las alpacas DL con mayor factor de confort de 98.27% y un índice de curvatura de 34.07 grad/mm, valores superiores respecto a las demás categorías de edad.

Cañari (2018), en su estudio titulado “Evaluación de parámetros de finura y resistencia de mecha en fibra de alpaca Huacaya y Suri blanco, en el CICAS-La Raya Cusco y el Fundo Puycutani”, evaluó un total de 471 muestras de fibras de alpacas extraídas de 8 zonas corporales. En sus resultados reportó para la raza Huacaya un diámetro medio de fibra de  $22.29 \mu\text{m}$ , un coeficiente de variación de 21.46%, un factor de confort de 90.08% y 40.89 grad/mm de índice de curvatura. Con respecto al efecto lugar, no halló diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura, aunque sí encontró en el coeficiente de variación. Para el efecto edad, reportó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todas las variables en estudio. Del mismo modo, el efecto sexo influyó estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) en las variables evaluadas, con excepción para el factor de confort ( $p > 0.05$ ). En conclusión, el autor señala que la edad y el sexo son factores determinantes en la calidad de fibra.

Cucho *et al.* (2018) realizaron una investigación titulada “Efecto de la esquila en la relación del diámetro de fibra e índice de curvatura en la fibra de alpacas Huacaya del CICAS La Raya” UNSAAC; trabajaron con alpacas de primera esquila, utilizaron OFDA 2000 para análisis de muestras de 588. En sus resultados reportaron diámetro medio de fibra de  $18.67 \pm 2.47 \mu\text{m}$ .

Mendoza (2017) trabajó sobre valoración genética de las alpacas en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS) “La Raya”, con la toma de datos desde 2009 hasta 2015, donde indica que no observó influencia relevante del sexo, pero sí encontró en la raza, donde el Suri presentó  $3.69 \mu\text{m}$  mayor que la raza Huacaya.

Vilcapaza (2014) realizó trabajo de investigación titulado “Determinación de la calidad de fibra de alpacas en diferentes zonas de muestreo en el CICAS La Raya - UNSAAC”; en sus resultados reporta promedio global de  $22.74 \mu\text{m}$  del diámetro de fibra para alpacas Huacaya,  $23.47 \%$  de coeficiente de variación,  $87.93 \%$  de factor de confort. Así mismo, comparó la calidad de fibra por zonas corporales: zona de cuello, paleta, costilla y anca. Para el diámetro de fibra encontró menor valor en la zona anca ( $21.98 \mu\text{m}$ ), seguido costilla ( $22.35 \mu\text{m}$ ), paleta ( $23.02 \mu\text{m}$ ), cuello ( $23.61 \mu\text{m}$ ).

### **3.2.Marco teórico conceptual**

#### **3.2.1.Situación actual de la población de alpacas**

La particularidad de la alpaca para adaptarse a diferentes climas ha permitido su distribución en muchos países del mundo. Actualmente, en más de 60 países del mundo se vienen criando estos camélidos. Durante las últimas décadas, la crianza de camélidos sudamericanos (CSA) ha despertado un gran interés debido a la experiencia de algunos pioneros que han logrado mejorar la composición genética de esta especie (MINAGRI, 2019).



Según estimaciones realizadas por el MINAGRI, en el año 2018 la población mundial de alpacas se elevó a más de 6 millones de unidades; Perú cuenta con mayor población de alpacas (71.7%), seguido Bolivia con (8.6%), tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**  
*Distribución mundial de las alpacas según país, año 2018.*

País	Alpacas	%
Perú	4,350,000	71.7
Bolivia	520,000	8.6
Australia	500,000	8.2
Estados Unidos	350,000	5.8
Países europeos	150,000	2.5
Canadá	55,000	0.9
Nueva Zelanda	45,000	0.7
Chile	38,000	0.6
Demás países	25,000	0.4
China	12,000	0.2
Sudáfrica	10,000	0.2
Ecuador	6,000	0.1
Israel	5,000	0.1
<b>Total</b>	<b>6,066,000</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** (MINAGRI, 2019).

Según los reportes del IV Censo Nacional Agropecuario CENAGRO (2012), en Perú la población de alpacas se concentra un total de 3,685,516 alpacas, de las cuales las alpacas de raza Huacaya con (78.9 %) ocupan mayor proporción que de las alpacas Suri (12.0 %). En el distrito de Ocongate, la población de camélidos sudamericanos domésticos es de 72,367, de las cuales las alpacas presentan 88% y llamas 12%. Las comunidades que se dedican a la crianza de alpacas son 13 comunidades. La población de alpacas en cada comunidad se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2***Población de alpacas en las 13 comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate*

Nº	Comunidades campesinas	Productores alpaqueros	Promedio de alpacas por familia	Población total de alpacas
1	Marampaqui	110	74	8,104
2	Upis	111	68	7,519
3	Pacchanta	101	66	6,638
4	Huayna Ausangate	94	64	6,045
5	Accocunca	71	70	4,983
6	Palcca	61	73	4,433
7	Mallma	47	94	4,428
8	Pampacancha	51	87	4,418
9	Mahuayani	46	84	3,854
10	Huacatinco	68	42	2,862
11	Chaupimayo	27	81	2,184
12	Llullucha	96	22	2,106
13	Checcaspampa	25	79	1,967
<b>Total</b>		<b>908</b>	<b>70</b>	<b>59,541</b>

**Fuente:** (PDL, 2012) Plan de Desarrollo Local Concertado del distrito de Ocongate 2012-2021

### **3.2.2. Importancia socioeconómica de camélidos sudamericanos (CSA)**

Los CSA representan la mayor riqueza ganadera y genética de las zonas altoandinas de América del Sur. Las dos especies domésticas, la alpaca y la llama son las principales fuentes de fibra, carne y productos secundarios como pieles y cueros, las cuales tienen muchos usos industriales y artesanales; asimismo, son la única fuente de ingresos para la economía y el mantenimiento de sus necesidades básicas (Fernández, 2005).

La principal fuente de producción y características económicas de la alpaca es su fibra, que hoy en día se considera una fibra exótica de alta calidad, y sus propiedades textiles tienen un precio más alto que la lana en el mercado mundial (Kadwell *et al.*, 2001).

El gobierno peruano considera la fibra de alpaca un producto estrella o bandera; pero existen grandes dificultades para promover la producción específica de fibras con las características requeridas por la industria textil, por lo que se debe iniciar el fortalecimiento de los procesos organizativos e impulsión de capacidades en los productores de alpaca (Yaranga, 2007).

### **3.2.3. Factores que afectan a la calidad de la fibra**

Los factores que influyen en la calidad de la producción de fibra en camélidos se clasifican en dos: factores externos (medioambientales) y factores internos (genéticos). Los factores externos que alteran la respuesta productiva en las alpacas son la nutrición, zona geográfica o lugar de pastoreo, periodicidad de esquila, pluviosidad y entre otros. Los factores internos que afectan el diámetro de la fibra resaltan la edad del animal, sexo, raza, estado de salud, estado fisiológico, condición corporal y color del vellón (Quispe *et al.*, 2013).

### **3.2.4. Características textiles y productivas de la fibra de alpaca**

Quispe *et al.* (2013), las características de la fibra de alpaca se clasifican en 2 divisiones; características productivas incluyen el (peso de vellón sucio y diámetro de fibra) y por otra parte las características textiles de la fibra (coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado) Asimismo, indican que existen otras características que definen la calidad de la fibra; porcentaje y tipos de medulación, resistencia a la compresión, punto de rotura, rendimiento al lavado y resistencia a la tracción. Olaguivel (1991) indica que el rendimiento de vellón de alpacas guarda relación con la longitud de la fibra y edad.

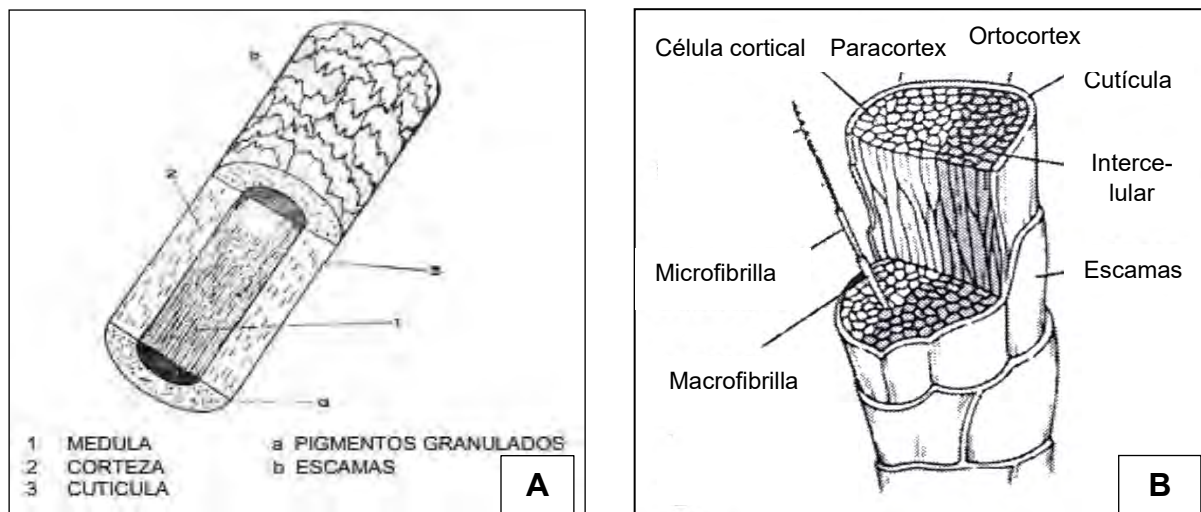
### 3.2.4.1.Fibra de alpaca

Lencinas y Torres (2010) indican que la fibra de alpaca es definida como una estructura organizada y compuesta principalmente de una proteína denominada queratina, todo eso cubre a la alpaca y puede provenir de las razas (Huacaya y Suri). Las mismas que tienen diferentes aspectos y presentan una variedad de tonalidades y combinaciones de los colores básicos: blanco, beige, cafés y negros.

Las fibras de alpaca se consideran especiales en la industria textil y los artículos confeccionados con ellas se consideran de lujo. La fibra de alpaca, como todas las fibras, son flexibles y suaves al tacto, poco inflamables, de bajo afieltramiento y poco alergénico (Quispe *et al.*, 2009). Al observar con microscopio la fibra de alpaca con un corte transversal, con aumento de 200x a 500x, observó tres capas: la cutícula, corteza y médula, estas se distribuyen de manera concéntrica (Bustinza V. , 2001).

**Figura 1**

*Estructura morfológica de la fibra de alpaca*



*Nota.* A) estructura morfológica de la fibra alpaca según capas; B) estructura de la corteza de la fibra de alpaca. **Fuente:** Adaptada de Lira (2000), Rodríguez (2000) citada por Melo (2021), Aruquipa (2015).

La composición química de la fibra: la queratina natural de la fibra es una proteína natural que presenta una composición química elemental: (50% de carbono), (16% de nitrógeno), (3.7% de azufre), (7% de hidrógeno) y (23.5% de oxígeno). La fibra de alpaca se distingue por poseer un mayor contenido de azufre, 4.19%. Otras características químicas son: la queratina es una materia córnea que no da cola por ebullición. Los álcalis se hinchan y acaban por disolverla. Sin embargo, son resistentes a la acción de los ácidos diluidos pese a que lo incrementa de tamaño (Lira, 2000).

Según las Norma Técnica Peruana (NTP) 231.301.2014 fibra de alpaca clasificada (2ª edición) vigente que clasifica en: alpaca súper baby ( $\leq 20 \mu\text{m}$ ), alpaca baby (20.1 a 23  $\mu\text{m}$ ), alpaca fleece (23.1 a 26.5  $\mu\text{m}$ ), alpaca médium fleece (26.6 a 31.5  $\mu\text{m}$ ), alpaca huarizo (29.1 a 31.5  $\mu\text{m}$ ), alpaca gruesa ( $>31.5 \mu\text{m}$ ). Asimismo, la NTP 231.301:2022 fibra de alpaca clasificada (3ª edición) actualizada y aprobada mediante resolución N° 023-2022 por INACAL, lo clasifica: ultrafina ( $<18 \mu\text{m}$ ), superfina (entre 18.1 y 20  $\mu\text{m}$ ), extrafina (entre 20.1 y 26.5  $\mu\text{m}$ ), semifina (entre 26.6 y 29  $\mu\text{m}$ ), semi gruesa (entre 29.1 y 31.5  $\mu\text{m}$ ) y gruesa ( $>31.5 \mu\text{m}$ ) y NTP 231.300:2019 fibra de alpaca en vellón (INACAL, 2022).

#### 3.2.4.2. Tipos de fibra

Según Minola y Goyenechea (1975), las fibras de muchos mamíferos se conocen generalmente como “fibra”, aunque en algunos casos se utilizan denominaciones específicas:

- ✓ **Lana:** es la cobertura ondulada y aserrada que crece por toda la superficie de la piel de ovino.
- ✓ **Pelo:** filamento corneo muy delgado que crece entre los poros de la piel de casi todos los mamíferos, es una hebra delgada de la lana, seda, entre otras. Se encuentran en la lana y se caracterizan por tener médula.

- ✓ **Fibra:** se refiere a cada uno de los filamentos de un tejido orgánico, la fibra de alpaca es producto de la secreción de los folículos, la fibra de alpaca se distingue de la lana de ovino por tener médula.
- ✓ **Kemp:** es un término en inglés que se refiere a una fibra blanca, lacia, opaca, gruesa y no filtrante sin elasticidad que tiene una médula central gruesa y con intersticios huecos. Su presencia en la lana es completamente indeseable porque no toma tintes.
- ✓ **Breech:** es un término en inglés que se refiere a la fibra de lana altamente medulada, gruesa y larga que crece principalmente en las piernas, pero también puede crecer en otras zonas del vellón.

#### 3.2.4.3. Diámetro de la fibra de alpaca

El diámetro de la fibra (DF) se refiere al grosor cuando se hace un corte transversal (Gillespie y Flanders, 2010). Se mide en micrones (micras,  $\mu\text{m}$ ), que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, 2010; Poppi y McLennan, 2010; Rowe, 2010). El diámetro de fibra es extensamente reconocido como la característica más importante de la fibra (Lee *et al.*, 2001; Edriss *et al.*, 2007; Kelly *et al.*, 2007; Rowe, 2010). Por consiguiente, las fibras más finas se pueden transformar en hilos que se pueden utilizar para la confección de amplia variedad de productos textiles (Warn *et al.*, 2006; Rowe, 2010). Asimismo, con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos suaves con pesos ligeros (Cottle, 2010).

Aylan-Parker y McGregor (2002) mencionan que para evaluar la fibra de alpaca se toman muestras de la zona media a la altura de la décima costillar, porque es la zona más representativa para medir el diámetro de la fibra. En la tabla 3, 4, 5 y 6, se muestran reportes del diámetro promedio y desviación estándar de fibra de alpacas según sexo, edad y lugar.

**Tabla 3**

*Reportes del promedio general del diámetro de fibra (DF) de alpacas en diferentes lugares.*

<b>Autor</b>	<b>DF (μm) (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	21.51	Zonas agroecológicas – Puno - Perú
Quispe (2020)	23.38 ± 3.16	Comunidad Originaria Chacaltaya - La Paz-Bolivia.
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	19.71 ± 3.82	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
Cutiri (2019)	20.20 ± 3.52	Comunidades Llullucha, Palcecca, Accocunca – Ocongate- Quispicanchi – Cusco - Perú.
Barrionuevo (2019)	19.82 ± 2.78	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui- Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
Cañari (2018)	22.29 ± 4.16	CICAS La Raya – Cusco – Perú. Fundo Puycutani - Nuñoa – Puno – Perú.
Machaca <i>et al.</i> (2017)	23.09 ± 0.31	Cotaruse – Apurímac – Perú.
Aruquipa (2015)	22.84 ± 2.27	Catacora, La Paz – Bolivia.
Siña (2012)	23.50 ± 2.71	Susapaya – Tara – Tacna – Perú.
Lupton <i>et al.</i> (2006)	27.85 ± 5.35	Estados Unidos (EE.UU.).
McGregor (2006)	24.0 a 29.9	Australia
Wuliji <i>et al.</i> (2000)	26.4 a 30.5	Nueva Zelanda

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

**Tabla 4***Reportes del diámetro de fibra (DF) de alpacas según factor del sexo*

<b>Autor</b>	<b>Sexo</b>	<b>DF (<math>\mu\text{m}</math>) (Media <math>\pm</math> DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	Macho	19.63 $\pm$ 0.11	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
	Hembra	21.65 $\pm$ 0.05	
Málaga <i>et al.</i> (2022)	Macho	21.45 $\pm$ 0.09	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
	Hembra	21.91 $\pm$ 0.06	
Quispe (2020)	Macho	22.33 $\pm$ 2.82	Comunidad Originaria Chacaltaya - La Paz -Bolivia.
	Hembra	23.85 $\pm$ 3.54	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Macho	18.80	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	18.99	
Cutiri (2019)	Macho	19.82 $\pm$ 3.43	Comunidades Llullucha, Palccca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Hembra	20.58 $\pm$ 3.61	
Barrionuevo (2019)	Macho	19.40 $\pm$ 2.66	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui – Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	19.79 $\pm$ 2.99	
Cañari (2018)	Macho	21.81 $\pm$ 4.92	CICAS La Raya – Cusco – Perú. Fundo Puycutani - Nuñoa – Puno – Perú.
	Hembra	22.90 $\pm$ 3.76	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Macho	23.79 $\pm$ 0.50	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Hembra	22.79 $\pm$ 0.40	
Aruquipa (2015)	Macho	23.08 $\pm$ 3.25	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Hembra	22.59 $\pm$ 2.47	
Siña (2012)	Macho	23.45 $\pm$ 2.70	Susapaya – Tara – Tacna – Perú
	Hembra	22.55 $\pm$ 2.73	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Macho	27.1	Estados Unidos (EE. UU.).
	Hembra	26.2	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.



**Tabla 5***Reportes del diámetro de fibra DF (micras) de alpacas según edad*

<b>Autor</b>	<b>DL</b>	<b>2D</b>	<b>4D</b>	<b>BLL</b>	<b>Lugar de estudio</b>
	<b>(X ± DS)</b>	<b>(X ± DS)</b>	<b>(X ± DS)</b>	<b>(X ± DS)</b>	
Larios <i>et al.</i> (2023)	18.99±0.07	21.05±0.12	21.85±0.10	23.33±0.07	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
Málaga <i>et al.</i> (2022)	20.10±0.07	21.24±0.08	22.25±0.08	23.29±0.08	Zona agroecológica seca -Altiplano peruano
Quispe (2020)	22.70±2.55	25.11±3.97	24.33±2.96	24.43±3.82	Comunidad Originaria Chacaltaya - La Paz-Bolivia.
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	17.12	18.81	19.41	20.39	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
Cutiri (2019)	17.33±2.60	20.24±3.71	21.14±3.83	22.10±3.93	Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
Barrionuevo (2019)	17.92±1.68	19.71±1.79	21.52±2.03	25.16±2.73	Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
Machaca <i>et al.</i> (2017)	21.61±0.65	22.22±0.63	23.87±0.71	24.32±0.46	Cotaruse – Apurímac - Perú
Aruquipa (2015)	20.30±1.93	22.30±2.02	23.47±2.39	25.30±2.62	Catacora, La Paz - Bolivia.
Lupton <i>et al.</i> (2006)	24.3	26.5	30.1		Estados Unidos (EE.UU.).

*Nota:* Elaboración propia. X: media del diámetro de fibra, DS: desviación estándar, DL: diente leche, 2D: dos dientes, 4D: cuatro dientes, BLL: boca llena.

**Tabla 6***Reportes del diámetro de la fibra (DF) de alpacas según el lugar*

<b>Autor</b>	<b>Procedencia</b>	<b>DF (µm) (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	Húmeda Seca	20.32±0.06 22.70±0.07	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
Málaga <i>et al.</i> (2022)	Melgar Chucuito Puno El Collao Lampa San Román	20.86±0.17 21.32±0.9 21.92±0.09 21.93±0.08 21.93±0.07 22.33±0.11	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Mallma Palcca Pampacancha Upis	19.71 18.42 18.10 19.40	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
Cutiri (2019)	Llullucha Palcca Accocunca	20.41±3.42 20.34±3.60 19.86±3.55	Comunidades Llullucha, Palccca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
Barrionuevo (2019)	Accocunca Huayna Ausangate Marampaqui Palcca	19.11±2.40 19.57±2.98 19.16±2.70 21.45±3.04	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui – Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Iscahuaca Pampamarca Pilluni Quillcaccasa SMMestizas	21.9±0.62 24.5±0.45 23.5±0.61 23.2±0.54 24.2±0.61	Cotaruse – Apurímac - Perú
Aruquipa (2015)	Catacora Pairumani	22.73±3.02 22.95±2.75	Catacora, La Paz - Bolivia.

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

**Tabla 7***Reportes de la desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF) según sexo, edad y lugar*

<b>Autor</b>	<b>Descripción</b>	<b>DSDF (micras)</b>		<b>Lugar de estudio</b>
		<b>Macho</b>	<b>Hembra</b>	
Condori (2019)	<b>Sexo</b>	5.34	5.60	Andagua - Castilla – Arequipa.
	Huamantirca	5.22	5.50	
	Charcca 1	5.37	5.82	
	Callhua	5.18	5.54	
	Charcca 2	5.94	5.98	
Cutiri (2019)	<b>Sexo</b>	3.43	3.61	Comunidades Llullucha, Palcca, Accocunca – Ocongate - Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Llullucha		3.42	
	Palcca		3.60	
	Accocunca		3.55	
	DL		2.60	
	2D		3.71	
	4D		3.83	
	BLL		3.93	
(Aruquipa, 2015)	<b>Sexo</b>	3.25	2.47	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Catacora		3.02	
	Pairumani		2.75	
	DL		1.93	
	2D		2.02	
	4D		2.39	
	BLL		2.62	

*Nota.* Elaboración propia. DL: diente leche, 2D: dos dientes, 4D: cuatro dientes, BLL: boca llena.

#### **3.2.4.4. Coeficiente de variación del diámetro de fibra**

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) es una medida de la heterogeneidad del DF dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, como resultado, su magnitud está expresada en porcentaje. Indican también que un vellón con CVDF más bajo indica una mayor uniformidad del diámetro de fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

Según Quispe *et al.* (2009), indican que el coeficiente de variabilidad no debe superar el 24%, porque es el límite para rendimientos textiles que se ajustan a su diámetro y se relacionan con el rendimiento del hilado, también conocido como finura al hilado. En la tabla 8, 9 y 10, se muestran reportes de coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpacas según sexo, edad y lugar.

**Tabla 8**

*Reportes de coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) de las alpacas según sexo*

<b>Autor</b>	<b>Sexo</b>	<b>CVDF (%) (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	Macho	22.08±0.06	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
	Hembra	21.49±0.03	
Málaga <i>et al.</i> (2022)	Macho	24.54±0.06	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
	Hembra	24.12±0.09	
Quispe (2020)	Macho	28.22±3.79	Comunidad Originaria Chacaltaya - La Paz-Bolivia.
	Hembra	27.09±4.01	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Macho	21.88	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	21.13	
Cutiri (2019)	Macho	21.24±3.61	Comunidades Llullucha, Palcecca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Hembra	21.02±3.59	
Barrionuevo (2019)	Macho	23.49±2.76	Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	23.60±3.28	
Cañari (2018)	Macho	22.06±1.90	CICAS La Raya – Cusco – Perú. Fundo Puycutani - Nuñoa – Puno – Perú.
	Hembra	21.44±2.15	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Macho	23.13±0.32	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Hembra	22.30±0.21	
Aruquipa (2015)	Macho	21.97±3.45	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Hembra	21.93±3.74	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Macho	24.0	Estados Unidos (EE. UU.).
	Hembra	24.7	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

**Tabla 9***Reportes del coeficiente variación del diámetro (porcentaje) de fibra de alpacas según edad*

<b>Autor</b>	<b>DL</b> <b>(X ± DS)</b>	<b>2D</b> <b>(X ± DS)</b>	<b>4D</b> <b>(X ± DS)</b>	<b>BLL</b> <b>(X ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	21.99±0.05	22.16±0.08	21.47±0.07	21.12±0.05	Puno – Perú
Málaga <i>et al.</i> (2022)	25.12±0.08	24.43±0.08	24.13±0.08	23.55±0.08	Zona agroecológica seca -Altiplano peruano
Quispe (2020)	28.17±3.76	25.74±3.24	26.28±3.54	27.36±4.47	Comunidad Originaria Chacaltaya - La Paz- Bolivia.
Llactahuam ani <i>et al.</i> (2020)	21.02	21.69	22.02	20.99	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
Cutiri (2019)	21.74±4.40	20.90±3.30	21.51±3.30	20.35±3.40	Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
Barrionuevo (2019)	23.47±3.04	23.76±2.85	23.13±2.92	24.54±4.40	Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
Machaca <i>et al.</i> (2017)	23.68±0.35	23.04±0.39	21.46±0.34	22.22±0.30	Cotaruse – Apurímac - Perú
Aruquipa (2015)	21.25±3.76	21.72±3.46	22.23±3.59	22.58±3.47	Catacora, La Paz - Bolivia.
Lupton <i>et al.</i> (2006)	25.0	24.4	23.6		Estados Unidos (EE.UU.).

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar, X: media, DL: diente leche, 2D: dos dientes, 4D: cuatro dientes, BLL: boca llena.

**Tabla 10***Reportes de coeficientes de variación del diámetro de fibra (CVDF) de alpacas según lugar*

<b>Autor</b>	<b>Procedencia</b>	<b>CVDF (%) (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	Húmeda	21.57±0.04	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
	Seca	21.67±0.05	
Málaga <i>et al.</i> (2022)	Melgar	22.11±0.18	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
	Chucuito	25.14±0.09	
	Puno	25.08±0.09	
	El Collao	25.59±0.09	
	Lampa	24.72±0.07	
	San Román	23.04±0.11	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Mallma	21.21	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Palcca	21.79	
	Pampacancha	21.13	
	Upis	21.42	
Cutiri (2019)	Llullucha	20.88±3.57	Comunidades Llullucha, Palcca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Palcca	21.19±3.84	
	Accocunca	21.31±3.39	
Barrionuevo (2019)	Accocunca	23.45±2.89	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui – Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Huayna	23.56±2.99	
	Ausangate	23.72±3.35	
	Marampaqui	23.56±3.31	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Iscahuaca	22.39±0.46	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Pampamarca	21.33±0.97	
	Pilluni	22.46±0.31	
	Quillcaccasa	22.66±0.34	
	SMMestizas	23.11±0.38	
Aruquipa (2015)	Catacora	21,81±3.54	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Pairumani	22,09±3.65	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

### 3.2.4.5. Factor de confort

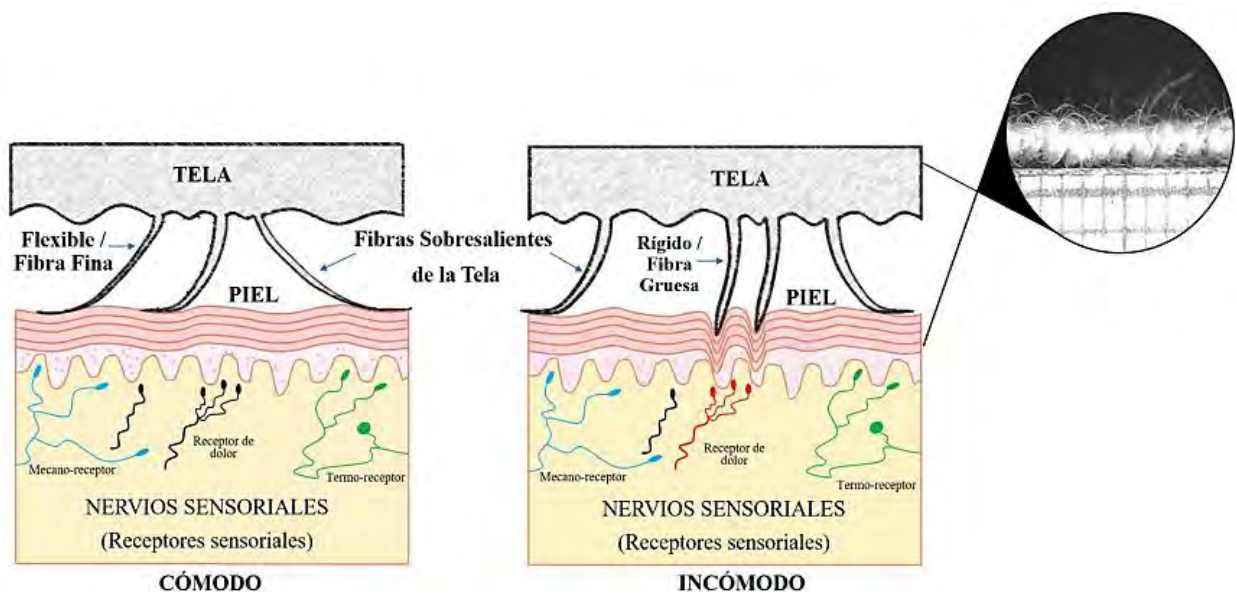
El factor de confort (FC) se refiere al porcentaje de las fibras con un diámetro inferior a 30 micras que tiene un vellón y también es conocido como factor de comodidad. Si más de 5% de fibras son mayores a 30 micras, las prendas confeccionadas con ella se vuelven incómodas para el

uso a causa de la sensación de irritación o picazón que puede experimentar el consumidor en su piel (McLennan y Lewer, 2005).

La industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 90% con un factor de picazón igual o menor a 5%, estos parámetros valoran los intercambios de sensación entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2008).

## Figura 2

*Reacción de la piel al contacto con las puntas sobresalientes del tejido*



*Nota.* Interacción entre el tejido, los terminales de la fibra y la piel, que expresan la relevancia del factor de confort. **Fuente:** adaptada de Frank *et al.* (2017) citada por Barreda (2020). En la tabla 11, 12 y 13, se muestran reportes del factor de confort de fibra de alpacas según sexo, edad y lugar.

**Tabla 11***Reportes del factor de confort (FC) de fibra de alpacas según sexo*

<b>Autor</b>	<b>Sexo</b>	<b>FC (%) (X- EE)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Málaga <i>et al.</i> (2022)	Macho	91.45±0.25	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
	Hembra	91.02±0.17	
Quispe (2020)	Macho	89.78±7.92	Comunidad Originaria Chacaltaya - La Paz-Bolivia.
	Hembra	85.55±12.21	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Macho	96.49	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	97.33	
Cutiri (2019)	Macho	94.99±6.66	Comunidades Llullucha, Palcecca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Hembra	94.79±8.34	
Barrionuevo (2019)	Macho	96.30±5.20	Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	95.40±6.72	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Macho	87.41±3.39	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Hembra	91.23±2.66	
Aruquipa (2015)	Macho	91.17±10.33	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Hembra	93.16±5.93	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Macho	70.6	Estados Unidos (EE. UU.).
	Hembra	73.0	

*Nota.* Elaboración propia. X: media, E.E: error estándar.



**Tabla 12***Reportes del factor de confort (FC) de fibras de alpacas según edad*

<b>Autor</b>	<b>DL</b> <b>(X % ± DS)</b>	<b>2D</b> <b>(X % ± DS)</b>	<b>4D</b> <b>(X % ± DS)</b>	<b>BLL</b> <b>(X % ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Málaga <i>et al.</i> (2022)	94.33±0.22	92.53±0.22	90.22±0.23	87.60±0.22	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
Quispe (2020)	90.97±6.42	80.84±13.85	84.04±10.49	83.19±14.30	Comunidad Chacaltaya - La Paz - Bolivia.
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	99.28	97.92	96.11	95.15	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
Cutiri (2019)	99.01±5.93	95.56±5.91	94.21±7.70	90.76±10.44	Ocongate – Quispicanchi - Cusco-Perú.
Machaca <i>et al.</i> (2017)	92.38±4.42	92.02±4.14	88.13±4.88	86.45±3.21	Cotaruse – Apurímac - Perú
Aruquipa (2015)	97.13±2.94	94.50±5.38	91.07±8.27	85.99±10.64	Catacora, La Paz - Bolivia.
Lupton <i>et al.</i> (2006)	82.7	74.1	58.6		Estados Unidos (EE.UU.).

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar, X: media, DL: diente leche, 2D: dos dientes, 4D: cuatro dientes, BLL: boca llena.

**Tabla 13***Reportes del factor de confort (FC) de la fibra de alpacas según lugar*

<b>Autor</b>	<b>Procedencia</b>	<b>FC % (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Málaga <i>et al.</i> (2022)	Melgar	93.59±0.51	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
	Chucuito	91.35±0.25	
	Puno	90.73±0.25	
	El Collao	90.61±0.23	
	Lampa	90.76±0.19	
	San Román	90.01±0.32	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Mallma	96.49	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Palcca	98.37	
	Pampacancha	97.30	
	Upis	96.69	
Cutiri (2019)	Llullucha	94.66±7.32	Comunidades Llullucha, Palccca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Palcca	94.56±8.00	
	Accocunca	95.46±7.17	
Barrionuevo (2019)	Accocunca	97.05±3.68	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui – Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Huayna Ausangate	95.82±6.36	
	Marampaqui	96.00±6.05	
	Palcca	92.71±8.66	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Iscahuaca	92.98±4.13	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Pampamarca	85.97±4.73	
	Pilluni	87.32±4.18	
	Quillcaccasa	95.86±3.36	
	SMMestizas	84.20±4.10	
Aruquipa (2015)	Catacora	92.52±8.41	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Pairumani	91.80±8.54	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

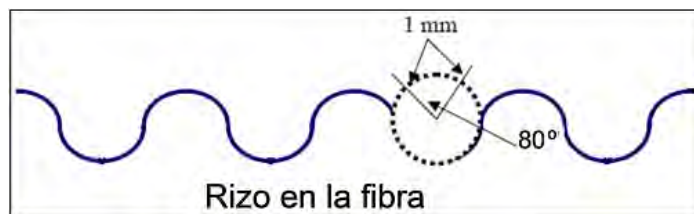
### 3.2.4.6. Índice de curvatura de la fibra

El índice de curvatura (IC) de la fibra de alpaca es una característica textil adicional que se puede ser utilizada para describir la propiedad espacial de una gran cantidad de fibras de lana. Esta característica de las fibras textiles resulta de ganancia para los productores de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizados a sus fibras y filamentos para aumentar la densidad de sus productos textiles (Fish *et al.*, 1999). Se puede determinar la medida del IC utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan (Quispe *et al.*, 2008). En las últimas décadas, el rizo está siendo determinado en términos de curvatura, que indica la frecuencia de rizados que existe en la fibra o como el número de rizados por unidad de longitud (McGregor y Butler, 2004).

Según Holt (2006), indica que la curvatura de los rizados está relacionada con la frecuencia de los rizados, cuando el IC es inferior a 20 grad/mm, se considera curvatura baja. Si el IC se encuentra entre el rango de 40 – 50 grad/mm, indica que la curvatura es media y el IC es mayor a 50 grad/mm, se describe como una curvatura alta.

**Figura 3**

*Representación bidimensional de la forma de una fibra de lana*



**Fuente:** Tomado de Fish *et al.* (1999).

La forma de la fibra puede ser presentada en una forma de onda bidimensional, debido a que la mayor parte de la curvatura ocurre en un plano y tiene la flexión de la mayor contribución (Fish *et al.*, 1999). En la tabla 14, 15 y 16, se muestran reportes de índice de curvatura de la fibra.

**Tabla 14***Reportes del índice de curvatura de la fibra (IC) de alpacas según sexo*

<b>Autor</b>	<b>Sexo</b>	<b>IC (°/mm) (X- EE)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	Macho	39.12±0.27	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
	Hembra	40.58±0.13	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Macho	35.32	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	37.56	
Barrionuevo (2019)	Macho	33.43±4.74	Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Hembra	33.18±5.30	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Macho	33.76±1.13	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Hembra	38.23±0.97	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Macho	32.8	Estados Unidos (EE. UU.).
	Hembra	33.4	

*Nota.* Elaboración propia. X: media, E.E.: error estándar, °/mm: grados por milímetro.

**Tabla 15***Reportes del índice de curvatura (IC) de la fibra de alpacas según edad*

<b>Autor</b>	<b>Edad</b>	<b>IC (°/mm) (media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	DL	39.07±0.20	Zonas agroecológicas – Puno – Perú
	2D	40.72±0.36	
	4D	42.72±0.29	
	BLL	40.26±0.20	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	DL	39.14	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	2D	35.46	
	4D	32.47	
	BLL	38.65	
Barrionuevo (2019)	DL	34.07±4.96	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui -Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	2D	34.60±5.10	
	4D	31.72±4.25	
	BLL	28.70±4.78	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	DL	33.35±1.31	Cotaruse – Apurímac - Perú
	2D	40.19±1.43	
	4D	38.60±1.61	
	BLL	35.66±1.50	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	1 año	34.6	Estados Unidos (EE. UU.).
	2 años	33.7	
	>2 años	31.0	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar, DL: diente leche, 2D: dos dientes, 4D: cuatro dientes, BLL: boca llena.

**Tabla 16***Reportes del índice curvatura (IC) de fibra de alpacas según lugar*

<b>Autor</b>	<b>Procedencia</b>	<b>IC (°/mm) (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Larios <i>et al.</i> (2023)	Húmeda	40.30±0.15	Zona agroecológica seca - Altiplano peruano
	Seca	40.28±0.19	
Llactahuamani <i>et al.</i> (2020)	Mallma	30.97	Ocongate – Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Palcca	36.67	
	Pampacancha	37.84	
	Upis	40.14	
Barrionuevo (2019)	Accocunca	32.69±4.16	Comunidades Accocunca, Huayna Ausangate, Palcca, Marampaqui – Ocongate - Quispicanchi – Cusco – Perú.
	Huayna	34.08±5.45	
	Ausangate	33.57±5.52	
	Marampaqui	33.57±5.52	
	Palcca	32.42±5.30	
Machaca <i>et al.</i> (2017)	Iscahuaca	36.97±1.31	Cotaruse – Apurímac - Perú
	Pampamarca	31.43±4.01	
	Pilluni	35.38±1.57	
	Quillcaccasa	43.07±1.34	
	SMMestizas	33.46±1.36	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	USA	33.16	Estados Unidos (EE. UU.).

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar, °/mm: grados por milímetro.

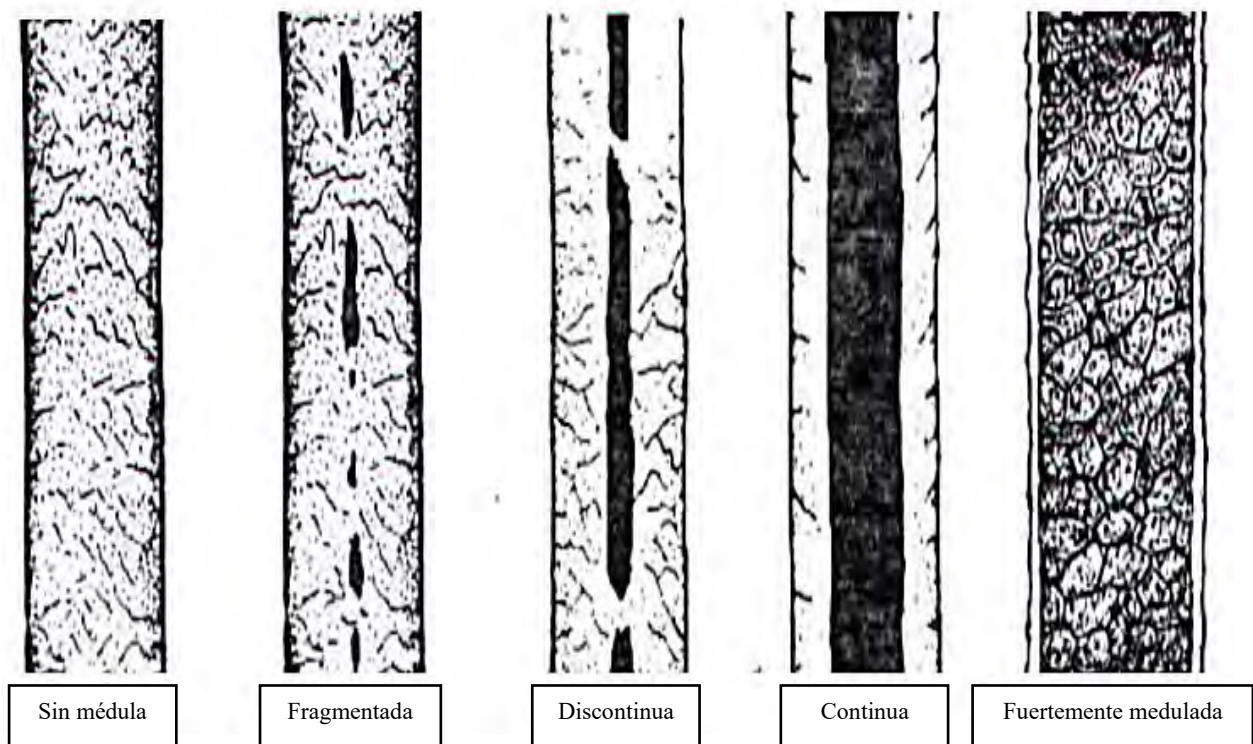
### 3.2.4.7. Porcentaje de medulación de la fibra

La fibra de alpaca presenta tres compartimientos (cutícula, corteza y médula). Esta última, la médula es la parte central de la fibra que tiene un vacío medular (hueco) lleno de aire, con presencia o ausencia de la médula. Pinares *et al.* (2018) clasificó en cinco categorías en el siguiente orden (sin médula, fragmentada, discontinua, continua y fuertemente medulada) (Figura 4). En su mayoría, las fibras finas no tienen médulas; sin embargo, las fibras gruesas en su mayoría poseen médulas continuas, hasta muy amplias. Esta sucede justamente durante la queratinización, cuando se rompen las células en forma total dejando un canal hueco en el centro de la fibra (Manso, 2011; Villarroel, 1963).

Según Pinares y Quispe (2024) indican que las fibras que tienen médula continua o están fuertemente meduladas suelen ser consideradas fibras objetables no deseables para la industria textil. Así mismo, mencionan que un porcentaje elevado de este tipo de fibras puede perjudicar tanto el proceso como el rendimiento textil de la fibra de alpaca.

**Figura 4**

*Clasificación de tipos de fibra de alpaca de acuerdo a la presencia de médula*



**Fuente:** Adaptada de Villarroel (1963) citada por Pinares *et al.* (2018).

Las formas transversales de médulas son (arriñonadas, ovoides, irregulares y en formas similares a S y T), las fibras con diámetro de 30 a 60  $\mu\text{m}$  presentan médulas y las fibras de 15 a 20  $\mu\text{m}$  no presentan medulas (Bustinza V. , 2001).

Según Balasingam y Mahar (2005), la medulación para la industria textil, constituye un problema serio durante su industrialización, más que todo en el teñido, ya que la médula da una

mayor refracción de luz en las fibras de alpaca meduladas teñidas, haciendo parecer más claras que las fibras no meduladas teñidas. Asimismo, Quispe *et al.* (2013) mencionan que las fibras meduladas no absorben totalmente las sustancias colorantes con la misma capacidad, pero las fibras no medulas o parcialmente medulas sí absorben. En la tabla 17, 18 y 19, se muestran reportes del porcentaje de medulación de fibra de alpacas según sexo, edad y lugar.

**Tabla 17**

*Reportes del porcentaje de medulación de fibra (PM) de alpacas según sexo*

Autor	Sexo	PM (%)	Lugar de estudio
		(media $\pm$ DS)	
Pinares y Quispe (2024)	Macho	30.17	Pitumarca y Maranganí de la provincia de Canchis, departamento de Cusco, Perú.
	Hembra	34.15	
Cutiri (2019)	Macho	36.40 $\pm$ 24.39	Comunidades Llullucha, Palecca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Hembra	42.60 $\pm$ 24.68	
(Aruquipa, 2015)	Macho	26.29 $\pm$ 7.41	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Hembra	25.86 $\pm$ 7.55	
Contreras (2009)	Macho	68.46 $\pm$ 4.96	Huancavelica – Perú.
	Hembra	73.80 $\pm$ 2.55	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

**Tabla 18***Reportes del porcentaje de medulación en las fibras (PM) de alpacas según edad*

<b>Autor</b>	<b>DL</b> <b>(X % ± DS)</b>	<b>2D</b> <b>(X % ± DS)</b>	<b>4D</b> <b>(X% ± DS)</b>	<b>BLL</b> <b>(X% ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Pinares y Quispe (2024)	26.46	33.82	35.38	39.10	Pitumarca y Maranganí de la provincia de Canchis, departamento de Cusco, Perú.
Bustinza (2023)	24.40	30.57	31.29	33.59	Carabaya – Puno – Perú.
Cutiri (2019)	31.20±23.19	35.32±23.36	48.94±26.30	42.55±23.45	Comunidades Llullucha, Palecca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
Aruquipa (2015)	20.30±4.87	25.57±6.53	28.34±7.33	30.08±7.01	Catacora, La Paz - Bolivia.
Contreras (2009)	57.40±3.62	69.49±4.43	78.91±4.20	78.73±5.30	Huancavelica – Perú.

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar, X: media de PM, DL: diente leche, 2D: dos dientes, 4D: cuatro dientes, BLL: boca llena.



**Tabla 19***Reportes del porcentaje de medulación en las fibras (PM) de alpacas según lugar*

<b>Autor</b>	<b>Procedencia</b>	<b>PM % (Media ± DS)</b>	<b>Lugar de estudio</b>
Pinares y Quispe (2024)	Toxaccota	34.72	Pitumarca y Marangani de la provincia de Canchis, departamento de Cusco, Perú.
	Marangani	22.66	
	Pitumarca	25.92	
	La Raya	37.45	
Cutiri (2019)	Llullucha	43.03±23.90	Comunidades Llullucha, Palcca, Accocunca – Ocongate – Quispicanchi – Cusco - Perú.
	Palcca	38.35±23.71	
	Accocunca	37.13±26.00	
Aruquipa (2015)	Catacora	25.16±7.03	Catacora, La Paz - Bolivia.
	Pairumani	27.03±7.82	
Contreras (2009)	Pukacajaja	69.61±3.19	Huancavelica – Perú.
	Choclococha	69.59±3.91	
	Sallecca santa ana	96.50±8.60	
	Pucapampa	81.86±11.17	
	Alto andino	74.16±8.37	
	Tansiri	65.40±8.05	
	Pastales huando	49.51±5.49	
	Santa Barbara	62.43±5.29	

*Nota.* Elaboración propia. DS: desviación estándar.

### **3.2.5. Medición de diámetro de la fibra**

#### **3.2.5.1. Analizador óptico del diámetro de fibra (OFDA 2000)**

El OFDA 2000 es un instrumento portátil basado en la tecnología de análisis óptico utilizado en la producción, es capaz de medir las características textiles de las fibras a lo largo de las mechas sucias en tiempo real aplicando factor de corrección por grasa y es eficaz en programa de mejoramiento genético en alpacas (Ormachea, 2012).

Requiere de un calibrador de fibra poliéster para fibras de alpaca, un calibrador de temperatura y humedad relativa que se debe ajustar según las condiciones ambientales de las instalaciones y de esta manera las muestras son previamente acondicionadas al medio ambiente (McColl, 2004). El OFDA 2000 está constituido de una forma muy robusta. Tiene excelente velocidad en procesar datos. Posee alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales, equipado con Windows 98, pesa 17 kg y es fácil transportable (Baxter y Cottle, 2010). Con este instrumento se pueden determinar las siguientes mediciones: DF, CV, SD, LM, finura al hilado, IC, FC, perfil de diámetros a lo largo de la mecha y posición del punto más fino (Elvira, 2005).

##### ***3.2.5.1.1. Modos de usos de OFDA 2000***

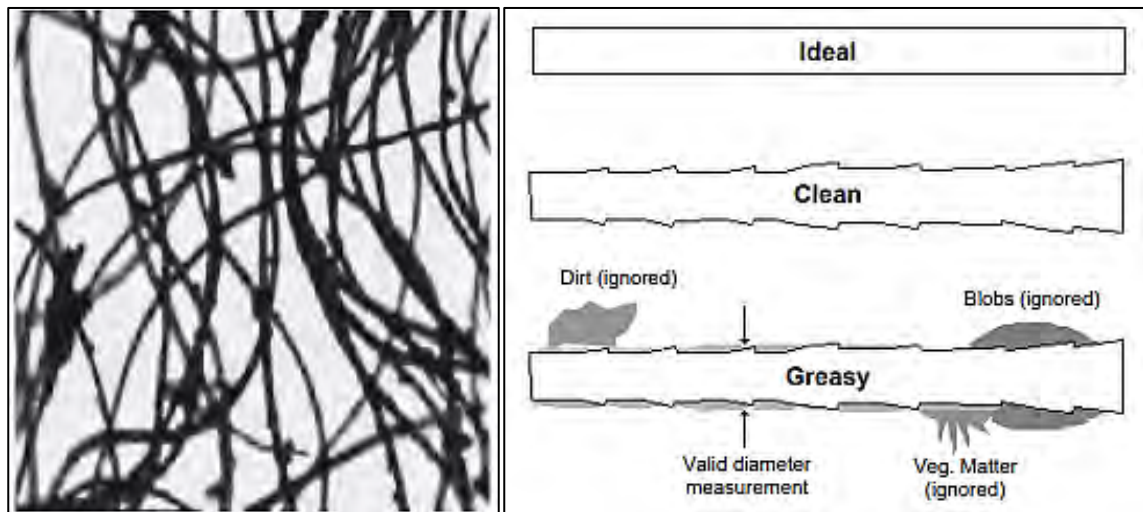
Bajo este modo, el instrumento mide sobre mechas de lana grasienta y traduce sus lecturas a lana limpia. Su calibración es diferente al OFDA 1000, y se emplean patrones de fibra poliéster para obtener los parámetros de la curva. Puede trabajar del siguiente modo en el laboratorio:

- ✓ Para planes de mejora genética.
- ✓ Finura OFDA + perfiles.
- ✓ Finura OFDA + Provino.

El OFDA, mediante su software desarrollado para analizar cada una de las imágenes microscópicas, descarta posibles puntos de medición, donde encuentra asociado tierras, materiales vegetales, “globos” o coberturas de grasa desparejas, sólo mide donde los bordes están paralelos (Elvira, 2005).

**Figura 5**

*Cómo mide el equipo OFDA 2000 la cobertura de la fibra*



**Fuente:** (Elvira, 2005).

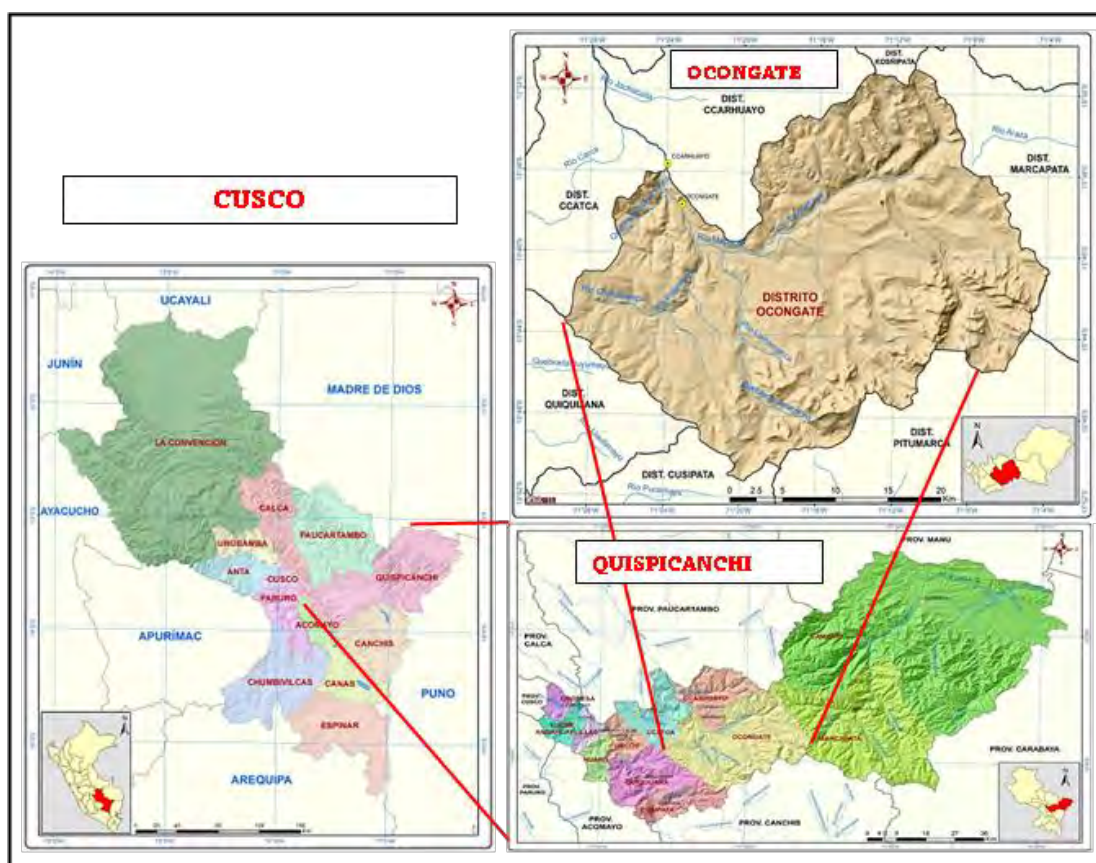
## IV. DISEÑO DEL ESTUDIO

### 4.1.Lugar de estudio

El estudio se realizó en el distrito de Ocongate que se encuentran por encima de 3,540 msnm, entre latitud  $13^{\circ}37'.24''S$  y longitud  $71^{\circ}23'07'' W$ , el área total es de 952.66 km<sup>2</sup>. El promedio de la temperatura anual oscila entre 9 a 16°C y la precipitación anual es de 600 a 800 milímetros. El distrito de Ocongate está ubicado en el tramo sur de la carretera interoceánica Perú – Brasil. Las muestras extraídas fueron de las comunidades alpaqueras que se encuentran entre 3819 a 4315 metros sobre nivel del mar (PDLIC, 2020).

**Figura 6**

*Ubicación del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi y región Cusco.*



Fuente: (Molina, 2022).

#### 4.2.Ubicación política del ámbito de estudio

- ✓ Región : Cusco
- ✓ Provincia : Quispicanchi
- ✓ Distrito : Ocongate

#### 4.3.Ubicación geográfica de las comunidades de estudio

**Tabla 20**

*Ubicación geográfica con coordenadas UTM de las comunidades del estudio del distrito de Ocongate*

Comunidades del estudio			
Comunidad	Latitud "S"	Longitud "O"	Altitud (msnm)
Pacchanta	13°43'02.60"	71°14'31.93"	4315
Upis	13°42'51.57"	71°18'18.25"	4262
Huacatinco	13°42'47.79"	71°27'37.73"	3990
Pampacancha	13°37'51.43"	71°16'16.51"	3951
Mahuayani	13°36'20.86"	71°13'47.79"	4068
Accocunca	13°43'42.82"	71°22'23.64"	4063
Chaupimayo	13°39'01.59"	71°17'29.07"	3905
Huayna Ausangate	13°44'41.60"	71°19'46.81"	4133
Llullucha	13°39'40.85"	71°26'28.08"	3895
Mallma	13°36'20.04"	71°12'24.76"	4140
Palcca	13°43'53.21"	71°24'43.52"	3903
Checcaspampa	13°39'24.98"	71°18'35.95"	3819
Marampaqui	13°40'38.48"	71°14'30.33"	4156

**Fuente:** Google Earth Pro (2025).

#### 4.4.Materiales y equipos de estudio

##### 4.4.1. Material biológico

Se trabajó con 1500 muestras extraídas de costillar medio de alpacas Huacaya color blanco de ambos sexos, considerando la categorización por edades (DL, 2D, 4D y BLL). No se consideró a aquellos animales que presentaban defectos genéticos (ojos zarcos, vellón manchado, prognatismos, orejas cortas, etc.) y que no se ajusten a la raza o color establecido, ni a los animales con enfermedades mortales que existen en las comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate.

#### **4.4.2. Materiales auxiliares de campo**

- ✓ Tablero con hojas de registros
- ✓ Bolsa de polietileno 5" x 10"
- ✓ Tijeras curvo
- ✓ Bolígrafos
- ✓ Sogas
- ✓ Etiquetas
- ✓ Cinta adhesiva
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Botas
- ✓ Mameluco
- ✓ Aretes

#### **4.4.3. Materiales y equipos en el laboratorio para análisis de la fibra**

##### **a. Materiales de laboratorio**

- ✓ Microtomo
- ✓ Pinza
- ✓ Cuchilla de corte
- ✓ Soporte para muestras
- ✓ Placas porta y cubreobjetos

- ✓ Tinta indeleble para rotular las muestras

**b. Reactivos**

- ✓ Aceite de inmersión

**c. Equipos de laboratorio**

- ✓ OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de Fibra)
- ✓ FIBER MED V2.0
- ✓ Computadora
- ✓ Tinas para lavado de fibra
- ✓ USB

**4.4.4. Materiales y equipos de escritorio**

**a. Materiales de escritorio**

- ✓ Papel A-4
- ✓ Bolígrafos
- ✓ Calculadora científica
- ✓ Cuaderno de apuntes

**b. Equipos de escritorio**

- ✓ Laptop
- ✓ Impresora
- ✓ USB

#### **4.5. Tipo y nivel de la investigación**

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que los datos se recolectaron en respuesta a los objetivos propuestos en base a medición numérica y las mediciones obtenidas se analizaron mediante métodos estadísticos. Asimismo, el estudio es de alcance descriptivo y explicativo en el sentido de que tiene como objetivo especificar las características y propiedades relevantes para la fibra de alpaca, explicativo porque pretende identificar las causas o factores de los resultados (Hernández *et al.*, 2014).

#### **4.6. Población de estudio**

La población de estudio estuvo conformada por alpacas de las 13 comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate, compuesta en un 75% por hembras y un 25% por machos. En total, se consideró un tamaño muestral de 1,500 alpacas Huacaya, provenientes de las comunidades de Marampaqui, Upis, Pacchanta, Huayna Ausangate, Accocunca, Palcca, Mallma, Pampacancha, Mahuayani, Huacatinco, Chaupimayo, Llullucha y Checcaspampa.

#### **4.7. Método de muestreo**

La selección de los animales se realizó mediante un muestreo no probabilístico de tipo aleatorio, lo que significa que la elección dependió de la accesibilidad de los ejemplares; sin embargo, dentro de cada comunidad y grupo etario (DL, 2D, 4D y BLL) se procuró efectuar la selección de manera aleatoria.

#### **4.8. Tamaño de la muestra**

Las trece comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate proporcionaron el tamaño de la muestra, constituido por 1500 muestras de la fibra de alpaca Huacaya color blanco.



Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1)E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde que:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño poblacional

E: error muestral (0.03)

$\sigma$ : desviación estándar esperada (0.5)

Z: coeficiente para la confianza (1.96)

**Tabla 21**

*Número de animales que fueron muestreados por comunidad según sexo y edad*

Comunidades	Población de las alpaca	Alpacas Huacaya blancos	Proporción de las alpacas por edad y sexo							
			Hembras 75% / Machos 25%							
			DL		2D		4D		BLL	
Marampaqui	8,104	204	38	13	38	13	38	13	38	13
Upis	7,519	189	35	12	35	12	35	12	35	12
Pacchanta	6,638	167	31	10	31	10	31	10	31	10
Huayna Ausangate	6,045	152	29	10	29	10	29	10	29	10
Accocunca	4,983	126	24	8	24	8	24	8	24	8
Palcca	4,433	112	21	7	21	7	21	7	21	7
Mallma	4,428	112	21	7	21	7	21	7	21	7
Pampacancha	4,418	111	21	7	21	7	21	7	21	7
Mahuayani	3,854	97	18	6	18	6	18	6	18	6
Huacatinco	2,862	72	14	5	14	5	14	5	14	5
Chaupimayo	2,184	55	10	3	10	3	10	3	10	3
Llullucha	2,106	53	10	3	10	3	10	3	10	3
Checcaspampa	1,967	50	9	3	9	3	9	3	9	3
<b>Total</b>	<b>59,541</b>	<b>1500</b>	<b>1500</b>							

**Fuente:** Plan de Desarrollo Local Concertado del distrito de Ocongate 2012-2021, (PDLC, 2012)

## 4.9. Metodología del estudio y procedimiento

### 4.9.1.1. Fase de campo

#### 4.9.1.1.1. Extracción de la muestra de fibra

Las muestras fueron recolectadas utilizando una tijera curva para cortar mechas aproximadamente 2 a 4g de la región del costillar medio de la alpaca, ya que esta zona se considera más representativa para la medición promedio del diámetro de fibra (Aylan-Parker y McGregor, 2002).

Posteriormente, las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno, después de ser recolectadas e identificadas de la siguiente manera: comunidad, propietario, arete, sexo y edad del animal. Luego de acumular las 1500 muestras, fueron llevadas al laboratorio de fibra para su análisis correspondiente.

#### Figura 7

*Toma de muestra de la región costillar medio.*



#### ***4.9.1.1.2. Periodo de recolección de muestras***

La recolección de muestras se realizó durante un periodo de 4 meses, entre setiembre hasta diciembre del año 2024; se extendió un poco debido a la ubicación geográfica dispersa y de difícil acceso de las puntas alpaqueras entre las comunidades del distrito de Ocongate.

#### **4.9.1.2.Fase de laboratorio**

El trabajo de laboratorio se realizó en dos etapas, el primero se inició 28 de enero y finalizó 21 de marzo del año 2025, las muestras recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Fibras del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - CICAS la Raya de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC, ubicado en Marangani, Canchis, Cusco, a una altura de 4130 msnm. Se determinaron el diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura.

La segunda etapa de evaluación de muestra se inició 25 de marzo y finalizó 30 de abril del año 2025, las muestras fueron evaluadas en Laboratorio de Control de Calidad “Cite Textil Camélidos Cusco -Instituto Tecnológico de la Producción (ITP)”, con el objetivo de determinar el porcentaje de medulación y tipos de medulación de la fibra de alpaca. Esta evaluación se realizó siguiendo los protocolos técnicos establecidos por la institución.

#### ***4.9.1.2.1. Lavado de las muestras***

Las muestras de fibra fueron sometidas a un proceso de lavado utilizando el equipo leviatan, el cual incluyó etapas de desengrasado y eliminación de impurezas. Este procedimiento se realizó conforme al protocolo establecido por (Meza, 2020).

- ✓ Para comenzar con el lavado, primero se cerró la válvula de salida de agua y se llenaron los cuatro tanques con 45 litros. Luego, se encendieron los termostatos hasta alcanzar una temperatura de 50 °C, enseguida se muestra el procedimiento que se realizó en cada batea.

**Tabla 22**

*Proceso de lavado de las muestras en las cuatro bateas*

BATEAS	DESCRIPCIÓN
Primera batea	En esta batea, las muestras fueron sumergidas cuidadosamente con ayuda de una pinza quirúrgica kelly agitando suavemente durante 30 segundos antes de ser trasladados a la segunda batea.
Segunda batea	Se preparó una solución con 45 litros de agua a 50 °C y se añadió 120 gramos de detergente industrial. Usando una pinza quirúrgica Kelly, las muestras fueron agitadas lentamente durante 30 a 50 segundos y luego escurridas con cuidado, antes de ser trasladadas a la tercera batea.
Tercera batea	En esta batea, se realizó el primer enjuague de las muestras sin ningún aditivo, agitándolas suavemente durante 30 segundos. Luego, se escurrieron y se trasladaron a la cuarta batea.
Cuarta batea	En esta última batea, sin añadir ningún aditivo. Con una pinza quirúrgica kelly, las muestras fueron enjuagados suavemente durante 30 segundos y luego escurridas con cuidado para luego ser trasladados a un ambiente de secado.

- ✓ Secado de las muestras, las muestras fueron trasladados cuidadosamente con sus respectivas etiquetas a un ambiente para el secado de las muestras a una temperatura promedio de 13°C y humedad ambiental entre 45% a 55%.

#### ***4.9.1.2.2. Análisis del diámetro de fibra, desviación estándar del diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura.***

El diámetro de la fibra (DF), desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF), coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), factor de confort (FC) e índice de curvatura (IC) de las 1500 muestras limpias fueron determinadas con el equipo OFDA 2000.

- ✓ Se procedió a calibrar el equipo OFDA 2000 utilizando patrones de fibra poliéster estándar con una medida de 18.8  $\mu\text{m}$  para fibra de Alpaca.
- ✓ Posteriormente, las muestras fueron colocados en porta fibra y con ayuda de cooler se distribuyó de la mejor manera antes de realizar la lectura en OFDA 2000.
- ✓ Luego, las muestras de fibra fueron puestas en porta muestra de Analizador Óptico del Diámetro de fibra (OFDA 2000) para su lectura correspondiente.

#### **Figura 8**

*Procedimiento de Análisis de las muestras de fibra con el OFDA 2000 en laboratorio.*



#### ***4.9.1.2.3. Análisis de porcentaje de medulación y tipos de medulación de la fibra***

El análisis de medulación de las muestras de fibra de alpaca se realizó con 40% de las muestras, que equivale a 600 muestras de fibra de alpaca, las cuales se seleccionaron al azar del grupo etario (DL, 2D, 4D y BLL) de ambos sexos. Para su análisis se utilizó el equipo peruano

FIBER MED V 2.0 desarrollado por Natural Fiber's Tech SAC. El procedimiento seguido para la preparación de las muestras de la fibra con fines de evaluación fue de la siguiente manera:

- ✓ Primero, se preparó una submuestra de aproximadamente 2 g de fibra lavada y seca, la cual se colocó en el microtomo con el propósito de obtener fragmentos de fibra con una longitud aproximada de 0.4 a 1.0 mm. Para alcanzar dicha longitud, se giró media vuelta la perilla de presión y las fibras excedentes fueron recortados con una cuchilla.
- ✓ Después de obtener los pequeños fragmentos de fibra, se coló en el centro del portaobjeto. Esta preparación se realizó utilizando un accesorio llamado fijador de portaobjeto.
- ✓ Enseguida, se añadió una gota de aceite de inmersión sobre los fragmentos de la fibra y se distribuyó de manera lenta y uniforme con una pinza, preferentemente con movimientos circulares, hasta cubrir un área similar del cubreobjeto. Después, se colocó el cubreobjeto procurando que se formen la menor cantidad posibles de burbujas.
- ✓ El portaobjeto con la muestra ya preparada se colocó en el soporte del equipo FIBER MED V 2.0 para evaluar la presencia de medulación en las fibras de alpacas.
- ✓ Se ingresó los datos de la muestra y al presionar la tecla ENTER, el equipo FIBER MED V 2.0 inició automáticamente la evaluación de la medulación de las fibras de alpacas en estudio.
- ✓ Cada muestra fue evaluada en el equipo FIBER MED V 2.0 con 10 repeticiones, con la finalidad de obtener resultados más precisos.

**Figura 9**

*Preparación de muestras para el análisis de medulación con el equipo FIBER MED V 2.0*

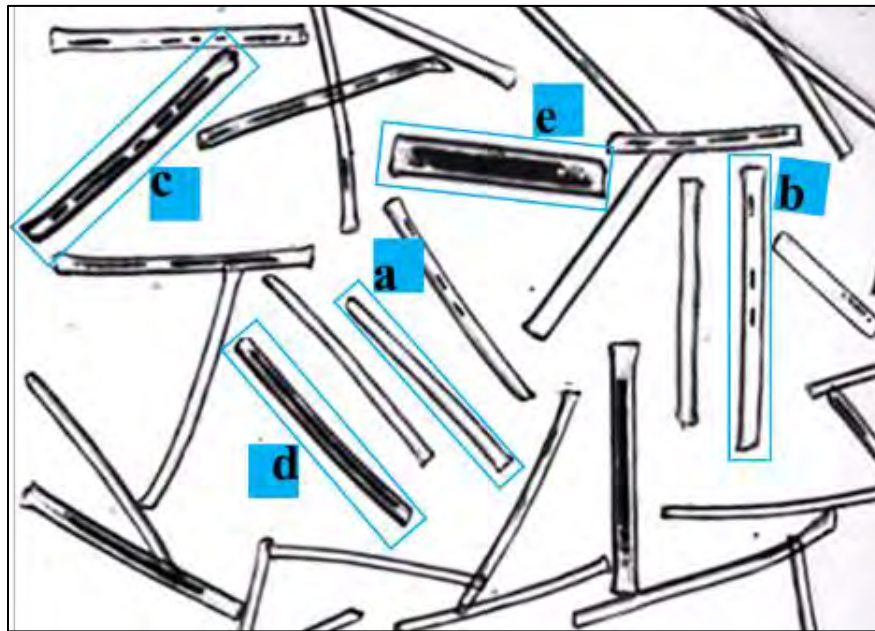


### **a. Tipos de medulación**

Para determinar tipos de medulación, se utilizó la siguiente clasificación: sin médula (SMED), médula fragmentada (MEDF), médula discontinua (MEDD), médula continua (MEDC) y fuertemente medulada (MEDf) (Ramírez, 2023; Pinares *et al.*, 2019).

**Figura 10**

*Tipos de fibras meduladas de las muestras de fibra de alpaca.*



*Nota.* Se muestra una captura que se realizó en laboratorio, los tipos de fibras meduladas; **a)** sin médula (SMED), **b)** médula fragmentada (MEDF), **c)** médula discontinua (MEDD), **d)** médula continua (MEDC), **e)** Fuertemente medulada (MEDf).

#### **4.10. Diseño estadístico**

##### **4.10.1. Análisis estadístico para características de la fibra**

Se determinó la distribución normal de los datos de las variables en estudio con el test de Kolmogorov–Smirnov, y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett; así mismo, se realizó análisis de varianzas (ANVA) con un  $\alpha = 0.05$  para cada una de las variables.

##### **4.10.2. Operación de variables**

###### **a) Variables independientes:**

###### **✓ Sexo de las alpacas:**

i=1 (macho)

i=2 (hembra)

###### **✓ Edad de las alpacas:**

j=1 (DL); entre 1 a 2 años.

j=2 (2D); entre 2 a 3.5 años.

j=3 (4D); entre 3.5 a 4.5 años.

j=4 (BLL); entre 4.5 a >7 años.

###### **✓ Comunidades (lugar de estudio):**

k=1 (Marampaqui)

k=2 (Upis)

k=3 (Pacchanta)

k=4 (Huayna Ausangate)



k=5 (Accocunca)

k=6 (Pallecca)

k=7 (Mallma)

k=8 (Pampacancha)

k=9 (Mahuayani)

k=10 (Huacatinco)

k=11 (Chaupimayo)

k=12 (Llullucha)

k=13 (Checcaspampa)

**b) Variables dependientes**

- ✓ Diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ )
- ✓ Coeficiente de variación de diámetro de fibra (%)
- ✓ Desviación estándar del diámetro de la fibra ( $\mu\text{m}$ )
- ✓ Factor de confort (%)
- ✓ Índice de curvatura ( $\text{grad/mm}$ )
- ✓ Porcentaje de medulación y tipos (%)

**c) Variables intervinientes**

- ✓ Condiciones ambientales.

#### 4.10.3. Modelo lineal aditivo

Los datos se analizaron con el software SAS Studio versión 3.82, interfaz web que opera sobre el motor estadístico SAS versión 9.4, disponible a través de plataforma SAS onDemand for Academics (acceso gratuito), mediante un arreglo factorial de 2 x 4 x 13, con factores fijos (sexo, edad y comunidad). Las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey; la ecuación lineal aditiva empleada fue la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + C_k + S_i + E_j + (C * S)_{ki} + (C * E)_{kj} + (S * E)_{ij} + (C * S * E)_{kij} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$	= Variable respuesta
$\mu$	= Media general
$C_k$	= Efecto del k – ésimo comunidad (k = Marampaqui, Upis, Pacchanta, Huayna Ausangate, Accocunca, Pallcca, Mallma, Pampacancha, Mahuayani, Huacatinco, Chaupimayo, Llullucha, Checcaspampa)
$S_i$	= Efecto del i - ésimo sexo (i = macho y hembra)
$E_j$	= Efecto de la j - ésima edad (j = DL, 2D, 4D, BLL)
$(C * S)_{ki}$	= Efecto para la interacción comunidad por sexo
$(\alpha * \delta)_{kj}$	= Efecto para la interacción comunidad por edad
$(\beta * \delta)_{ij}$	= Efecto para la interacción sexo por edad
$(\beta * \delta * \alpha)_{ijk}$	= Efecto para la interacción sexo por edad por comunidad
$\varepsilon_{ijk}$	= Error de muestreo

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se muestran los resultados de las variables que presentaron diferencias significativas, organizados en tablas según el análisis realizado con el modelo lineal aditivo.

### 5.1. Calidad de la fibra de alpaca

El efecto de la comunidad resulta altamente significativo (anexo 1) para DF, CVDF, DSDF, FC e IC ( $p < 0.01$ ); el efecto sexo fue significativo para DF e IC ( $P < 0.05$ ); el efecto edad fue altamente significativo casi para todas las variables, excepto para CVDF ( $p > 0.05$ ); el efecto interacción comunidad\*edad fue altamente significativo para DF y FC ( $p < 0.01$ ) y significativo para DSDF e IC ( $p < 0.05$ ).

#### 5.1.1. Diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de alpaca según comunidad, sexo y edad.

Según resumen de ANVA del anexo 1, se aprecia que existe diferencias altamente significativas en la variación del diámetro de fibra por efecto del factor comunidad, sexo, edad y la interacción comunidad\*edad ( $p < 0.01$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en las tablas 23, 24 y anexo 14 y 15.

**Tabla 23**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en el diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ )			
			Media	E.E	Min	Máx
Llullucha	DL	13	16.00 a	0.75	15	18.5
Mahuayani	DL	24	17.15 a	0.54	14.2	19.8
Marampaqui	DL	51	17.25 a	0.37	13.9	20.4
Pampacancha	DL	28	17.32 a	0.50	13.5	20.4
Chaupimayo	DL	13	17.41 a	0.75	14.2	19.6
Huacatinco	DL	19	17.49 a	0.60	15	19.1
Pachanta	DL	41	17.54 a	0.42	13	22.4
Palcca	DL	28	17.57 a	0.50	15.3	21.9
Huayna Ausangate	DL	39	17.58 a	0.42	13.9	21.4

COMUNIDAD	EDAD	n	Diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ )			
			Media	E.E	Min	Máx
Upis	DL	47	17.87 a	0.38	14.9	22.7
Huacatinco	2D	19	18.06 a	0.60	14.1	23.4
Chaupimayo	2D	13	18.07 a	0.75	15.1	22.5
Chaupimayo	4D	13	18.16 a	0.75	15.7	25.8
Mallma	DL	28	18.25 a	0.50	14.6	21
Pampacancha	2D	28	18.37 a	0.50	15.5	24.6
Accocunca	DL	32	18.38 a	0.47	13.7	23.8
Checcaspampa	2D	12	18.43 a	0.76	16.3	22.4
Llullucha	2D	13	18.55 a	0.75	15.2	23.7
Checcaspampa	DL	12	18.58 a	0.76	15.4	22.7
Marampaqui	2D	51	18.66 a	0.37	15	22.4
Mallma	2D	28	18.96 b	0.50	15.7	22.9
Huacatinco	BLL	19	19.30 b	0.60	15.8	23.9
Mallma	4D	28	19.40 b	0.50	15.8	24.3
Pacchanta	2D	41	19.48 b	0.42	15	26.1
Mahuayani	2D	24	19.60 b	0.54	17.3	24.4
Huayna Ausangate	2D	39	19.67 b	0.42	16.4	26.5
Huacatinco	4D	19	19.74 b	0.60	16.7	24.4
Pacchanta	4D	41	19.86 c	0.42	15.5	28.2
Pampacancha	4D	28	19.90 c	0.50	16.6	24.5
Marampaqui	4D	51	19.98 d	0.37	15.4	24.4
Upis	2D	47	20.00 d	0.38	15.3	25.8
Llullucha	4D	13	20.05 e	0.75	17.1	24.7
Pampacancha	BLL	28	20.09 e	0.50	16.4	25.3
Mahuayani	BLL	24	20.19 f	0.54	16.7	23.7
Accocunca	4D	32	20.21 f	0.47	14.9	23.6
Palcca	2D	28	20.35 g	0.50	16.1	24
Marampaqui	BLL	51	20.46 g	0.37	14.6	26.6
Llullucha	BLL	13	20.63 h	0.75	16.2	25
Palcca	BLL	28	20.89 i	0.50	15.9	29.2
Mahuayani	4D	24	21.03 j	0.54	16.6	27.6
Accocunca	2D	32	21.07 j	0.47	16.5	26.4
Checcaspampa	4D	12	21.09 k	0.76	19.2	24.2
Upis	4D	47	21.10 k	0.38	15.3	27.7
Mallma	BLL	28	21.12 k	0.50	16.9	27
Pacchanta	BLL	41	21.24 l	0.42	15.9	27.8
Checcaspampa	BLL	12	21.40 m	0.76	15.7	27.6
Upis	BLL	47	21.62 m	0.38	16.7	26.4
Palcca	4D	28	21.77 n	0.50	17.7	30.5
Huayna Ausangate	4D	39	22.02 o	0.42	17.1	29
Chaupimayo	BLL	13	22.24 p	0.75	20.1	25.9
Huayna Ausangate	BLL	39	22.37 q	0.42	16.7	28
Accocunca	BLL	32	23.37 r	0.47	16.3	30.2
<b>Promedio</b>			<b>19.56</b>	<b>0.54</b>	<b>15.72</b>	<b>24.51</b>

*Nota.* E.E.: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 23 se muestran los resultados según la interacción comunidad\*edad, donde se observó un efecto significativo de dicha interacción comunidad por edad sobre el diámetro de fibra ( $p < 0.05$ ). Las alpacas Huacaya de color blanco, procedentes de las 13 comunidades del distrito de Ocongate, presentaron un diámetro de fibra (DF) promedio de 19.56  $\mu\text{m}$  de muestras extraídas del costillar medio. De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 231.301:2014, este valor permite clasificar la fibra dentro de la categoría súper baby y la NTP 231.301:2022 actualizada clasifica en alpaca superfina, al encontrarse por debajo del umbral de 20  $\mu\text{m}$ . Asimismo, se observa las interacciones que comparten la letra “a”, desde Llullucha DL (16.00  $\mu\text{m}$ ) hasta Marampaqui 2D (18.66  $\mu\text{m}$ ), fueron estadísticamente iguales y registraron fibras más finas en comparación con todas las demás interacciones. En contraste, las alpacas de Accocunca BLL presentaron fibras más gruesas con 23.37  $\mu\text{m}$ . Por lo tanto, el comportamiento del DF no sigue un patrón uniforme, sino que está influenciado por la interacción de ambos factores. Estas diferencias probablemente se deben a la altitud y condiciones medio ambientales particulares de cada comunidad, así también como el grado de mejora genética, frecuencia de esquila de las alpacas, tipo de alimentación, manejo sanitario, ente otros factores.

Los resultados del diámetro de fibra del presente estudio son inferiores a los reportados por Cutire (2019); Barrionuevo, (2019); Cañari (2018); Larios *et al.* (2023); Machaca *et al.* (2017); McGregor (2006); Wuliji *et al.* (2000); Lupton *et al.* (2006); Vilcapaza (2014) quienes reportaron promedios generales de 20.20  $\mu\text{m}$ , 19.82  $\mu\text{m}$ , 22.29  $\mu\text{m}$ , 21.51  $\mu\text{m}$ , 23.09  $\mu\text{m}$ , 24.00  $\mu\text{m}$ , 26.40  $\mu\text{m}$  y 27.87  $\mu\text{m}$ , 22.74  $\mu\text{m}$ , respectivamente, en alpacas de cinco comunidades del distrito de Ocongate, CICAS La Raya (Cusco) en el fundo Puycutani (Nuñoa), zonas agroecológicas de Puno (Perú), Cotaruse (Apurímac), Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, CICAS La Raya Unsaac. En particular, los resultados del presente estudio difieren de los hallazgos de Cutiri (2019), quien

no encontró diferencias significativas para la interacción comunidad\*edad en alpacas de raza Huacaya. Sin embargo, reportó valores similares y en algunos casos superiores a los del presente estudio, indicando que las alpacas jóvenes (DL) presentaron fibras más finas con 17.33  $\mu\text{m}$  en comparación con las alpacas adultas de 2D, 4D y BLL, con valores de 20.24  $\mu\text{m}$ , 21.14  $\mu\text{m}$  y 22.10  $\mu\text{m}$ , respectivamente, e indicó que el efecto comunidad no tuvo influencia significativa. De igual manera, los resultados reportados por Machaca *et al.* (2017) fueron superiores al presente estudio, indicando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los valores de 21.61  $\mu\text{m}$ , 22.22  $\mu\text{m}$ , 23.87  $\mu\text{m}$ , 24.32  $\mu\text{m}$  para las edades DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente, en las alpacas de Cotaruse – Apurímac. Además, mencionaron que el efecto comunidad influye en la calidad de la fibra, lo cual coincide con los hallazgos del presente estudio, dado que cada localidad características propias. Reportaron el menor valor para la localidad Iscahuaca con 21.9  $\mu\text{m}$ , seguida de Quillcaccasa (23.2  $\mu\text{m}$ ), Pilluni (23.5  $\mu\text{m}$ ), SM Mestizas (24.2  $\mu\text{m}$ ) y Pampamarca (24.5  $\mu\text{m}$ ). Por otro lado, Larios *et al.* (2023), también reportaron resultados superiores al presente estudio, encontrando diferencias significativas para la interacción zonas agroecológicas\*edad. Las alpacas de las zonas húmedas DL resultaron más finas con 18.38  $\mu\text{m}$  mientras que las alpacas de zonas secas BLL mostraron el mayor valor de diámetro de fibra 23.61  $\mu\text{m}$ . Respecto a estas diferencias, la mayoría de los autores coinciden en que existen factores externos que modifican las respuestas productivas tales como la alimentación, lugar de pastoreo, la frecuencia y año de esquila, la precipitación pluvial, manejo de crianza, el grado de mejoramiento genético, entre otros.

**Tabla 24**

*Efecto del sexo en el diámetro de fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas según sexo del animal del distrito de Ocongate.*

SEXO	n	Diámetro de la fibra DF ( $\mu\text{m}$ )			
		Media	E.E	Min	Máx
Hembra	1124	19.74b	0.08	13.00	30.20
Macho	376	19.37a	0.13	13.70	30.50

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 24 se observa que, para el diámetro de la fibra (DF) según el sexo, los machos con 19.37  $\mu\text{m}$  fueron más finos que las hembras con 19.74  $\mu\text{m}$ , con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). En tal sentido, el sexo influye en la finura, siendo los machos ligeramente más finos. Esta diferencia posiblemente se atribuya a la rigurosa selección de machos, debido a su influencia genética sobre numerosas hembras, como también se puede explicarse porque las hembras necesitan más altos requerimientos nutricionales por las demandas fisiológicas como la preñez y lactación.

A diferencia de los resultados encontrado en el presente estudio, Lactahuamani *et al.* (2020); Cutiri (2019); Barrionuevo (2019) señalan que no hallaron diferencias estadísticamente significativas entre alpacas machos y hembras ( $p > 0.05$ ) en el distrito de Ocongate. Los resultados del presente trabajo fueron coinciden con los reportados por Larios *et al.* (2023), quienes indican que las fibras más finas presentaron las alpacas machos con 19.63  $\mu\text{m}$  en comparación con las hembras 21.65  $\mu\text{m}$ , encontrando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en zonas agroecológicas de Puno. De manera similar, Málaga *et al.* (2022) reportaron valores de 21.45  $\mu\text{m}$  para machos y 21.91  $\mu\text{m}$  para hembras, también con diferencias significativas. No obstante, existen discrepancias respecto al efecto sexo sobre el DF. Algunos autores como Machaca *et al.* (2017) reportaron que las fibras más gruesas presentaron los machos, con promedios para machos de 23.79  $\mu\text{m}$  y 22.79  $\mu\text{m}$  en hembras en Cotaruse – Apurímac, observando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Así

mismo Lupton *et al.* (2006) encontraron que las alpacas machos con fibras más gruesas 27.1  $\mu\text{m}$  y hembras 26.2  $\mu\text{m}$  en Estados Unidos. Las diferencias y coincidencias con los estudios podrían deberse a factores como la altitud y condiciones climáticas de cada localidad, las exigencias nutricionales de las hembras en sus distintos estados fisiológicos y una selección riguroso de los machos.

### 5.1.2. Coeficiente de variación del diámetro de fibra CVDF (%) según comunidad, sexo y edad.

Según resumen de ANVA del anexo 1, se aprecia que existe diferencias altamente significativas en la variación del CVDF por efecto del factor Comunidad ( $p < 0.01$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, edad e interacción comunidad\*sexo, comunidad\*edad, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 25**

*Efecto de comunidad en el coeficiente de variación del diámetro de fibra (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	n	Coeficiente de variación del diámetro de fibra CVDF (%)			
		Media de CVDF	E.E.	Min	Max
Mallma	112	20.66a	0.20	16	24.4
Marampaqui	204	20.83a	0.15	15.5	25.5
Accocunca	128	20.90a	0.19	15.9	27.8
Upis	188	21.16a	0.15	14.8	26
Chaupimayo	52	21.20a	0.30	17.5	25.2
Huayna Ausangate	156	21.24a	0.17	17.2	25.6
Pacchanta	164	21.34a	0.17	17.3	26.6
Palcca	112	21.47a	0.20	17.4	26.9
Huacatinco	76	21.53a	0.24	17.7	25.3
Mahuayani	96	21.54a	0.22	17.2	26.2
Checcaspampa	48	21.61b	0.31	16.8	26.8
Pampacancha	112	21.63b	0.20	16.6	25.9
Llullucha	52	21.66b	0.30	18.4	26.4
<b>Promedio</b>		<b>21.29</b>	<b>0.22</b>	<b>16.79</b>	<b>26.05</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.



El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) promedio para todos los animales del presente estudio en el distrito de Ocongate fue de 21.29 %, lo que evidencia que hay una buena uniformidad en el DF y, por ende, indica que la fibra producida en el distrito de Ocongate sería deseable para la industria textil. Estadísticamente, las alpacas de las comunidades Mallma, Marampaqui, Accocunca, Upis, Chaupimayo, Huayna Ausangate, Pacchanta, Palcca, Huacatinco y Mahuayani con valores de 20.66%, 20.83%, 20.90%, 21.16%, 21.20%, 21.24%, 21.34%, 21.47%, 21.53% y 21.54%, respectivamente, presentaron un CVDF significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en comparación con las comunidades de Llullucha (21.66%), Pampacancha (21.63%) y Checcaspampa (21.61). Esta diferencia posiblemente se deba a los pisos altitudinales y sus respectivas condiciones medio ambientales, que varían entre comunidades. Asimismo, influyen factores como el tipo de alimentación, el grado de mejoramiento genética y el manejo sanitario aplicado en cada zona.

Resultados de promedios similares fueron reportaron por Lactahuamani *et al.* (2020) para las alpacas de Mallma 21.21%, Palcca 21.79%, Pampacancha 21.13% y Upis 21.42%, perteneciente al distrito de Ocongate. Cutiri (2019) también informó valores comparables alpacas Llullucha 20.88%, Palcca 21.79% y Accocunca 21.31%. De igual manera, Larios *et al.* (2023) reportaron valores para alpacas de zona húmeda y seca con 21.57% y 21.67%, en zonas agroecológicas de Puno, sin embargo, a diferencia del presente trabajo estos autores no encontraron diferencias significativas según el lugar de procedencia. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Barrionuevo (2019), quien encontró valores de CVDF en las alpacas de Accocunca, Huayna Ausangate, Marampaqui y Palcca con 23.45%, 23.56%, 23.72% y 23.56 %. De manera similar, Málaga *et al.* (2022) reportaron valores para alpacas de Melgar 22.19%, Chucuito 25.14%, Puno 25.08%, Collao 25.59%, Lampa 24.72% y San Román con 23.04%, lo

que indicaría que las fibras del distrito de Ocongate fueron más uniformes con un promedio de 21.29%, en comparación con los estudios de otros autores. Vilcapaza (2014) reporta 23.47% mayor valor en CICAS La Raya Unsaac que nuestro que nuestro resultado. En cuanto al efecto edad y sexo, los resultados coinciden con los reportados por Barrionuevo (2019); Quispe (2020), quienes no encontraron diferencias significativas. No obstante, Cutiri (2019); Málaga *et al.* (2022); Lupton *et al.* (2006); Machaca *et al.* (2017) sí reportaron diferencias significativas, señalando que los animales de mayor edad presentan menores valores de CVDF en comparación con los animales más jóvenes.

### **5.1.3. Desviación estándar del diámetro de fibra DSDF ( $\mu\text{m}$ ) según comunidad, sexo y edad**

Según resumen de ANVA del anexo 1, se aprecia que existe diferencias altamente significativas en la variación del DSDF por efecto del factor comunidad y edad ( $p < 0.01$ ), diferencias significativas por efecto de interacción comunidad\*edad, mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en las tablas 26 y anexos 14 y 15.

**Tabla 26**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en la desviación estándar del diámetro de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Desviación estándar del diámetro de fibra DSDF ( $\mu\text{m}$ )			
			Medias	E.E.	Min	Máx
Marampaqui	DL	51	3.53 a	0.10	2.4	4.2
Llullucha	DL	13	3.58 a	0.20	3.2	4.1
Mahuayani	DL	24	3.67 a	0.14	3.2	4.4
Palcca	DL	28	3.68 a	0.13	2.9	5.0
Huacatinco	DL	19	3.71 a	0.16	2.7	4.5
Huayna Ausangate	DL	39	3.75 a	0.11	2.9	4.9
Pacchanta	DL	41	3.76 a	0.11	2.6	4.8
Upis	DL	47	3.77 a	0.10	2.7	5.3
Chaupimayo	4D	13	3.77 a	0.20	2.8	5.7
Pampacancha	DL	28	3.78 a	0.13	2.6	5.3
Mallma	DL	28	3.79 a	0.13	2.8	4.4
Chaupimayo	2D	13	3.82 a	0.20	3.0	5.3
Chaupimayo	DL	13	3.88 a	0.20	3.1	4.5
Checcaspampa	DL	12	3.90 a	0.20	3.1	4.6
Huacatinco	2D	19	3.91 a	0.16	3.2	5.5
Pampacancha	2D	28	3.91 a	0.13	3.1	5.2
Marampaqui	2D	51	3.93 a	0.10	3.0	5.3
Accocunca	DL	32	3.94 a	0.12	2.9	5.3
Checcaspampa	2D	12	3.96 a	0.20	3.4	5.1
Mallma	2D	28	3.96 a	0.13	3.0	4.7
Llullucha	2D	13	4.01 a	0.20	3.3	5.7
Mallma	4D	28	4.03 a	0.13	2.9	5.3
Mahuayani	2D	24	4.07 a	0.14	3.2	5.3
Huacatinco	BLL	19	4.12 a	0.16	3.4	5.1
Pacchanta	4D	41	4.15 a	0.11	3.1	6.5
Accocunca	4D	32	4.18 a	0.12	2.9	5.3
Pacchanta	2D	41	4.18 a	0.11	2.9	5.7
Marampaqui	4D	51	4.18 a	0.10	2.6	6.0
Huayna Ausangate	2D	39	4.21 a	0.11	3.3	5.9
Mallma	BLL	28	4.24 a	0.13	3.2	5.1
Llullucha	BLL	13	4.24 b	0.20	3.0	5.1
Pampacancha	BLL	28	4.27 b	0.13	2.7	5.6
Marampaqui	BLL	51	4.28 b	0.10	2.9	5.8
Upis	2D	47	4.30 c	0.10	3.3	5.8
Huacatinco	4D	19	4.31 c	0.16	3.6	5.5
Pampacancha	4D	28	4.40 d	0.13	3.1	5.2
Llullucha	4D	13	4.43 e	0.20	3.6	5.1
Accocunca	2D	32	4.43 e	0.12	3.6	5.5
Checcaspampa	BLL	12	4.44 e	0.20	3.3	5.8
Upis	4D	47	4.45 e	0.10	3.1	5.9

COMUNIDAD	EDAD	n	Desviación estándar del diámetro de fibra DSDF ( $\mu\text{m}$ )			
			Medias	E.E.	Min	Máx
Palcca	BLL	28	4.46 e	0.13	3.2	6.7
Palcca	2D	28	4.46 e	0.13	3.7	5.9
Mahuayani	BLL	24	4.47 f	0.14	3.4	5.7
Upis	BLL	47	4.51 g	0.10	3.3	6.1
Pacchanta	BLL	41	4.57 h	0.11	3.1	6.8
Mahuayani	4D	24	4.57 h	0.14	2.9	5.8
Huayna Ausangate	BLL	39	4.66 i	0.11	3.7	6.2
Chaupimayo	BLL	13	4.66 i	0.20	3.8	5.8
Huayna Ausangate	4D	39	4.68 j	0.11	3.7	6.6
Palcca	4D	28	4.75 k	0.13	3.5	7.4
Accocunca	BLL	32	4.78 l	0.12	3.0	6.5
Checcaspampa	4D	12	4.83 m	0.20	3.9	5.8
<b>Promedio</b>			<b>4.16</b>	<b>0.14</b>	<b>3.13</b>	<b>5.47</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 26 se observa la interacción comunidad por edad para la desviación estándar del diámetro de fibra (DSDF), donde todas las interacciones que comparten la letra a, desde Marampaqui DL ( $3.53\mu\text{m}$ ) hasta Mallma BLL ( $4.34\mu\text{m}$ ), son estadísticamente iguales y hay una menor variabilidad en el grosor de la fibra en animales jóvenes respecto a todas las demás interacciones. Las alpacas de Checcaspampa 4D presentaron una mayor DSDF ( $4.83\mu\text{m}$ ), con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Estas variaciones posiblemente se podrían deberse a pisos altitudinales con condiciones medio ambientales distintos entre comunidades, tipo de alimentación, frecuencia de esquila anual y mejoramiento genético que manejan en cada comunidad.

De acuerdo con el efecto de interacciones comunidad\*edad, Larios *et al.* (2023), reportaron resultados similares, encontrando diferencias significativas; para las alpacas de la zona húmeda DL con  $4.04\mu\text{m}$  tuvieron un menor valor frente a las alpacas de Zona Seca BLL con  $5.04\mu\text{m}$ . A diferencia de los hallazgos del presente estudio, Cutiri (2019) no encontró efecto significativo de

interacción ni por efecto de lugar; sin embargo, reportó valores que se asemejan; en alpacas de tres comunidades del distrito de Ocongate los animales de DL presentaron menor DSDF con  $2.60\ \mu\text{m}$  frente a las alpacas 2D, 4D y BLL con  $3.71\ \mu\text{m}$ ,  $3.83\ \mu\text{m}$  y  $3.93\ \mu\text{m}$ , respectivamente. Además, indica que el DSDF incrementan conforme avanza la edad del animal. Los resultados del presente estudio son superiores a los reportado por Aruquipa (2015) quien reportó valores para DL, 2D, 4D y BLL con  $1.93\ \mu\text{m}$ ,  $2.02\ \mu\text{m}$ ,  $2.39\ \mu\text{m}$  y  $2.62\ \mu\text{m}$ , respectivamente. Asimismo, no encontró diferencias significativas para el efecto del sexo, lo que coincide con el presente estudio. No obstante Larios *et al.* (2023) encontraron diferencias significativas donde las alpacas macho presentaron menor DSDF frente a las alpacas hembra, respectivamente. Estas diferencias probablemente se deben al grado de mejoramiento genético, factores medio ambientales, tamaño muestral utilizada, tipo de alimentación, manejo de crianza, selección rigurosa, entre otros.

#### **5.1.4. Factor de confort FC (%) según comunidad, sexo y edad**

Según resumen de ANVA del anexo 1, se aprecia que existe diferencias altamente significativas en la variación del FC por efecto de comunidad, edad e interacción comunidad\*edad ( $p < 0.01$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en las tablas 27 y anexos 14 y 15.

**Tabla 27**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en el factor de confort de la fibra FC (%) de alpaca del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Factor de confort de la fibra FC (%)			
			Medias	E.E.	Min	Máx
Llullucha	DL	13	99.93 a	1.52	99.1	100
Mahuayani	DL	24	99.73 a	1.09	98.4	100
Marampaqui	DL	51	99.65 a	0.74	97.8	100
Huacatinco	DL	19	99.44 a	1.2	97.9	100
Pampacancha	DL	28	99.44 a	1.01	94.7	100
Chaupimayo	DL	13	99.42 a	1.52	97.6	100
Huayna Ausangate	DL	39	99.32 a	0.85	94.3	100
Mallma	DL	28	99.29 a	1.01	97.2	100
Pacchanta	DL	41	99.27 a	0.84	95.3	100
Palcca	DL	28	99.23 a	1.01	94.3	100
Upis	DL	47	98.95 a	0.77	91.9	100
Chaupimayo	2D	13	98.83 a	1.52	93.3	100
Huacatinco	2D	19	98.72 a	1.2	91.4	100
Checcaspampa	2D	12	98.70 a	1.54	93.2	100
Pampacancha	2D	28	98.70 a	1.01	88	100
Marampaqui	2D	51	98.60 a	0.74	92.5	100
Llullucha	2D	13	98.58 a	1.52	89.8	100
Mallma	2D	28	98.50 a	1.01	93.2	100
Checcaspampa	DL	12	98.48 a	1.54	94.8	100
Accocunca	DL	32	98.45 a	0.94	90.2	100
Chaupimayo	4D	13	98.24 a	1.52	81.1	100
Huacatinco	BLL	19	97.90 a	1.2	89.6	100
Mahuayani	2D	24	97.70 a	1.09	87.7	100
Mallma	4D	28	97.38 a	1.01	87.9	100
Huayna Ausangate	2D	39	97.24 a	0.85	78.7	100
Pacchanta	2D	41	97.13 a	0.84	84.9	100
Marampaqui	4D	51	97.08 a	0.74	85.6	100
Upis	2D	47	97.07 a	0.77	82.4	100
Llullucha	4D	13	96.94 a	1.52	88.1	100
Pampacancha	4D	28	96.93 a	1.01	89.4	100
Accocunca	4D	32	96.92 a	0.94	90.8	100
Pampacancha	BLL	28	96.72 a	1.01	82.7	100
Palcca	2D	28	96.71 a	1.01	85.4	100
Huacatinco	4D	19	96.58 a	1.2	85.3	100
Pacchanta	4D	41	96.41 a	0.84	69.8	100
Mahuayani	BLL	24	96.32 a	1.09	87.3	100
Llullucha	BLL	13	96.12 a	1.52	86.5	100
Mallma	BLL	28	95.69 a	1.01	79.5	100
Marampaqui	BLL	51	95.42 a	0.74	78.2	100
Accocunca	2D	32	94.95 a	0.94	80.1	100
Checcaspampa	4D	12	94.92 a	1.54	85.5	98.1

COMUNIDAD	EDAD	n	Factor de confort de la fibra FC (%)			
			Medias	E.E.	Min	Máy
Upis	4D	47	94.61 a	0.77	73.4	100
Mahuayani	4D	24	94.37 b	1.09	72.1	100
Palcca	BLL	28	94.28 b	1.01	64.2	100
Upis	BLL	47	93.79 c	0.77	80.1	100
Pacchanta	BLL	41	93.73 d	0.84	71.1	100
Chaupimayo	BLL	13	93.31 e	1.52	80.1	98.3
Huayna Ausangate	4D	39	92.91 f	0.85	64.7	100
Palcca	4D	28	91.71 g	1.01	53	99.8
Huayna Ausangate	BLL	39	91.69 g	0.85	71.6	100
Checcaspampa	BLL	12	91.17 h	1.54	70.8	100
Accocunca	BLL	32	88.89 i	0.94	56.2	100
<b>Promedio</b>			<b>96.77</b>	<b>1.08</b>	<b>84.78</b>	<b>99.93</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

Los resultados se presentan en la tabla 27. Para el factor de confort el promedio obtenido para todos los animales de las 13 comunidades del distrito Ocongate fue de 96.77%, valor considerado adecuado para la confección de prendas. Asimismo, en la misma tabla se observar el efecto de interacción comunidad\*edad para el factor de confort (FC); donde todas las interacciones que comparten la letra “a”, desde Llullucha DL (99.93%) hasta Upis 4D (94.61%), son estadísticamente iguales y presentan un mayor FC que a todas las demás interacciones desde Mahuayani 4D (94.37%) hasta Accocunca BLL (88.89%). Estas diferencias pueden explicarse por factor medio ambiental, ya que las comunidades se encuentran en diferentes pisos altitudinales, presentan variaciones en el tipo de alimentación, frecuencia de esquila por los productores, el manejo de la crianza distinto, así como en el grado de mejoramiento genético presente en cada comunidad.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Cutiri (2019); Barrionuevo (2019); Málaga *et al.* (2022); Machaca (2017); Aruquipa (2015) quienes reportan valores promedios de 94.89%, 95.40%, 91.18%, 89.27% y 92.17%, respectivamente. Por otro lado, los resultados del

presente estudio fueron inferiores a lo reportado por Llactahuamani *et al.* (2020) quienes encontraron un promedio de 97.09%. Asimismo, dichos autores indican que los animales DL tuvieron el mayor FC con 99.28% frente a las alpacas de 2D, 4D y BLL con 97.92%, 96.11% y 95.15%, respectivamente, esta diferencia se debe a que en este estudio trabajaron con alpacas del plantel de reproductores de cuatro comunidades del distrito de Ocongate, asimismo la ausencia de diferencia por efecto del sexo coincide con el presente estudio. Por otro lado, Cutiri (2019), no encontró diferencias significativas para la interacción comunidad\*edad, sin embargo, indica que los animales de cuatro comunidades del distrito de Ocongate DL tuvieron mayor valor de FC con 99.01% frente a las alpacas de 2D, 4D y BLL con 95.56%, 94.91% y 90.76%, respectivamente, para el efecto sexo no encontró diferencias significativas lo cual coincide con el presente estudio. De igual manera Lupton *et al.* (2006) señalaron que las alpacas DL tuvieron mayor valor con 82.70% que de las alpacas 2D, 4D y BLL de Estados Unidos. Los autores antes mencionados indican que las fibras con mejor factor de confort son fibras mucho más aceptables en mercado textil. Las diferencias encontradas entre estudios pueden deberse a factores como la alimentación según la zona geográfica, el manejo reproductivo y el grado de mejoramiento genético, entre otros.

#### **5.1.5. Índice de curvatura IC (grad/mm) según comunidad, sexo y edad**

Según resumen de ANVA del anexo 1, se aprecia que existe diferencias altamente significativas en la variación del índice de curvatura por efecto del factor comunidad y edad ( $p < 0.01$ ), diferencias significativas por efecto sexo e interacción comunidad\*edad, mientras no se observó diferencias significativas por efecto interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en las tablas 28, 29 y anexos 14 y 15.



**Tabla 28**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en el índice de curvatura IC (grad/mm) de la fibra de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Índice de curvatura de fibra IC (grad/mm)			
			Medias	E.E.	Min	Max
Pampacancha	BLL	28	40.32 a	1.18	27.1	52.9
Huacatinco	2D	19	39.89 a	1.41	28.5	54.9
Huacatinco	DL	19	38.99 a	1.41	29.2	55.6
Pampacancha	2D	28	38.95 a	1.18	29.6	51
Pampacancha	4D	28	38.51 a	1.18	30	49.9
Mahuayani	BLL	24	38.16 a	1.27	30.1	46.1
Marampaqui	4D	51	37.94 a	0.87	27	51.4
Chaupimayo	4D	13	37.79 a	1.78	28.5	41.6
Marampaqui	2D	51	37.62 a	0.87	29.2	51.8
Huacatinco	BLL	19	37.30 a	1.41	30.2	53.1
Huacatinco	4D	19	37.18 a	1.41	27.8	43
Marampaqui	BLL	51	37.14 a	0.87	22.7	48.9
Pampacancha	DL	28	37.00 a	1.18	25.7	55.1
Checcaspampa	2D	12	36.81 a	1.80	25	45.9
Mahuayani	2D	24	36.76 a	1.27	29.4	48.8
Huayna Ausangate	2D	39	36.56 a	0.99	26.9	44.6
Pacchanta	4D	41	36.52 a	0.98	24.9	47.5
Pacchanta	BLL	41	36.50 a	0.98	23.4	59.4
Llullucha	4D	13	36.22 a	1.78	27.5	41.2
Checcaspampa	BLL	12	36.02 a	1.80	24.7	51.5
Palcca	BLL	28	35.96 a	1.18	27.3	45
Chaupimayo	DL	13	35.92 a	1.78	28.8	41.4
Accocunca	4D	32	35.82 a	1.10	29	54.7
Chaupimayo	2D	13	35.73 a	1.78	25.9	44.1
Mahuayani	DL	24	35.52 a	1.27	24.3	46.1
Huayna Ausangate	BLL	39	35.51 a	0.99	20	47.6
Llullucha	BLL	13	35.25 a	1.78	28.4	45.7
Huayna Ausangate	4D	39	35.03 a	0.99	23.7	48.7
Marampaqui	DL	51	34.98 a	0.87	23.3	49.8
Mallma	2D	28	34.93 a	1.18	28.5	43.9
Huayna Ausangate	DL	39	34.92 a	0.99	24.9	47
Palcca	4D	28	34.90 a	1.18	24.9	48
Palcca	DL	28	34.71 a	1.18	25.7	43.5
Mahuayani	4D	24	34.56 a	1.27	25.3	41.9
Upis	BLL	47	34.50 a	0.90	25.3	48.5
Mallma	BLL	28	34.48 a	1.18	16.7	50.2
Pacchanta	2D	41	34.38 a	0.98	23.6	42.9
Mallma	4D	28	34.32 a	1.18	25.8	41.3
Upis	2D	47	34.30 a	0.9	23.5	53.8
Accocunca	DL	32	33.95 a	1.1	25.7	45.7
Llullucha	2D	13	33.93 a	1.78	20.1	41.1

COMUNIDAD	EDAD	n	Índice de curvatura de fibra IC (grad/mm)			
			Medias	E.E.	Min	Max
Palcca	2D	28	33.66 b	1.18	27.1	43.9
Checcaspampa	DL	12	33.53 b	1.8	26.3	43.5
Chaupimayo	BLL	13	33.27 c	1.78	26.7	39.7
Accocunca	BLL	32	32.85 c	1.1	22.3	45
Upis	4D	47	31.93 d	0.9	21.5	47.7
Accocunca	2D	32	31.89 d	1.1	25.8	42.2
Checcaspampa	4D	12	31.66 e	1.8	23.4	39.3
Upis	DL	47	31.22 f	0.9	22.5	45.8
Mallma	DL	28	31.14 f	1.18	25.2	40.3
Pacchanta	DL	41	30.80 g	0.98	19.8	54.7
Llullucha	DL	13	30.20 h	1.78	24.6	41.5
<b>Promedio</b>			<b>35.34</b>	<b>1.26</b>	<b>25.64</b>	<b>47.09</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 28 se muestra la interacción comunidad por edad para el índice de curvatura (IC) donde se puede observar que el promedio total del IC de las alpacas del distrito de Ocongate es 35.34 grad/mm; así mismo todas las interacciones que tienen la letra “a”, desde Pampacancha BLL (40.32 grad/mm) hasta Llullucha 2D (33.93 grad/mm), son estadísticamente iguales y presentan fibras más rizados respecto a todas las demás interacciones, siendo las alpacas desde Palcca 2D (33.66 grad/mm) hasta Llullucha DL (30.20 grad/mm) presentaron valores menores de IC ( $p<0.05$ ). Esto indica que la interacción de ambos factores influye en la curvatura de la fibra. Las comunidades y las alpacas de diferentes edades en estudio se encuentran en diferentes pisos altitudinales sobre nivel del mar y resultado de la edad de los animales lo que posiblemente se explica la diferencia observada.

Barrionuevo (2019); Lupton *et al.* (2006) reportaron índice de curvatura inferior al presente estudio, con un promedio de 32.94 grad/mm y 33.16 grad/mm para las alpacas de cuatro comunidades del distrito de Ocongate y alpacas de Estados Unidos. Por otro lado, Machaca *et al.* (2017) reportan 36.63 grad/mm para las alpacas de Cotaruse – Apurímac, valor superior al

obtenido en el presente estudio. De igual manera, Larios *et al.* (2023) informaron valores más altos de IC con una media de 44.58 grad/mm en las alpacas de zonas Agroecológicas de Puno. Asimismo, Llahtahuamani *et al.* (2020) reportaron un valor promedio de 42.35 grad/mm para alpacas Huacaya. Los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por Larios *et al.* (2023) quienes encontraron diferencia significativa para el efecto de interacción lugar\*edad; además indicó que el IC en la zona húmeda 4D fue mayor valor de 43.07 grad/mm en comparación con las alpacas de zona húmeda DL 38.92 grad/mm respectivamente. Barrionuevo (2019) reporta IC menor para alpacas de BLL con promedio de 28.70 grad/mm, 4D con 31.72 grad/mm, DL 34.07 grad/mm y 2D con 34.60 grad/mm, respectivamente. Holt (2006) menciona que un IC mayor a 50 grad/mm se considera como curvatura alta; si se encuentra en el rango de 30 a 50 grad/mm, se considera media; y si es inferior a 20 grad/mm, se clasifica como baja. Esto indica que las alpacas del distrito de Ocongate presentan una curvatura media. Estas diferencias y similitudes entre estudios podrían deberse al manejo en la crianza de las alpacas, las zonas de muestreo, el tamaño de muestra, la vegetación, el grado de mejoramiento genético, entre otros factores.

**Tabla 29**

*Efecto del sexo en el índice de curvatura IC (grad/mm) de la fibra de alpacas del distrito de Ocongate.*

SEXO	n	Índice de curvatura de la fibra IC (grad/mm)			
		Medias	E.E.	Min	Máx
Macho	376	35.78a	0.31	21.40	55.60
Hembra	1124	34.91b	0.18	16.70	59.40

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.

Los valores del índice de curvatura según sexo se observan en la tabla 29. Los machos, con 35.78 grad/mm, presentaron una curvatura de fibra significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) que las hembras, con 34.91 grad/mm. Esto indica que el sexo influye en la estructura de la fibra, siendo

más ondulada en los machos. Esta diferencia podría deberse a la precisión en la selección de los machos por parte de los productores alpaqueros.

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los reportes de Barrionuevo (2019), quien encontró un IC ligeramente mayor en machos con 33.43 grad/mm frente a las hembras con 33.18 grad/mm; sin embargo, a diferencia del presente trabajo, dicho autor no encontró diferencias estadísticamente significativas para el factor sexo. Por otro lado, los resultados del presente estudio difieren de lo reportado por Larios *et al.* (2023); Llactahuamani *et al.* (2020); Machaca *et al.* (2017); Lupton *et al.* (2006) quienes encontraron un mayor IC para las alpacas hembra que los machos con promedios de 40.58 y 39.12, 37.56 y 25.32, 38.23 y 33.76, 33.4 y 32.8, respectivamente. Factores ambientales, el grado de mejora genética, el tamaño muestral entre otros factores explica la diferencia y coincidencias observados en los resultados.

## **5.2. Medulación de la fibra de alpacas**

El efecto de comunidad resulta altamente significativo (anexo 7) para MEDF ( $P < 0.01$ ), significativo para PM, SMED, MEDD, MEDC ( $P < 0.05$ ); el efecto sexo no fue significativo para PM y tipos de medulación ( $p > 0.05$ ); el efecto edad fue altamente significativo para PM, SMED, MEDF, MEDD, MEDC ( $p < 0.01$ ) y significativo para MEDf ( $P < 0.05$ ); el efecto interacción comunidad\*sexo fue significativo para MEDF y la interacción comunidad\*edad fue altamente significativa para MEDD y MEDC ( $p < 0.01$ ) y significativa para PM y SMED ( $p < 0.05$ ).

### **5.2.1. Porcentaje de medulación PM (%) de la fibra de alpacas según comunidad, sexo y edad.**

Según resumen de ANVA del anexo 7, se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación del porcentaje de medulación de la fibra de alpaca por efecto del

factor edad ( $p<0.01$ ), diferencia significativa por efecto comunidad e interacción comunidad\*edad ( $p<0.05$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p>0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en la tabla 30 y anexos 16 y 17.

**Tabla 30**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de medulación PM (%) de la fibra de alpacas en el distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de medulación PM (%)			
			Media	E.E.	Min	Máx
Llullucha	DL	5	5.75 a	10.24	3.45	13.75
Llullucha	2D	5	9.89 a	10.24	4.69	16.22
Chaupimayo	2D	5	10.20 a	10.24	1.81	34.98
Marampaqui	DL	20	11.70 a	4.73	2.05	46.66
Checcaspampa	DL	5	13.00 a	10.24	8.71	19.77
Pacchanta	DL	16	13.10 a	5.29	2.91	35.75
Mahuayani	DL	9	13.88 a	7.34	2.96	22.16
Upis	DL	19	15.08 a	4.77	2.99	61.44
Huayna Ausangate	DL	16	15.25 a	5.29	4.47	71.46
Pampacancha	DL	12	16.22 a	6.11	4.57	28.50
Checcaspampa	BLL	5	16.31 a	10.24	7.39	51.72
Huacatinco	DL	8	16.86 a	7.48	9.09	24.49
Huacatinco	4D	8	18.45 a	7.48	9.20	32.63
Pampacancha	2D	12	19.64 a	6.11	6.70	45.83
Mahuayani	4D	9	19.71 a	7.34	5.61	44.88
Huacatinco	2D	8	19.82 a	7.48	4.61	73.95
Huacatinco	BLL	8	19.90 a	7.48	12.69	30.95
Huayna Ausangate	2D	16	20.36 a	5.29	9.15	64.81
Palcca	DL	11	20.37 a	6.20	4.47	45.81
Marampaqui	2D	20	20.55 a	4.73	5.40	71.28
Accocunca	DL	13	22.01 a	6.03	6.02	53.15
Checcaspampa	2D	5	22.08 a	10.24	7.79	67.76
Mallma	2D	11	23.03 a	6.20	9.76	39.55
Mallma	DL	11	23.06 a	6.20	7.57	55.97
Pacchanta	2D	16	23.30 a	5.29	5.96	68.74
Upis	2D	19	23.51 a	4.77	6.21	42.36
Marampaqui	BLL	20	24.22 a	4.73	4.17	71.17
Pacchanta	4D	16	25.07 a	5.29	9.01	49.16
Upis	BLL	19	26.10 a	4.77	2.84	79.48
Huayna Ausangate	4D	16	26.92 a	5.29	6.36	61.12
Palcca	4D	11	27.71 a	6.20	8.46	82.72
Chaupimayo	4D	5	28.31 a	10.24	4.33	70.41

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de medulación PM (%)			
			Media	E.E.	Min	Máy
Mallma	4D	11	28.52 a	6.20	5.78	60.79
Pampacancha	4D	12	28.93 a	6.11	5.80	54.68
Marampaqui	4D	20	28.98 a	4.73	5.14	65.85
Mahuayani	2D	9	30.17 a	7.34	10.06	58.87
Llullucha	BLL	5	30.17 a	10.24	10.84	69.47
Llullucha	4D	5	31.29 a	10.24	10.57	48.87
Accocunca	4D	13	32.34 a	6.03	5.87	78.24
Pacchanta	BLL	16	32.62 a	5.29	8.68	84.63
Mallma	BLL	11	32.78 a	6.20	13.29	80.86
Huayna Ausangate	BLL	16	33.52 a	5.29	9.20	87.97
Mahuayani	BLL	9	35.42 a	7.34	17.48	64.05
Accocunca	BLL	13	35.99 a	6.03	6.16	69.81
Chaupimayo	DL	5	37.19 a	10.24	9.06	62.40
Palcca	2D	11	40.29 b	6.20	8.96	74.17
Pampacancha	BLL	12	41.10 b	6.11	8.55	74.76
Chaupimayo	BLL	5	41.35 b	10.24	29.18	82.73
Palcca	BLL	11	44.17 c	6.20	16.91	81.68
Accocunca	2D	13	44.90 d	6.03	13.53	85.94
Upis	4D	19	49.35 e	4.77	8.15	93.47
Checcaspampa	4D	5	55.93 f	10.24	30.82	82.13
<b>Promedio</b>			<b>25.89</b>	<b>6.94</b>	<b>8.18</b>	<b>58.46</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 30 se aprecia la interacción comunidad por edad para el porcentaje de medulación (PM); así mismo se muestra una media de 25.89% de PM para las alpacas del distrito de Ocongate. De igual manera, se observa todas las combinaciones que tienen la letra a, desde Llullucha DL (5.75%) hasta Chaupimayo DL (37.19%), son estadísticamente iguales y presentan menor PM, lo cual refleja fibras mucho más finas y confortables respecto a todas las demás interacciones. En cambio, las fibras con mayor porcentaje de medulación se registraron en alpacas adultas de Checcaspampa 4D, Upis 4D y Accocunca 2D, con valores superiores al 44.90 % e incluso hasta 55.93 %. Sin embargo, algunas interacciones como Llullucha, Pacchanta, Marampaqui, Huayna Ausangate, Mallma y Huacatinco, en las edades DL, 2D, 4D y BLL comparten un mismo grupo estadístico y no presentan diferencias estadísticas entre sí. Esto

indicaría que dicha variabilidad podría estar asociado a factores genéticos, factor edad, manejo local o condiciones ambientales que estabilizan esta característica.

La media general del porcentaje de medulación encontrado fue del 25.89%, lo cual indica que los productores alpaqueros de las comunidades del distrito de Ocongate están cumpliendo con las exigencias de la industria textil. Al respecto, Pinares y Quispe (2024) en la provincia de Canchis, asimismo Cutiri (2019) en cuatro comunidades del distrito de Ocongate, por otro lado, Bustinza (2023) en Carabaya – Puno, reportan promedios de PM superior al presente estudio, con medias de 32.71%, 39.50% y 29.96%, respectivamente. De igual manera, Aruquipa (2015) reporta similar promedio al presente estudio, con 26.07%. Los estudios revisados no reportaron promedios de PM más bajos que hallados en el presente estudio. Asimismo, tampoco evidenciaron diferencias significativas en la interacción entre comunidad por edad. Sin embargo, Bustinza (2023), reporta valores similares para animales de DL (24.40%) con menor PM seguido por animales 2D, 4D y BLL con 30.57%, 31.29% y 33.59%, respectivamente. Por su parte, Pinares y Quispe (2024) reportaron similar, las alpacas de Canchis DL tuvieron menor valor (26.46%) frente a las de 2D, 4D y BLL con 33.82%, 35.89 y 39.10%, respectivamente. Cutiri (2019) reporta 31.20%, 35.32%, 48.94% y 42.55% en DL, 2D, 4D y BLL en las tres comunidades del distrito de Ocongate. Todos los autores antes mencionados afirman que el porcentaje de medulación se incrementa con la edad del animal lo cual se atribuye al estado fisiológico del mismo y al número de esquilas realizadas, ya que estas características tienen una relación directa con el diámetro de la fibra. En cuanto al efecto del sexo, los resultados coinciden con lo reportado por Pinares y Quispe (2024); Aruquipa (2015), quienes no encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ); no obstante, Cutiri (2019) sí halló diferencias significativas según el sexo. Estas discrepancias entre investigaciones podrían

deberse al mejoramiento genético, la alimentación y la metodología empleada para determinar el porcentaje de medulación.

## 5.2.2. Tipos de medulación en la fibra de alpacas

### 5.2.2.1. Porcentaje de fibras sin medula SMED (%) según comunidad, sexo y edad

Según resumen de ANVA del anexo 7, se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación del porcentaje de fibras de alpacas sin médula por efecto del factor edad ( $p < 0.01$ ), diferencia significativa por efecto comunidad e interacción comunidad\*edad ( $p < 0.05$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en la tabla 31 y anexos 16 y 17.

**Tabla 31**

*Efeto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de fibras sin medula SMED (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de fibras sin medula SMED (%)			
			Medias	E.E.	Min	Max
Llullucha	DL	5	94.25 a	10.24	86.25	96.55
Llullucha	2D	5	90.11 a	10.24	83.78	95.31
Chaupimayo	2D	5	89.80 a	10.24	65.02	98.19
Marampaqui	DL	20	88.30 a	4.73	53.34	97.95
Checcaspampa	DL	5	87.00 a	10.24	80.23	91.29
Pacchanta	DL	16	86.90 a	5.29	64.25	97.09
Mahuayani	DL	9	86.12 a	7.34	77.84	97.04
Upis	DL	19	84.92 a	4.77	38.56	97.01
Huayna Ausangate	DL	16	84.75 a	5.29	28.54	95.53
Pampacancha	DL	12	83.78 a	6.11	71.5	95.43
Checcaspampa	BLL	5	83.69 a	10.24	48.28	92.61
Huacatinco	DL	8	83.14 a	7.48	75.51	90.91
Huacatinco	4D	8	81.55 a	7.48	67.37	90.8
Pampacancha	2D	12	80.36 a	6.11	54.17	93.3
Mahuayani	4D	9	80.29 a	7.34	55.12	94.39
Huacatinco	2D	8	80.18 a	7.48	26.05	95.39
Huacatinco	BLL	8	80.10 a	7.48	69.05	87.31
Huayna Ausangate	2D	16	79.64 a	5.29	35.19	90.85
Palcca	DL	11	79.63 a	6.20	54.19	95.53



COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de fibras sin medula SMED (%)			
			Medias	E.E.	Min	Max
Marampaqui	2D	20	79.45 a	4.73	28.72	94.6
Accocunca	DL	13	77.99 a	6.03	46.85	93.98
Checcaspampa	2D	5	77.92 a	10.24	32.24	92.21
Mallma	2D	11	76.97 a	6.20	60.45	90.24
Mallma	DL	11	76.94 a	6.20	44.03	92.43
Pacchanta	2D	16	76.70 a	5.29	31.26	94.04
Upis	2D	19	76.49 a	4.77	57.64	93.79
Marampaqui	BLL	20	75.78 a	4.73	28.83	95.83
Pacchanta	4D	16	74.93 a	5.29	50.84	90.99
Upis	BLL	19	73.90 a	4.77	20.52	97.16
Huayna Ausangate	4D	16	73.08 a	5.29	38.88	93.64
Palcca	4D	11	72.29 a	6.20	17.28	91.54
Chaupimayo	4D	5	71.69 a	10.24	29.59	95.67
Mallma	4D	11	71.48 a	6.20	39.21	94.22
Pampacancha	4D	12	71.07 a	6.11	45.32	94.2
Marampaqui	4D	20	71.02 a	4.73	34.15	94.86
Mahuayani	2D	9	69.83 a	7.34	41.13	89.94
Llullucha	BLL	5	69.83 a	10.24	30.53	89.16
Llullucha	4D	5	68.71 a	10.24	51.13	89.43
Accocunca	4D	13	67.66 a	6.03	21.76	94.13
Pacchanta	BLL	16	67.38 a	5.29	15.37	91.32
Mallma	BLL	11	67.22 a	6.20	19.14	86.71
Huayna Ausangate	BLL	16	66.48 a	5.29	12.03	90.8
Mahuayani	BLL	9	64.58 a	7.34	35.95	82.52
Accocunca	BLL	13	64.01 a	6.03	30.19	93.84
Chaupimayo	DL	5	62.81 a	10.24	37.6	90.94
Palcca	2D	11	59.71 b	6.20	25.83	91.04
Pampacancha	BLL	12	58.90 b	6.11	25.24	91.45
Chaupimayo	BLL	5	58.65 b	10.24	17.27	70.82
Palcca	BLL	11	55.83 c	6.20	18.32	83.09
Accocunca	2D	13	55.10 d	6.03	14.06	86.47
Upis	4D	19	50.65 e	4.77	6.53	91.85
Checcaspampa	4D	5	44.07 f	10.24	17.87	69.18
<b>Promedio</b>			<b>74.11</b>	<b>6.94</b>	<b>41.54</b>	<b>91.82</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

En cuanto a la interacción comunidad por edad para el porcentaje de fibras sin médula SMED se muestra en la tabla 31, las alpacas en estudio mostraron un promedio de 74.11% de fibras sin medula. El alto porcentaje de fibras no meduladas en el distrito de Ocongate se explica por su buena calidad, ya que son las que aceptan mejor el teñido en la industria textil. Asimismo,

se observa que todas las interacciones que tienen la letra “a”, desde Llullucha DL (94.25) hasta Chaupimayo DL (62.81%), son estadísticamente iguales y presentan un mayor porcentaje de fibras sin médula ( $p<0.05$ ) que las interacciones desde Palcca 2D (59.71%) hasta Checcaspampa 4D, siendo esta última con menor porcentaje de fibras sin medula (44.07%), respectivamente.

A diferencia del presente estudio, no se encontraron reportes del efecto interacción comunidad\*sexo para las fibras sin médula. Sin embargo, los valores reportados por Bustinza (2023); Mamani (2023) fueron inferiores, con promedios de 70.00% y 45.30% de fibras sin médula en alpacas Huacaya de la provincia de Carabaya y el distrito de San José de Azángaro. Contreras (2009) reporta un promedio de 33.51% muy inferior al presente estudio. Resultado similar reporta Bustinza (2023), mayor porcentaje de fibras sin médula para alpacas de Carabaya DL con 75.60% frente a alpacas de 2D, 4D y BLL con 69.43%, 68.71%, 66.25%, respectivamente. Similar reporta Chacca (2024) mayor porcentaje para alpacas de Puno en nacimiento, destete y esquila con 84.43%, 80% y 89.39%, respectivamente. Para el efecto sexo el mismo autor indica que no encontró diferencia entre machos y hembras; coincide con el presente estudio. Estas diferencias con autores antes mencionados probablemente sean por la influencia del lugar de hábitat de las alpacas, el grado de mejoramiento genético, el tipo de alimentación, entre otros.

#### **5.2.2.2. Porcentaje de fibras con medulación fragmentada MEDF (%) según comunidad, edad y sexo**

Según resumen de ANVA del anexo 7, se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación del porcentaje de medulación fragmentada por efecto del factor edad y comunidad ( $p<0.01$ ), diferencia significativa por efecto interacción comunidad\*sexo ( $p<0.05$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*edad, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p>0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran.

**Tabla 32**

*Efecto de la interacción de comunidad y sexo en el porcentaje de medulación fragmentada MEDF (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	SEXO	n	Porcentaje de medulación fragmentada MEDF (%)			
			MEDIAS	E.E.	Min	Máx
Checcaspampa	Macho	4	5.61 a	4.35	2.29	11.82
Huacatinco	Macho	8	7.76 a	3.08	1.14	11.3
Marampaqui	Macho	20	7.81 a	1.95	0.8	34.2
Llullucha	Macho	4	7.89 a	4.35	0.85	15.14
Huayna Ausangate	Macho	16	8.20 a	2.18	1.7	23.28
Chaupimayo	Macho	4	8.37 a	4.35	1.01	15.44
Llullucha	Hembra	16	8.81 a	2.18	1.79	32.04
Huacatinco	Hembra	24	9.14 a	1.78	1.63	20.79
Marampaqui	Hembra	60	10.66 a	1.12	0.23	32.69
Pacchanta	Hembra	48	11.48 a	1.26	1.16	33.8
Mahuayani	Hembra	28	11.76 a	1.64	1.59	23.6
Pampacancha	Hembra	36	11.82 a	1.45	1.92	38.9
Mahuayani	Macho	8	11.82 a	3.08	3.54	37.11
Upis	Macho	20	11.91 a	1.95	1.55	37.1
Checcaspampa	Hembra	16	12.08 a	2.18	3.71	36.24
Chaupimayo	Hembra	16	12.28 a	2.18	0.63	30.1
Palcca	Hembra	32	12.47 a	1.54	1.96	33.37
Mallma	Hembra	32	12.96 a	1.54	2.18	42.36
Upis	Hembra	56	13.84 a	1.16	1.01	37.66
Pacchanta	Macho	16	14.09 a	2.18	3.05	40.52
Accocunca	Hembra	40	14.33 a	1.38	1.51	39.14
Huayna Ausangate	Hembra	48	14.53 a	1.26	2.22	34.92
Mallma	Macho	12	15.50 a	2.51	4.97	33.07
Pampacancha	Macho	12	16.70 a	2.51	3.24	33.11
Palcca	Macho	12	17.66 a	2.51	2.83	41.5
Accocunca	Macho	12	18.61 b	2.51	4.97	39.29
<b>Promedio</b>			<b>11.85</b>	<b>2.24</b>	<b>2.06</b>	<b>31.10</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 32, se ven los resultados por comunidad y sexo del porcentaje de fibras con medulación fragmentada; las alpacas del distrito de Ocongate tuvieron un promedio de 11.85% de medulación fragmentada. Asimismo, se puede observar que la mayoría de las interacciones son estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ ) y con menor porcentaje de fibras con medulación fragmentada, excepto machos de Accocunca con una media de 18.61%. Las hembras mostraron medulación

fragmentada más homogénea entre comunidades. Estas diferencias se explican porque tanto el sexo como el origen geográfico influyen en el porcentaje de medulación fragmentada.

A diferencia del presente estudio, no se encontraron reportes del efecto interacción comunidad\*sexo para el porcentaje de medulación fragmentada. No obstante, Pinares y Quispe (2024) encontraron un promedio de 14.12% para las alpacas de la provincia de Canchis superior al presente estudio. Asimismo, mencionan que las alpacas hembras tuvieron mayor MEDF con 15.74% que los machos 12.57% ( $p<0.05$ ). De igual manera, según lugar de procedencia, encontró diferencia significativa para las alpacas de Toxocota, que mostraron mayor MEDF con 15.61% frente a las alpacas de Marangani, Pitumarca y La Raya con 11.63%, 12.61% y 14.80%, respectivamente. De igual manera, Bustinza (2023) reportó un promedio de 15.53% de MEDF para alpacas de la provincia de Carabaya – Puno superiores al presente estudio. Ramírez (2023) reportó media con ligera superioridad de 12.56% para fibras con medulación fragmentada de alpacas machos de primera esquila del fundo Mallkini – distrito Muñani – Azángaro. Estas diferencias posiblemente se deben al grado de selección, medio ecológico que repercute en la incidencia de las fibras meduladas y lugar de procedencia, entre otros.

**Tabla 33**

*Efecto de la edad en el porcentaje de medulación fragmentada MEDF (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

EDAD	n	Porcentaje de medulación fragmentada MEDF (%)			
		Medias	E.E.	Min	Máx
DL	150	7.53a	0.95	0.23	34.62
2D	150	10.85b	0.95	0.63	40.52
4D	150	13.67c	0.95	1.51	37.66
BLL	150	15.36c	0.95	1.14	42.36

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

En cuanto al porcentaje de fibras con medulación fragmentada (MEDF), aumentó significativamente con la edad ( $p<0.05$ ). Las alpacas de DL (7.53%) mostraron menor porcentaje de fibras con MEDF que las alpacas adultas 2D, 4D y BLL. Estas diferencias se deberían a la edad del animal; a medida que el animal envejece, el MEDF incrementa un 3%.

Los resultados reportados por Bustinza (2023) son superiores al presente estudio, donde encontró valores de 13.02%, 17.16%, 15.41% y 16.53% para alpacas de Carabaya – Puno de DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente, sin diferencias significativas. De igual manera, Pinares y Quispe (2024) reportaron valores para alpacas de Canchis de DL, 2D, 4D y BLL con 11.37%, 14.64%, 16.71% y 17.70%, respectivamente, superiores al presente trabajo. No se encontraron reportes de valores inferiores al presente estudio según edad. Los autores antes mencionados indican que, conforme avanza la edad del animal, también incrementa MEDF. Estas diferencias probablemente se deben a la mejora genética que se maneja en cada lugar, frecuencia de esquila, grado de selección, entre otros.

#### **5.2.2.3. Porcentaje de medulación discontinua MEDD (%) según comunidad, sexo y edad**

Según resumen de ANVA del anexo 7, se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación del porcentaje de medulación discontinua por efecto del factor edad e interacción comunidad\*edad ( $p<0.01$ ), diferencia significativa por efecto comunidad ( $p<0.05$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p>0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en la tabla 34 y anexos 16 y 17.

**Tabla 34**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de medulación discontinua MEDD (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de medulación discontinua MEDD (%)			
			Medias	E.E.	Min	Máx
Llullucha	DL	5	1.15a	3.21	0.74	2.04
Pacchanta	DL	16	2.05a	1.66	0.15	8.43
Chaupimayo	2D	5	2.17a	3.21	0.28	10.93
Pampacancha	DL	12	2.38a	1.91	0.69	3.94
Llullucha	2D	5	2.57a	3.21	0.93	3.99
Marampaqui	DL	20	2.68a	1.48	0.26	9.61
Mahuayani	DL	9	2.98a	2.30	0.24	5.17
Checcaspampa	BLL	5	3.00a	3.21	1.71	7.44
Pampacancha	2D	12	3.07a	1.91	1.03	7.93
Palcca	DL	11	3.22a	1.94	0.4	7.23
Huayna Ausangate	DL	16	3.28 a	1.66	0.66	26.35
Mahuayani	4D	9	3.34 a	2.30	0.67	12.29
Upis	DL	19	3.42 a	1.50	0.49	16.05
Checcaspampa	DL	5	3.47 a	3.21	2.5	4.71
Huacatinco	DL	8	3.55 a	2.35	1.38	6.18
Pacchanta	2D	16	3.57 a	1.66	0.92	17.65
Huacatinco	4D	8	3.64 a	2.35	2.21	7.72
Huacatinco	2D	8	4.08 a	2.35	1.27	15.33
Mallma	2D	11	4.29 a	1.94	1.64	8.27
Accocunca	DL	13	4.34 a	1.89	1.16	13.78
Huayna Ausangate	2D	16	4.40 a	1.66	1.24	16.54
Pacchanta	4D	16	4.40 a	1.66	1.27	10.24
Upis	2D	19	4.64 a	1.50	1.07	11.42
Mallma	DL	11	4.66 a	1.94	1.45	12.55
Mallma	4D	11	5.05 a	1.94	0.63	15.87
Checcaspampa	2D	5	5.05 a	3.21	1.75	13.13
Huacatinco	BLL	8	5.09 a	2.35	3.84	8.69
Mahuayani	2D	9	5.19 a	2.30	1.39	11.36
Pampacancha	4D	12	5.48 a	1.91	0.83	10.13
Palcca	4D	11	5.78 a	1.94	2.04	18.96
Marampaqui	2D	20	5.81 a	1.48	1.47	22.93
Mahuayani	BLL	9	6.74 a	2.30	2.79	13.73
Huayna Ausangate	4D	16	6.96 a	1.66	1.25	19.62
Llullucha	4D	5	6.99 a	3.21	2.97	8.92
Upis	BLL	19	7.03 a	1.50	0.55	30.02
Marampaqui	BLL	20	7.04 a	1.48	1.05	25.84
Accocunca	BLL	13	7.34 a	1.89	1.57	19.23
Marampaqui	4D	20	7.42 a	1.48	1.15	17.55
Mallma	BLL	11	7.61 a	1.94	2.08	22.04
Llullucha	BLL	5	8.32 a	3.21	2.47	25.89
Pacchanta	BLL	16	8.58 a	1.66	1.51	31.74

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de medulación discontinua MEDD (%)			
			Medias	E.E.	Min	Máx
Palcca	2D	11	9.02 a	1.94	1.73	13.8
Chaupimayo	4D	5	9.13a	3.21	0.59	25.35
Accocunca	4D	13	9.56 a	1.89	1.64	29.94
Pampacancha	BLL	12	9.83 a	1.91	0.94	23.31
Accocunca	2D	13	10.40a	1.89	2.09	28.5
Chaupimayo	BLL	5	10.51a	3.21	4.4	24.99
Huayna Ausangate	BLL	16	10.67a	1.66	1.8	39.29
Chaupimayo	DL	5	13.17b	3.21	1.88	23.48
Palcca	BLL	11	13.51c	1.94	4.5	30.51
Checcaspampa	4D	5	13.67c	3.21	5.82	20.16
Upis	4D	19	13.90d	1.50	1.87	37.38
<b>Promedio</b>			<b>6.06</b>	<b>2.17</b>	<b>1.56</b>	<b>16.50</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 34 se puede apreciar la interacción comunidad por edad para el porcentaje de fibras con medulación discontinua ( $p<0.05$ ); las alpacas del distrito de Ocongate mostraron una media de 6.06% de MEDD. Asimismo, se observa que todas las interacciones que tienen la letra a, desde Llullucha DL (1.5%) hasta Huayna Ausangate BLL (10.67%), son estadísticamente iguales y con menor presencia de porcentaje de fibras con medulación discontinua que las interacciones Upis 4D, Checcaspampa 4D, Palcca BLL y Chaupimayo DL, con medias (13.90%, 13.67%, 13.51% y 13.17%) respectivamente. Se puede explicarse que la tendencia de edad no es consistente en todas las comunidades, posiblemente estas diferencias se deben a los factores genéticos, ambientales y de manejo propios de cada comunidad.

Los promedios obtenidos por Bustinza (2023); Pinares y Quispe (2024) en alpacas de Carabaya y Canchis fueron inferiores al presente estudio con 4.14% y 5.59%. No obstante, Mamani (2023) encontró un promedio 13.4% superior en alpacas Huacaya de Carabaya. A diferencia del presente estudio, no se encontraron reportes del efecto interacción comunidad\*sexo para el porcentaje de medulación discontinua. Sin embargo, hay reportes que se asemejan al

estudio. Bustinza (2023) para las alpacas de Carabaya DL reporta menor valor con 2.80% y mayor valor para alpacas de 4D con 5.20%, para 2D y BLL con 4.20% y 4.37%, respectivamente. Sin embargo, Pinares y Quispe (2024) reportan menor valor para alpacas de Canchis DL con 4.15%, pero a diferencia del presente estudio reportan mayor MEDF para alpacas de BLL con 7.67%, 2D 5.42%, 4D 6.32%, respectivamente. Para el efecto sexo, coincide con el reporte de Chacca (2024), donde no encontró diferencias significativas entre macho y hembra. No obstante, Pinares y Quispe (2024) indican que las hembras tuvieron mayor MEDD 6.12% que los machos (4.87%), respectivamente. Estas diferencias posiblemente se deben al grado de mejora genética, tipo de alimentación, medio ecológico donde habitan repercute en la incidencia de las fibras meduladas y lugar de procedencia, entre otros.

#### **5.2.2.4. Porcentaje de medulación continua MEDC (%) según comunidad, sexo y edad**

Según resumen de ANVA del anexo 7, se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación del porcentaje de medulación continua por efecto del factor edad e interacción comunidad\*edad ( $p < 0.01$ ), diferencia significativa por efecto comunidad ( $p < 0.05$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto sexo, interacción comunidad\*sexo, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en la tabla 35 y anexos 16 y 17,



**Tabla 35**

*Efecto de la interacción de comunidad y edad en el porcentaje de medulación continua MEDC (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de medulación continua MEDC (%)			
			MEDIAS	E.E.	Min	Máx
Llullucha	DL	5	2.92a	3.84	0.8	9.26
Checcaspampa	BLL	5	3.09a	3.84	1.25	7.9
Llullucha	2D	5	3.21a	3.84	1.05	5.68
Checcaspampa	DL	5	3.80a	3.84	1.45	5.83
Huacatinco	BLL	8	4.01a	2.80	2.26	8.26
Marampaqui	DL	20	4.14a	1.77	0.6	13.51
Pacchanta	DL	16	4.26a	1.98	0.38	9.09
Mahuayani	DL	9	4.43a	2.75	0.96	9.77
Pampacancha	2D	12	4.44a	2.29	1.25	10.04
Chaupimayo	2D	5	4.74a	3.84	0.9	10.6
Mallma	DL	11	5.24a	2.32	2.99	11.23
Huayna Ausangate	2D	16	5.30a	1.98	0.51	19.7
Huayna Ausangate	DL	16	5.49a	1.98	0.73	15.69
Huayna Ausangate	4D	16	5.50a	1.98	1.41	14.01
Pampacancha	DL	12	5.52a	2.29	1.2	9.88
Pacchanta	4D	16	5.53a	1.98	1.33	19.5
Pacchanta	2D	16	5.54a	1.98	1.3	17.08
Accocunca	DL	13	5.68a	2.26	1.63	19.03
Upis	DL	19	5.74a	1.79	1.45	27.47
Huacatinco	DL	8	5.74a	2.80	2.16	7.86
Upis	2D	19	6.10a	1.79	0.93	17.05
Huacatinco	4D	8	6.41a	2.80	2.54	14.28
Marampaqui	BLL	20	6.68a	1.77	1.21	22.21
Mahuayani	4D	9	6.81a	2.75	0.53	14.2
Marampaqui	4D	20	7.03a	1.77	1.8	27.19
Upis	BLL	19	7.12a	1.79	0.49	22.37
Accocunca	BLL	13	7.14a	2.26	1.27	16.94
Mahuayani	2D	9	7.21a	2.75	1.44	13.01
Palcca	DL	11	7.32a	2.32	1.24	29.73
Mallma	2D	11	7.38a	2.32	3.65	15.8
Marampaqui	2D	20	7.57a	1.77	1.25	28.86
Llullucha	BLL	5	7.58a	3.84	4.12	11.77
Mallma	BLL	11	7.97a	2.32	2.21	16.2
Mallma	4D	11	8.04a	2.32	2.66	27.4
Pampacancha	4D	12	8.06a	2.29	0.8	17.35
Huacatinco	2D	8	8.44a	2.80	1.7	37.54
Chaupimayo	4D	5	8.55a	3.84	0.82	17.82
Palcca	4D	11	8.64a	2.32	2.08	53.48
Pacchanta	BLL	16	8.75a	1.98	1.98	21.6
Huayna Ausangate	BLL	16	8.79a	1.98	1.53	30.34
Palcca	BLL	11	9.08a	2.32	4.44	22.33

COMUNIDAD	EDAD	n	Porcentaje de medulación continua MEDC (%)			
			MEDIAS	E.E.	Min	Máx
Accocunca	4D	13	9.49a	2.26	2.4	25.16
Pampacancha	BLL	12	9.84a	2.29	0.94	21.2
Llullucha	4D	5	10.87a	3.84	2.13	14.73
Checcaspampa	2D	5	11.20a	3.84	2.31	39.69
Chaupimayo	BLL	5	12.61a	3.84	7.56	30.91
Upis	4D	19	14.23a	1.79	2.94	40.56
Chaupimayo	DL	5	14.50a	3.84	4.03	23.42
Mahuayani	BLL	9	15.07a	2.75	5.7	33.33
Accocunca	2D	13	15.17a	2.26	3.22	32.44
Palcca	2D	11	15.51a	2.32	3.3	55.53
Checcaspampa	4D	5	27.96b	3.84	9.26	52.1
<b>Promedio</b>			<b>7.91</b>	<b>2.60</b>	<b>2.08</b>	<b>21.11</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p<0.05$ ) en la vertical.

En la tabla 35 se puede observar la interacción comunidad por edad para el porcentaje de fibras con medulación continua; se observa que las alpacas del distrito de Ocongate tienen una media de 7.91% de MEDC. Así mismo la mayoría de las interacciones no presentaron diferencias estadísticamente significativas, agrupándose en el grupo “a”. Sin embargo, Checcaspampa 4D presentó un valor de 27.96% de MEDC, siendo estadísticamente superior al resto. Este resultado muy elevado de Checcaspampa 4D indicaría que hay una variabilidad genética, manejo o condiciones ambientales particulares que influye fuertemente en esta característica.

Los promedios obtenidos por Bustinza (2023); Pinares y Quispe (2024) en alpacas de Carabaya y Canchis fueron superiores al presente estudio con 9.68% y 10.65%. Mamani (2023) reporta una media de 19.00% para alpacas de Azángaro, mucho más superior al presente trabajo. A diferencia del presente estudio, no se encontraron reportes del efecto interacción comunidad\*sexo para el porcentaje de medulación continua. Sin embargo, hay reportes que se asemejan al estudio. Pinares y Quispe (2024) encontraron diferencias significativas para el efecto lugar y edad, reportaron 10.87%, 5.79%, 7.16% y 13.66% para alpacas de Toxocota, Marangani,

Pitumarca y La Raya, respectivamente. De igual manera, reportó menor valor para alpacas de DL con 9.34%, seguido de 4D, 9.98%, BLL 11.30% y 2D con mayor valor con 11.45% de MEDC. Sin embargo, Bustinza (2023) en las alpacas de Carabaya no encontró diferencia estadísticamente significativa para el efecto edad; reporta ligeramente menor MEDC para alpacas de DL con 8.14%, seguido de alpacas de 2D, 4D y BLL con 8.64%, 9.96% y 11.965, respectivamente. Según el efecto sexo, Pinares y Quispe (2023); Chacca (2024) indican que no encontraron diferencias significativas entre machos y hembras, por lo cual coinciden con el presente estudio. Estas diferencias de superioridad podrían deberse a grado de mejoramiento genético, frecuencia de esquila, pisos altitudinales diferentes en cada lugar, entre otros.

#### 5.2.2.5. Porcentaje de fibras fuertemente meduladas MEDf (%) según comunidad, sexo y edad.

Según resumen de ANVA del anexo 7, se observa que existe diferencias significativas en la variación del porcentaje de fibras fuertemente meduladas por efecto del factor edad ( $p < 0.05$ ), mientras no se observó diferencias significativas por efecto comunidad, sexo, interacción comunidad\*sexo, comunidad\*edad, sexo\*edad y comunidad\*sexo\*edad ( $p > 0.05$ ). Los resultados correspondientes se encuentran detallados en la tabla 36 y anexos 16 y 17.

**Tabla 36**

*Efecto de la edad en el porcentaje de fibras fuertemente medulas MEDf (%) de alpacas del distrito de Ocongate.*

EDAD	n	Porcentaje de fibras fuertemente medulas MEDf (%)			
		Medias	E.E.	Min	Máx
DL	150	0.03a	0.02	0.00	0.38
2D	150	0.05a	0.02	0.00	1.43
BLL	150	0.08ab	0.02	0.00	2.02
4D	150	0.10b	0.02	0.00	2.05
<b>Promedio</b>		<b>0.07</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>1.47</b>

*Nota.* E.E: error estándar, n: número de muestras. Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) en la vertical.

En cuanto al porcentaje de fibras fuertemente meduladas según la edad se muestra en la tabla 43, las alpacas del distrito de Ocongate tienen un promedio de 0.07% de fibras fuertemente meduladas; asimismo se puede apreciar que los animales de DL (0.03%), 2D (0.05%) y BLL (0.08%) presentaron menor porcentaje de MEDf, agrupándose en el grupo “a”, estadísticamente iguales y diferente a las alpacas de 4D (0.10%), que mostraron un porcentaje mayor, lo cual indica que el porcentaje de MEDf incrementa ligeramente conforme avanza la edad del animal.

Pinares y Quispe (2024); Bustinza (2023); Chacca (2024) reportaron promedios superiores al del presente estudio, con valores de 0.61%, 0.19% y 0.52%, respectivamente, en las provincias de Canchis, Carabaya, Pacomarca-Melgar. Por otro lado, Bustinza (2023); Pinares y Quispe (2024) no encontraron diferencias significativas para el efecto de edad, reportando valores de 0.10%, 0.11%, 0.22% y 0.34% para DL, 2D, 4D y BLL; 0.23%, 0.62%, 0.39% y 0.40% para DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente, superior al presente estudio. Sin embargo, Chacca (2024) reportó valores similares y menores al presente estudio, con 0.05%, 0.05%, 0.03% para alpacas jóvenes en las etapas de nacimiento, destete y esquila en Pacomarca – Melgar – Puno. En cuanto al efecto lugar de procedencia y sexo, Pinares y Quispe (2024); Chacca (2024) no encontraron diferencias estadísticas significativas, lo cual coinciden con los resultados del presente estudio. Estas diferencias y similitudes probablemente se deben a factores como la frecuencia de esquila, grado de mejoramiento genético, la rigurosidad en la selección y los diferentes pisos altitudinales, los cuales afectarían la incidencia de las fibras fuertemente meduladas. Estos datos permiten concluir que las alpacas Huacaya de color blanco de las 13 comunidades alpaqueras del distrito de Ocongate, presentaron mejor vellón con menor porcentaje de fibras fuertemente meduladas, lo que hace más aceptables en la industria textil.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en relación con los objetivos planteados en el presente trabajo, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El efecto comunidad fue altamente significativo para para todas las variables al ( $p < 0.01$ ) con un diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, desviación estándar del diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura, con medias de 19.56  $\mu\text{m}$ , 21.29%, 4.16  $\mu\text{m}$ , 96.77%, 35.34 grad/mm respectivamente; el efecto sexo influyó únicamente en DF e IC ( $P < 0.05$ ); el efecto edad resultó altamente significativo para todas las variables, excepto para CVDF ( $p > 0.05$ ); y la interacción comunidad/edad influyó para DF y FC ( $p < 0.01$ ) y para DSDF e IC ( $p < 0.05$ ). Las alpacas de la comunidad de Llullucha DL y, por efecto sexo, los machos presentaron fibras más finas, las de Mallma destacaron con mejor uniformidad en el DF, las de Llullucha DL con mejor factor de confort, y las de Pampacancha BLL y, por efecto sexo, los machos presentaron mejor IC, información que facilita una toma de decisión y mayor rentabilidad para los productores alpaqueros.
- La media del porcentaje de medulación fue de 25.89%, el efecto de interacción comunidad/edad influyó ( $p < 0.05$ ), siendo las alpacas jóvenes de Llullucha DL con menor valor, el efecto sexo no influye. En cuanto al % de tipos de medulación; las medias fueron; sin médula fue (74.11%), fragmentada (11.85%), discontinua (6.06%), continua (7.91%) y fuertemente medulada (0.07%). La interacción comunidad/edad influyen fuertemente para medulación discontinua y continua ( $p < 0.01$ ), para porcentaje de fibras sin médula ( $p < 0.05$ ). La interacción comunidad/sexo influye únicamente para medulación fragmentada ( $p < 0.05$ ). Para % de fuertemente medulada fue significativo el efecto edad ( $p < 0.05$ ), pero el efecto sexo no influyó en ninguna de las variables evaluadas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, de acuerdo con los resultados obtenidos, implementar programas de mejora genético orientados a la selección de reproductores con mejores característica textiles y productivas. Asimismo, se sugiere al Gobierno Regional y a la Municipalidad distrital de Ocongate, tomar esta línea de base como referencia para implementar programas de mejoramiento genético de la fibra de alpaca y para la adquisición de reproductores. Finalmente, se recomienda a los productores alpaqueros del distrito iniciar procesos de selección y mejora genética en función de los resultados entregados a cada productor, facilitando la toma de decisiones técnicas y económicas por parte de los criadores alpaqueros.
- Considerar el porcentaje de medulación como un criterio adicional en los programas de selección de reproductores, en concordancia con los resultados obtenidos en el presente estudio, los cuales evidencian su influencia en la calidad textil y productiva de la fibra de alpaca. Asimismo, se recomienda que este criterio sea incorporado en procesos de licitación de compra de reproductores. Para la evaluación de este parámetro, se sugiere utilizar el equipo FIBER MED V.2 para determinar el porcentaje de medulación y tipos de medulación en muestras de fibra de alpacas, especialmente cuando se requiere analizar una mayor cantidad de muestras, ya que ofrece resultados de manera rápida y eficacia.

## REFERENCIAS

- Aruquipa, M. (2015). *Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de la Paz* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/6906>
- Aylan-Parker, J., & McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*, 44(1), 53-64. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00038-X)
- Azabache, D., Campero, J., Gallardo, A., & Ramirez, A. (2021). *Análisis de la evolución de la fibra de alpaca peruana del 2010 al 2019* [Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería Industrial, Universidad Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12724/13275>
- Balasingam, A., & Mahar, T. (2005). Status report on dark and medullated fibre testing of presale core samples and review of the detection threshold for contaminant medullation. *International Wool Textile Organization*, 4, 1-14.
- Barreda, F. (2020). *Características textiles y estructura medular de la fibra de alpaca huacaya de la provincia de Huancané 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Juliaca]. Repositorio Institucional, Juliaca.
- Barrionuevo, E. (2019). *Caracterización física de la fibra de Alpaca Huacaya utilizando OFDA 2000 en cuatro comunidades de Ocongate-Quispicanchis- Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5020>

- Baxter, B., & Cottle, D. (2010). Fibre diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding. *International Wool Organisation Technical Committee Meeting*.
- Brenes, E. R., Madrigal, K., Perez, F., & Valladares, K. (2001). *El Cluster de los Camélidos en Perú: Diagnóstico Competitivo y Recomendaciones Estratégicas* [Documento de trabajo, Proyecto Andino de Competitividad]. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas INCAE.
- Bustanza, J. (2023). *Porcentaje de medulación y características de la fibra en alpacas huacaya (Vicugna pacos) de la provincia de Carabaya, Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional, Puno - Perú.
- Bustanza, V. (2001). La Alpaca conocimiento del gran potencial andino. Universidad Nacional del Altiplano.
- Cañari, A. (2018). *Evaluación de parámetros de finura y resistencia de mechas en fibra de alpaca, en el CICAS- La Raya y el Fundo Puycutani del distrito de Nuñoa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional.
- CENAGRO. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Obtenido de IV CENAGRO: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1057/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1057/libro.pdf)
- Chacca, L. (2024). *Caracterización del tipo, porcentaje de medulación y diámetro de la fibra de alpacas al nacimiento, destete y primera esquila*. [Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional, Puno - Perú.



- Condori, J. (2019). *Variabilidad del diámetro de fibra en el vellón de Alpacas (Vicugna pacos) Raza huacaya a primera esquila, distrito de Andagua provincia de Castilla - Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional.
- Contreras, A. (2009). *Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) de color blanco en la región de Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica].
- Cottle, D. (2010). *Wool preparation and metabolism*. (D. Cottle, Ed.) Obtenido de International Sheep and Wool. Nottingham University Press, Nottingham.
- Cucho, H., Ccalta, R., Meza, A., Gallegos, M. L., & Ampuero, E. (2018). Efecto de la esquila en la relación del diámetro de fibra e índice de curvatura en la fibra de alpacas Huacaya del CICAS La Raya. *Conferencia: VIII Congreso Mundial sobre Camélidos 2018. Oruro, Bolivia*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12174.61761>
- Cutiri, R. (2019). *Finura y medulación de la fibra de alpacas Huacaya de color blanco en las C.C. de Llullucha, Palcca y Accocunca Ocongate–Quispicanchi* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/4333>
- Edriss, M., Dashab, G., Ghareh, A., Nilforoosha, M., & Movassagh, H. (2007). A Study on Some Physical Attributes of Naeini Sheep Wool for Textile Industry. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(3), 415-420. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.415.420>
- Elvira, M. (2005). *Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000 Usos y aplicaciones*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal.

- Fernández, S. (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Fish, V. E., Mahar, T. J., & Crook, B. J. (1999). Fibre curvature morphometry and measurement. *International Wool Textile Organization*, 47(4).
- Frank, E. N., Hick, M., & Riva de Neyra, L. A. (2017). El problema del pinchazo en tejidos de fibras de camélidos sudamericanos: posibles enfoques para soluciones mecánicas. *Asian Research Journal of Agriculture*, 5(2), 1-9. <https://doi.org/10.9734/ARJA/2017/34692>
- Gandarillas, D., Quispe, A., Puma, A., Torres, E., Rios, R., & Quispe, J. (2022). Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya en comunidades altoandinas de la región Tacna, Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 33(5), 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23791>
- Gillespie, J., & Flanders, F. (2010). *Modern Livestock and Poultry Production*. Delmar Cengage Learning.
- Google Earth Pro. (2025). *Distrito de Ocongate, Quispicanchi, Cusco, Perú* [Ubicación geográfica con coordenadas UTM]. Obtenido de Google: <https://www.google.com/earth/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Education, Mexicana.

- Holt, C. M. (2006). *A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature*. Obtenido de A report to the Australian alpaca association: <https://www.alpacaconsultingusa.com/library/curve.pdf>
- Huaman, W. (2023). *Características de la fibra de Alpaca Vicugna pacos L. de la comunidad de Huanacopampa de Nuñoa - Melgar* [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19401>
- INACAL. (2022). *Instituto Nacional de la Calidad*. Recuperado el 2025, de Norma Técnica Peruana 231.301.2022 - Fibra de Alpaca Clasificada. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado.
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Rosadio, R., & Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings. Biological sciences*, 268(1485), 2575–2584. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>
- Kelly, M. J., Swan, A. A., & Atkins, K. (2007). Optimal use of on-farm fibre diameter measurement and its impact on reproduction in commercial Merino flocks. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(5). <https://doi.org/10.1071/EA06222>
- Larios, R. P., Cárdenas, Ó., Rodríguez, H., Ccopa, J., Condori, A., Hernandez, W., . . . Gálvez, C. (2023). Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya, según zonas agroecológicas, sexo y edad en la Región Puno (Perú). *Rev Inv Vet Perú*, 34(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i2.21356>

- Lee, G. J., Thornberry, K. J., & Williams, A. J. (2001). The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feed intake is increased. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(5), 611-617.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1071/EA00146>
- Lencinas, M., & Torres, D. (2010). *Desarrollo de competencias con buenas prácticas de esquila y valor agregado de la fibra de alpaca: manual técnico*. Recuperado el 19 de Enero de 2024, de DESCO: <https://www.desco.org.pe/desarrollo-de-competencias-con-buenas-practic-as-de-esquila-y-valor-agregado-de-la-fibra-de-alpaca-manual-tecnico>
- Lira, M. (2000). Análisis científico de fibras arqueológicas [Universidad de Chile]. *Conservación textil (FONDART 45261)*, 14.
- Llactahuamani, I., Ampuero, E., Cahuana, E., & Cucho, H. (2020). Calidad de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del plantel dereproductores de Ocongate, Cusco, Perú. *Rev. investig. vet. Perú*, 31(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17851>
- Lupton, C., McColl, A., & Stobart, R. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>
- Machaca, V., Bustinza, A., Corredor, F. A., Paucara, V., Quispe, É. C., & Machaca, R. (2017). Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 28(4), 843-851. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>
- Málaga, J., Canaza, A. W., Yana, W., Pérez, U. H., & Rodríguez, H. (2022). Características de la fibra de alpacas en la zona agroecológica.seca en el altiplano peruano. *Rev Inv Vet Perú*, 33(6). <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i6.22401>

- Mamani, R. (2023). *Tasa de medulación y su correlacion con el diametro de fibra en alpacas Huacaya y Suri en las comunidades del distrito de San José, Azángaro*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional.
- Manso, C. (2011). *Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica - Perú [Tesis de pregrado, Universidad Pública de Navarra]*.
- McColl, A. (2004). Methods for measuring microns. *Alpacas magazine herd sire*, 164-168.
- McGregor, B. A. (2006). Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research*, 61(2), 93-111. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.001>
- McGregor, B. A., & Butler, K. (2004). Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(4). <https://doi.org/10.1071/AR03073>
- McLennan, N., & Lewer, R. (2005). *Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD)*. *Accesado el 25 de marzo del 2010*. Obtenido de <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>
- Melo, M. (2021). Como elegir una alpaca macho para reproducción, fenotipo, producción, reproducción y clínica.
- Mendoza, M. (2017). *Valoración genética de las alpacas del CICAS La Raya - Unsaac* [Tesis de pregrado de la Univesidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional, Cusco - Perú.

- Meza, A. (2020). Manual de análisis de finura fibra y otros. La Raya - Cusco - Perú: Laboratorio institucional de fibras - Facultad de Ciencias Agrarias - UNSAAC.
- MIDAGRI. (2022). *El 87% de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú*. Recuperado el Setiembre de 2025, de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- MINAGRI. (2019). *Potencial Productivo y Comercial de la Alpaca*. Recuperado el 20 de enero de 2024, de Ministerio de Agricultura y Riego: <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/350>
- Minola, J., & Goyenechea, J. (1975). Praderas y lanares : producción ovina en alto nivel. Montevideo [URUGUAY] : Hemisferio Sur.
- Molina, E. (2022). Atlas Geográfico del Cusco.
- Olaguivel, O. (1991). *Estudio del rendimiento de las características físicas más importantes de la fibra de alpaca de color variedad Huacaya*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Cusco - Perú.
- Ormachea, E. (2012). Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. *Revista de Investigación del IIPC ALLPAK'A*, 16(1), 83-91.
- Pariona, J. (2017). *Rendimientos de categorización y clasificación de fibra de alpaca (Vicugna pacos)* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria la molina]. Repositorio institucional.
- PDLC. (2012). *Plan de Desarrollo Local Concertado, distrito de Ocongate 2012 - 2021*.
- PDLC, M. d. (2020). *Plan de Desarrollo Local Concertado, Ocongate al 2030*.

- Peruinforma. (15 de marzo de 2023). *Científicos peruanos estudian la genética de alpacas para mejorar la calidad de su fibra*. Obtenido de Peruinforma: <https://www.peruinforma.com/cientificos-peruanos-estudian-la-genetica-de-alpacas-para-mejorar-la-calidad-de-su-fibra/>
- Pinares, R., & Quispe, E. (2024). Características de las fibras meduladas en alpaca Huacaya y suri de Perú. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 40(332-340), 9. <https://doi.org/10.29393/CHJAAS40-28CCPQ20028>
- Pinares, R., Gutiérrez, G. A., Cruz, A., Burgos, A., & Gutiérrez, J. P. (2019). Variabilidad fenotípica del porcentaje de fibras meduladas en el vellón de alpaca Huacaya. *Rev. investig. vet. Perú*, 30(2).
- Pinares, R., Gutiérrez, G. A., Cruz, A., Morante, R., Cervantes, I., Burgos, A., & Gutiérrez, J. P. (2018). Heritability of individual fiber medullation in Peruvian alpacas. *Small Ruminant Research*, 165, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.04.007>
- Poppi, D. P., & McLennan, S. R. (2010). Nutritional research to meet future challenges. *Animal Production Science*, 50(6). <https://doi.org/10.1071/AN09230>
- Quispe, E. C., Mueller, J. P., Ruiz, J., Alfonso, L., & Gutiérrez, G. (2008). Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos. En UNH (Ed.), *Universidad Nacional de Huancavelica* (Primera ed., págs. 93-112). UNH.
- Quispe, É. C., Rodríguez, T., Íñiguez, L. B., & Müller, J. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*(45), 1-14. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>

- Quispe, E., Poma, A., & Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza huacaya. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 1-29. [https://doi.org/https://doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2013.v7.n1.41413](https://doi.org/https://doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413)
- Quispe, J., Apaza, E., & Olarte, U. (2021). Características físicas y perfil de diámetro de fibra de alpacasHuacaya del Centro Experimental La Raya (Puno, Perú), según edad y sexo. *Rev Inv Vet Perú*, 32(2), 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20004>
- Quispe, Y. (2020). *Evaluación de la producción y calidad de fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) en la comunidad originaria Chacaltaya - Bolivia* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25374>
- Ramírez, K. (2023). *Porcentaje medulación en vellones de primera esquila de alpacas Huacaya machos del Fundo Mallkini* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5885>
- Ramos, V. (2018). *Características fenotípicas de la fibra de alpaca huacaya en la región Apurímac* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8929>
- Rodríguez, T. (2000). *Calidad de fibra de llama descordada y clasificada* [En curso nacional de camélidos Sudamericanos, UMSA]. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias y Forestales, Bolivia.
- Rowe, J. B. (2010). The Australian sheep industry - Undergoing transformation. *Animal Production Science*, 50(12). <https://doi.org/10.1071/AN10142>



- Sacchero, D. (2008). *Biotecnología Aplicada en Camélidos*. Grafica Industrial. ERL, Huancayo - Perú.
- Siña, M. (2012). *Características físicas de la fibra en alpacas huacaya del distrito de Susapaya, provincia de Tarata* [Tesis, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1650>
- Vilcapaza, G. (2014). *Determinación de la calidad de fibra de alpacas en diferentes zonas de muestreo en el CICAS La Raya - UNSAAC* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Cusco - Perú.
- Villarroel, J. (1963). Un estudio de la fibra de alpaca. *Anales Científicos UNALM*, 1(3), 246-274.
- Warn, L., Geenty, K., & McEachern, S. (2006). Wool meets meat: Tools for a modern sheep enterprise. (P. Cronjé, & D. K. Maxwell, Edits.) *Australian Sheep Industry Cooperative Research Centre Conference, Orange*.
- 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 fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant Research*, 37(3), 189-201. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00127-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00127-9)
- Yaranga, R. (2007). *Métodos de empadre y calidad de fibra en pequeños criadores de alpacas de la región Junín*. Obtenido de En resumen de I Simposium Internacional de biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos.

## ANEXOS

### Anexo 1. Resumen de significancia del ANVA para la calidad de la fibra

Fuente	DF ( $\mu\text{m}$ )		CVDF (%)		DSDF ( $\mu\text{m}$ )		FC (%)		IC (grad/mm)	
	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig
<b>Comunidad</b>	<.00	**	0.00	**	<.00	**	<.00	**	<.00	**
<b>Sexo</b>	0.02	*	0.35	ns	0.15	ns	0.16	ns	0.02	*
<b>Edad</b>	<.00	**	0.10	ns	<.00	**	<.00	**	0.00	**
<b>Comunidad*Sexo</b>	0.15	ns	0.57	ns	0.12	ns	0.54	ns	0.21	ns
<b>Comunidad*Edad</b>	0.00	**	0.35	ns	0.01	*	0.00	**	0.02	*
<b>Sexo*Edad</b>	0.77	ns	0.46	ns	0.49	ns	0.76	ns	0.32	ns
<b>Comunidad*Sexo*Edad</b>	0.50	ns	0.97	ns	0.56	ns	0.78	ns	0.41	ns

*Nota.* DF: diámetro de fibra, CVDF: coeficiente de variación del DF, DSDF: desviación estándar del DF, FC: factor de confort, IC: índice de curvatura, \*: diferencia significativa, \*\*: altamente significativa, ns: no significativo y F: valor de F en análisis de varianza.

### Anexo 2. ANVA del diámetro de fibra DF ( $\mu\text{m}$ ) de la Alpaca.

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	447.362675	37.280223	7.14	<.0001
Sexo	1	30.420179	30.420179	5.83	0.0159
Edad	3	1616.240561	538.746854	103.20	<.0001
Comunidad*Sexo	12	89.340411	7.445034	1.43	0.1470
Comunidad*Edad	36	364.459517	10.123875	1.94	0.0008
Sexo*Edad	3	5.995099	1.998366	0.38	0.7654
Comunidad*Sexo*Edad	36	184.015117	5.111531	0.98	0.5048
Error	1396	7287.65661	5.22038		
Total, corregido	1499	11440.05389			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.362970	11.58057	2.284816

### Anexo 3. ANVA del coeficiente de variación del diámetro de fibra CVDF (%).

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	106.7391284	8.8949274	2.61	0.0019
Sexo	1	3.0054724	3.0054724	0.88	0.3481
Edad	3	21.3864598	7.1288199	2.09	0.0997
Comunidad*Sexo	12	35.9410380	2.9950865	0.88	0.5692
Comunidad*Edad	36	131.9760299	3.6660008	1.07	0.3518
Sexo*Edad	3	8.8165523	2.9388508	0.86	0.4605
Comunidad*Sexo*Edad	36	72.6691490	2.0185875	0.59	0.9744
Error	1396	4762.035757	3.411200		
Total, corregido	1499	5219.756500			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.087690	8.718989	1.846944

### Anexo 4. ANVA de la desviación estándar del diámetro de fibra DSDF (µm).

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	20.31211425	1.69267619	4.62	<.0001
Sexo	1	0.77498472	0.77498472	2.12	0.1459
Edad	3	65.53565116	21.84521705	59.67	<.0001
Comunidad*Sexo	12	6.55488576	0.54624048	1.49	0.1202
Comunidad*Edad	36	22.23330346	0.61759176	1.69	0.0070
Sexo*Edad	3	0.89286305	0.29762102	0.81	0.4867
Comunidad*Sexo*Edad	36	12.51728829	0.34770245	0.95	0.5550
Error	1396	511.1034725	0.3661200		
Total, corregido	1499	699.3633333			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.269187	14.48711	0.605078

### Anexo 5. ANVA del factor confort FC (%).

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	1358.454016	113.204501	5.31	<.0001
Sexo	1	42.038699	42.038699	1.97	0.1604
Edad	3	3304.692645	1101.564215	51.68	<.0001
Comunidad*Sexo	12	232.263539	19.355295	0.91	0.5381
Comunidad*Edad	36	1484.607436	41.239095	1.93	0.0008
Sexo*Edad	3	24.899753	8.299918	0.39	0.7607
Comunidad*Sexo*Edad	36	620.958159	17.248838	0.81	0.7825
Error	1396	29756.09747	21.31526		
Total, corregido	1499	40236.89906			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.260477	4.781392	4.616845

### Anexo 6. ANVA del índice de curvatura IC (grad/mm).

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	3421.360150	285.113346	9.76	<.0001
Sexo	1	168.606875	168.606875	5.77	0.0164
Edad	3	501.784420	167.261473	5.72	0.0007
Comunidad*Sexo	12	459.546559	38.295547	1.31	0.2057
Comunidad*Edad	36	1652.445412	45.901261	1.57	0.0175
Sexo*Edad	3	102.301464	34.100488	1.17	0.3211
Comunidad*Sexo*Edad	36	1093.581041	30.377251	1.04	0.4058
Error	1396	40798.60437	29.22536		
Total, corregido	1499	49436.60967			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.174729	15.42361	5.406049

### ANÁLISIS DE VARIANZA DE MEDULACIÓN

#### Anexo 7. Resumen de significancia del ANVA para la medulación de la fibra de alpaca.

Fuente	PM (%)		SMED (%)		MEDF (%)		MEDD (%)		MEDC (%)		MEDf (%)	
	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig
Comunidad	0.0	*	0.0	*	0.0	**	0.0	*	0.0	*	0.4	ns
Sexo	0.5	ns	0.5	ns	0.7	ns	0.9	ns	0.3	ns	0.1	ns
Edad	<.00	**	<.00	**	<.00	**	<.00	**	0.0	**	0.0	*
Comunidad*Sexo	0.4	ns	0.4	ns	0.1	*	0.6	ns	0.8	ns	0.8	ns
Comunidad*Edad	0.0	*	0.0	*	0.3	ns	0.0	**	0.0	**	0.1	ns
Sexo*Edad	0.5	ns	0.5	ns	0.8	ns	0.3	ns	0.5	ns	0.3	ns
Comunidad*Sexo*Edad	0.8	ns	0.8	ns	1.0	ns	0.2	ns	0.9	ns	0.9	ns

*Nota.* PM: porcentaje de medulación, SMED: sin médula, MEDF: medulación fragmentada, MEDD: medulación discontinua, MEDC: medulación continua, MEDf: Fuertemente meduladas, \*: diferencia significativa, \*\*: altamente significativa, ns: no significativo y F: valor de F en análisis de varianza.

**Anexo 8. ANVA del porcentaje de medulación PM (%).**

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	8225.46901	685.45575	2.04	0.0193
Sexo	1	139.69778	139.69778	0.42	0.5191
Edad	3	11805.67309	3935.22436	11.73	<.0001
Comunidad*Sexo	12	4189.56531	349.13044	1.04	0.4098
Comunidad*Edad	36	18575.46381	515.98511	1.54	0.0260
Sexo*Edad	3	822.25115	274.08372	0.82	0.4850
Comunidad*Sexo*Edad	36	9924.35767	275.67660	0.82	0.7613
Error	496	166427.5530	335.5394		
Total, corregido	599	239289.5111			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.304493	69.45987	18.31774

**Anexo 9. ANVA del porcentaje de fibras sin medula SMED (%).**

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	8225.46919	685.45577	2.04	0.0193
Sexo	1	139.69789	139.69789	0.42	0.5191
Edad	3	11805.67169	3935.22390	11.73	<.0001
Comunidad*Sexo	12	4189.56495	349.13041	1.04	0.4098
Comunidad*Edad	36	18575.46506	515.98514	1.54	0.0260
Sexo*Edad	3	822.25073	274.08358	0.82	0.4850
Comunidad*Sexo*Edad	36	9924.35787	275.67661	0.82	0.7613
Error	496	166427.5512	335.5394		
Total, corregido	599	239289.5073			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.304493	24.87865	18.31774

**Anexo 10. ANVA del porcentaje de fibras con medulación fragmentada MEDF (%).**

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	2576.053728	214.671144	2.83	0.0009
Sexo	1	8.887917	8.887917	0.12	0.7321
Edad	3	2960.769192	986.923064	13.03	<.0001
Comunidad*Sexo	12	1610.903478	134.241956	1.77	0.0499
Comunidad*Edad	36	3128.818858	86.911635	1.15	0.2599
Sexo*Edad	3	71.064187	23.688062	0.31	0.8162
Comunidad*Sexo*Edad	36	1746.398246	48.511062	0.64	0.9495
Error	496	37571.73645	75.74947		
Total, corregido	599	52280.32367			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.281341	70.83258	8.703417

**Anexo 11. ANVA del Porcentaje de fibras con medulación discontinua MEDD (%).**

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	735.616329	61.301361	1.86	0.0372
Sexo	1	1.085731	1.085731	0.03	0.8561
Edad	3	989.581397	329.860466	10.00	<.0001
Comunidad*Sexo	12	328.107675	27.342306	0.83	0.6209
Comunidad*Edad	36	1954.535998	54.292667	1.65	0.0119
Sexo*Edad	3	111.403087	37.134362	1.13	0.3383
Comunidad*Sexo*Edad	36	1430.925132	39.747920	1.20	0.1970
Error	496	16366.25898	32.99649		
Total, corregido	599	23992.67803			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.317864	93.39615	5.744257

**Anexo 12. ANVA del porcentaje de medulación continua MEDC (%).**

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	1056.594975	88.049581	1.87	0.0357
Sexo	1	56.687630	56.687630	1.20	0.2731
Edad	3	696.036891	232.012297	4.93	0.0022
Comunidad*Sexo	12	364.862873	30.405239	0.65	0.8031
Comunidad*Edad	36	3408.421014	94.678361	2.01	0.0006
Sexo*Edad	3	103.691360	34.563787	0.73	0.5320
Comunidad*Sexo*Edad	36	1106.389322	30.733037	0.65	0.9419
Error	496	23352.91801	47.08250		
Total, corregido	599	32568.37690			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.282957	87.25814	6.861669

**Anexo 13. ANVA del porcentaje de fibras fuertemente meduladas MEDf (%).**

Fuente	gl	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Comunidad	12	0.31294567	0.02607881	1.08	0.3781
Sexo	1	0.07130072	0.07130072	2.94	0.0869
Edad	3	0.23839559	0.07946520	3.28	0.0208
Comunidad*Sexo	12	0.19402468	0.01616872	0.67	0.7834
Comunidad*Edad	36	1.18004420	0.03277901	1.35	0.0868
Sexo*Edad	3	0.10078871	0.03359624	1.39	0.2461
Comunidad*Sexo*Edad	36	0.59499491	0.01652764	0.68	0.9209
Error	496	12.01982990	0.02423353		
Total, corregido	599	15.61509413			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE
0.230243	221.4075	0.155671

**Anexo 14. Media general de características textiles de la fibra de alpaca según comunidad, sexo y edad.**

	n	DF (μm)		CVDF (%)		DSDF (μm)		FC (%)		IC (grad/mm)	
		media	E.E	media	E.E	media	E.E	media	E.E	media	E.E
COMUNIDAD											
Huacatinco	76	18.65a	0.30	21.53ab	0.24	4.01ab	0.08	98.16a	0.60	38.34a	0.70
Llullucha	52	18.81ab	0.38	21.66b	0.30	4.06abcd	0.10	97.89ab	0.76	33.9cd	0.89
Pampacancha	112	18.92ab	0.25	21.63b	0.20	4.09abcd	0.07	97.95ab	0.50	38.69a	0.59
Chaupimayo	52	18.97ab	0.38	21.2ab	0.30	4.03abc	0.10	97.45abcd	0.76	35.68bc	0.89
Marampaqui	204	19.09abc	0.18	20.83ab	0.15	3.98a	0.05	97.69abc	0.37	36.92ab	0.43
Mallma	112	19.43abcd	0.25	20.66a	0.20	4.00 ab	0.07	97.71abc	0.50	33.72cd	0.59
Mahuayani	96	19.49abcd	0.27	21.54ab	0.22	4.20abcd	0.07	97.03abcde	0.54	36.25abc	0.64
Pacchanta	164	19.53abcd	0.21	21.34ab	0.17	4.16abcd	0.06	96.64abcde	0.42	34.55bcd	0.49
Checcaspampa	48	19.88bcde	0.38	21.61b	0.31	4.28bcd	0.10	95.82bcde	0.77	34.50bcd	0.90
Upis	188	20.15cde	0.19	21.16ab	0.15	4.26abcd	0.05	96.11abcde	0.39	32.99d	0.45
Palcca	112	20.15cde	0.25	21.47ab	0.20	4.34d	0.07	95.48cde	0.50	34.81bcd	0.59
Huayna Ausangate	156	20.41de	0.21	21.24ab	0.17	4.32cd	0.06	95.29de	0.42	35.5bcd	0.50
Accocuncca	128	20.76e	0.23	20.90ab	0.19	4.33 d	0.07	94.8e	0.47	33.62cd	0.55
SEXO											
H	1124	19.74b	0.08	21.23a	0.06	4.19a	0.02	96.55a	0.15	34.91b	0.18
M	376	19.37a	0.13	21.35a	0.11	4.13a	0.04	96.99a	0.27	35.78a	0.31
EDAD											
DL	375	17.57a	0.15	21.35ab	0.12	3.75a	0.04	99.28a	0.31	34.07b	0.36
2D	375	19.18b	0.15	21.32ab	0.12	4.09b	0.04	97.8b	0.31	35.80a	0.36
4D	375	20.33c	0.15	21.45b	0.12	4.36c	0.04	95.77c	0.31	35.57a	0.36
BLL	375	21.15d	0.15	21.04a	0.12	4.44c	0.04	94.23d	0.31	35.94a	0.36

**Anexo 15. Medias de interacciones de características textiles de la fibra de alpaca, según comunidad\*sexo, comunidad\*edad, sexo\*edad y sexo\*edad\*comunidad.**

INTERACCIÓN	n		DF (μm)	CVDF (%)	DSDF (μm)	FC (%)	IC (grad/mm)
			media	media	media	media	media
Comunidad*Sexo							
Huacatinco	M	20	18.08a	21.39a	3.87a	98.63a	40.01a
	H	56	19.21abcd	21.66a	4.16ab	97.69abc	36.67abcde
Chaupimayo	M	12	18.42ab	21.03a	3.88a	98.46ab	37.28abcde
	H	40	19.52abcd	21.38a	4.18ab	96.44abc	34.08cde
Llullucha	M	12	18.79abc	21.98a	4.11ab	97.81abc	33.21de
	H	40	18.83abc	21.35a	4.02ab	97.98abc	34.60bcde
Pampacancha	M	28	18.84abc	21.95a	4.14ab	98.16abc	38.46abc
	H	84	19.00abc	21.30a	4.05ab	97.74abc	38.93ab
Marampaqui	M	52	18.87abc	21.10a	3.99ab	97.65abc	37.65abcd
	H	152	19.30abcd	20.57a	3.97ab	97.73abc	36.19abcde
Checcaspampa	M	12	19.24abcd	21.61a	4.13ab	96.36abc	34.65bcde
	H	36	20.51cd	21.62a	4.43b	95.28abc	34.36bcde
Mallma	M	28	19.53abcd	20.62a	4.02ab	97.68abc	33.74de
	H	84	19.33abcd	20.69a	3.99ab	97.75abc	33.69de
Pacchanta	M	40	19.72abcd	21.51a	4.23ab	96.61abc	35.24abcde
	H	124	19.34abcd	21.17a	4.10ab	96.66abc	33.85de
Mahuayani	M	24	19.51abcd	21.88a	4.27ab	96.73abc	36.30abcde
	H	72	19.47abcd	21.21a	4.13ab	97.33abc	36.21abcde
Upis	M	48	19.71abcd	21.18a	4.17ab	96.89abc	33.37de
	H	140	20.58cd	21.14a	4.35ab	95.32abc	32.61e
Palcca	M	28	19.94abcd	21.31a	4.26ab	95.47abc	35.15bcde
	H	84	20.36bcd	21.63a	4.41ab	95.49abc	34.46bcde
Huayna Ausangate	M	40	20.05abcd	21.12a	4.23ab	96.15abc	36.90abcde
	H	116	20.77cd	21.36a	4.42b	94.43bc	34.11cde

INTERACCIÓN	n	DF (μm)		CVDF (%)	DSDF (μm)	FC (%)	IC (grad/mm)
			media	media	media	media	media
Accocunca	M	32	21.11d	20.85a	4.40ab	94.25c	33.17de
	H	96	20.40bcd	20.95a	4.27ab	95.35abc	34.08cde
<b>Comunidad*Edad</b>							
Llullucha	DL	13	16.00 a	22.36bc	3.58ab	99.93a	30.20h
	2D	13	18.55 abcdefghijkl	21.57abc	4.01abcdefghij	98.58abcde	33.93abcdefgh
	4D	13	20.05 efghijklmnopq	22.06abc	4.43efghijklm	96.94abcdefg	36.22abcdefgh
	BLL	13	20.63 hijklmnopq	20.67ab	4.24bcdefghijklm	96.12abcdefg	35.25abcdefgh
Mahuayani	DL	24	17.15 ab	21.44abc	3.67abc	99.73ab	35.52abcdefgh
	2D	24	19.60 bcdefghijklmnop	20.79abc	4.07abcdefghijkl	97.70abcdef	36.76abcdefg
	BLL	24	20.19 fghijklmnopq	22.25abc	4.47fghijklm	96.32abcdefg	38.16abcd
	4D	24	21.03 jklmnopqr	21.69abc	4.57hijklm	94.37bcdefgh	34.56gh
Marampaqui	DL	51	17.25 abc	20.46ab	3.53a	99.65ab	34.98abcdefgh
	2D	51	18.66 abcdefghijkl	21.03abc	3.93abcdefgh	98.60abcde	37.62abcde
	4D	51	19.98 defghijklmnopq	20.95abc	4.18abcdefghijklm	97.08abcdefg	37.94abcde
	BLL	51	20.46 ghijklmnopq	20.9abc	4.28bcdefghijklm	95.42abcdefg	37.14abcdefg
Pampacancha	DL	28	17.32 abcd	21.76abc	3.78abcdef	99.44ab	37.00abcdefg
	2D	28	18.37 abcdefghij	21.36abc	3.91abcdefgh	98.70abcde	38.95abc
	4D	28	19.90 cdefghijklmnopq	22.15abc	4.40defghijklm	96.93abcdefg	38.51abc
	BLL	28	20.09 efghijklmnopq	21.24abc	4.27bcdefghijklm	96.72abcdefg	40.32a
Chaupimayo	DL	13	17.41 abcde	22.17abc	3.88abcdefgh	99.42ab	35.92abcdefgh
	2D	13	18.07 abcdefgh	20.94abc	3.82abcdefg	98.83abcd	35.73abcdefgh
	4D	13	18.16 abcdefgh	20.78abc	3.77abcdef	98.24abcdef	37.79abcde
	BLL	13	22.24 pqr	20.92abc	4.66ijklm	93.31efghi	33.27cdefgh
Huacatinco	DL	19	17.49 abcde	21.19abc	3.71abcd	99.44ab	38.99abc
	2D	19	18.06 abcdefgh	21.71abc	3.91abcdefgh	98.72abcde	39.89ab
	BLL	19	19.30 bcdefghijklmn	21.35abc	4.12abcdefghijklm	97.90abcdef	37.30abcdef
	4D	19	19.74 bcdefghijklmnopq	21.86abc	4.31cdefghijklm	96.58abcdefg	37.18abcdefg
Pacchanta	DL	41	17.54 abcdef	21.49abc	3.76abcdef	99.27ab	30.80gh
	2D	41	19.48 bcdefghijklmno	21.50abc	4.18abcdefghijklm	97.13abcdefg	34.38gh
	4D	41	19.86 cdefghijklmnopq	20.89abc	4.15abcdefghijklm	96.41abcdefg	36.52abcdefgh
	BLL	41	21.24 lmnopqr	21.49abc	4.57hijklm	93.73defghi	36.50abcdefgh
Palcca	DL	28	17.57 abcdef	20.91abc	3.68abc	99.23abc	34.71abcdefgh
	2D	28	20.35 ghijklmnopq	21.99abc	4.46efghijklm	96.71abcdefg	33.66bcdefgh
	BLL	28	20.89 ijklmnopqr	21.28abc	4.46efghijklm	94.28bcdefgh	35.96bcdefgh
	4D	28	21.77 nopqr	21.69abc	4.75klm	91.71hi	34.90abcdefgh
Huayna Ausangate	DL	39	17.58 abcdef	21.23abc	3.75abcde	99.32ab	34.92abcdefgh
	2D	39	19.67 bcdefghijklmnopq	21.42abc	4.21abcdefghijklm	97.24abcdef	36.56abcdefg
	4D	39	22.02 opqr	21.38abc	4.68ijklm	92.91fghi	35.03abcdefgh
	BLL	39	22.37 qr	20.91abc	4.66ijklm	91.69hi	35.51abcdefgh
Upis	DL	47	17.87 abcdefg	21.10abc	3.77abcdef	98.95abcd	31.22fgh
	2D	47	20.00 defghijklmnopq	21.51abc	4.30cdefghijklm	97.07abcdefg	34.30gh
	4D	47	21.10 klmnopqr	21.16abc	4.45efghijklm	94.61bcdefghi	31.93gh
	BLL	47	21.62 mnopqr	20.86abc	4.51ghijklm	93.79cdefghi	34.50gh
Mallma	DL	28	18.25 abcdefghi	20.83abc	3.79abcdef	99.29ab	31.14fgh
	2D	28	18.96 bcdefghijklm	20.89abc	3.96abcdefghi	98.50abcde	34.93abcdefgh
	4D	28	19.40 bcdefghijklmno	20.78abc	4.03abcdefghijk	97.38abcdef	34.32gh
	BLL	28	21.12 klmnopqr	20.13a	4.24bcdefghijklm	95.69abcdefg	34.48gh
Checcaspampa	2D	12	18.43 abcdefghijk	21.45abc	3.96abcdefghi	98.70abcde	36.81abcdefg
	DL	12	18.58 abcdefghijkl	21.09abc	3.90abcdefgh	98.48abcde	33.53bcdefgh
	4D	12	21.09 klmnopqr	22.90c	4.83m	94.92bcdefgh	31.66gh
	BLL	12	21.40 mnopqr	21.02abc	4.44efghijklm	91.17hi	36.02abcdefgh
Accocunca	DL	32	18.38 abcdefghij	21.48abc	3.94abcdefgh	98.45abcde	33.95abcdefgh
	4D	32	20.21 fghijklmnopq	20.63ab	4.18abcdefghijklm	96.92abcdefg	35.82abcdefgh
	2D	32	21.07 jklmnopqr	21.05abc	4.43efghijklm	94.95bcdefgh	31.89fgh
	BLL	32	23.37 r	20.46ab	4.78lm	88.89i	32.85cdefgh
<b>Sexo*Edad</b>							
M	DL	94	17.43a	21.33ab	3.72a	99.36a	34.10b
	2D	94	18.87b	21.27ab	4.01b	98.19ab	36.14a
	4D	94	20.24cd	21.57b	4.37cd	95.79cd	35.96ab
	BLL	94	20.95d	21.23ab	4.43d	94.61de	36.91a



INTERACCIÓN	n	DF (μm)		CVDF (%)		DSDF (μm)		FC (%)		IC (grad/mm)	
		media		media		media		media		media	
H	DL	281	17.71a	21.36ab	3.78a	99.20a	34.04b				
	2D	281	19.48bc	21.38ab	4.17bc	97.42bc	35.46ab				
	4D	281	20.42d	21.34ab	4.36cd	95.75cd	35.17ab				
	BLL	281	21.35e	20.85a	4.45d	93.85e	34.98ab				
Sexo*Edad*Comunidad			ns	ns	ns	ns	ns				

**Anexo 16. Media general de porcentaje de medulación y tipos de la fibra de alpaca según comunidad, sexo y edad.**

	n	PM (%)		SMED (%)		MEDF(%)		MEDD(%)		MEDC(%)		MEDf(%)	
		media	E.E	media	E.E	media	E.E	media	E.E	media	E.E	media	E.E
COMUNIDAD													
Huacatinco	32	18.76a	3.74	81.24a	3.74	8.45b	1.78	4.09b	1.17	6.15a	1.40	0.06ab	0.03
Llullucha	20	19.28ab	5.12	80.72ab	5.12	8.35b	2.43	4.76ab	1.61	6.15a	1.92	0.02a	0.04
Marampaqui	80	21.36abc	2.36	78.64abc	2.36	9.24b	1.12	5.74ab	0.74	6.35ab	0.89	0.04a	0.02
Pacchanta	64	23.52abc	2.64	76.48abc	2.64	12.79ab	1.26	4.65ab	0.83	6.02a	0.99	0.06ab	0.02
Huayna Ausangate	64	24.01abc	2.64	75.99abc	2.64	11.37ab	1.26	6.33ab	0.83	6.27ab	0.99	0.05a	0.02
Mahuayani	36	24.79abc	3.67	75.21abc	3.67	11.79ab	1.74	4.56ab	1.15	8.38ab	1.38	0.06ab	0.03
Pampacancha	48	26.47abc	3.05	73.53abc	3.05	14.26ab	1.45	5.19ab	0.96	6.97ab	1.14	0.06ab	0.03
Checcaspampa	20	26.83abc	5.12	73.17abc	5.12	8.85b	2.43	6.30ab	1.61	11.51b	1.92	0.18b	0.04
Mallma	44	26.85abc	3.10	73.15abc	3.10	14.23ab	1.47	5.40ab	0.97	7.16ab	1.16	0.06ab	0.03
Upis	76	28.51abc	2.39	71.49abc	2.39	12.87ab	1.13	7.25ab	0.75	8.30ab	0.89	0.09ab	0.02
Chaupimayo	20	29.26abc	5.12	70.74abc	5.12	10.32ab	2.43	8.75a	1.61	10.10ab	1.92	0.09ab	0.02
Palcca	44	33.14bc	3.10	66.86bc	3.10	15.06ab	1.47	7.88ab	0.97	10.14ab	1.16	0.05a	0.03
Accocunca	52	33.81c	3.01	66.19c	3.01	16.47a	1.43	7.91ab	0.95	9.37ab	1.13	0.06ab	0.03
SEXO													
H	452	26.54a	0.95	73.46a	0.95	12.01a	0.45	6.12a	0.30	8.32a	0.36	0.08a	0.01
M	148	25.25a	1.76	74.75a	1.76	11.69a	0.84	6.00a	0.55	7.50a	0.66	0.05b	0.01
EDAD													
DL	150	17.19a	2.00	82.81a	2.00	7.53c	0.95	3.87b	0.63	5.75a	0.75	0.03a	0.02
2D	150	23.67b	2.00	76.33b	2.00	10.85b	0.95	4.94b	0.63	7.83b	0.75	0.05a	0.02
4D	150	30.88c	2.00	69.12c	2.00	13.67a	0.95	7.33a	0.63	9.78b	0.75	0.10b	0.02
BLL	150	31.82c	2.00	68.18c	2.00	15.36a	0.95	8.10a	0.63	8.29b	0.75	0.08ab	0.02

**Anexo 17. Medias de interacciones de porcentaje de medulación y tipos de la fibra de alpaca, según comunidad\*sexo, comunidad\*edad, sexo\*edad y sexo\*edad\*comunidad.**

INTERACCIÓN		n	PM (%)	SMED (%)	MEDF (%)	MEDD (%)	MEDC (%)	MEDf (%)
<b>Comunidad*Sexo</b>								
Huacatinco	M	8	17.08a	82.92a	7.76b	3.88a	5.41a	0.03a
	H	24	20.43a	79.57a	9.14ab	4.31a	6.89a	0.09a
Marampaqui	M	20	18.08a	81.92a	7.81ab	4.78a	5.46a	0.02a
	H	60	24.65a	75.35a	10.66ab	6.69a	7.25a	0.05a
Huayna Ausangate	M	16	19.08a	80.92a	8.20ab	5.56a	5.29a	0.03a
	H	48	28.94a	71.06a	14.53ab	7.09a	7.25a	0.06a
Llullucha	M	4	19.12a	80.88a	7.89ab	4.60a	6.61a	0.01a
	H	16	19.43a	80.57a	8.81ab	4.92a	5.68a	0.02a
Pampacancha	H	36	21.76a	78.24a	11.82ab	3.46a	6.43a	0.05a
	M	12	31.18a	68.82a	16.70ab	6.92a	7.50a	0.06a
Pacchanta	H	48	22.34a	77.66a	11.48ab	4.87a	5.91a	0.08a
	M	16	24.71a	75.29a	14.09ab	4.43a	6.13a	0.05a
Checcaspampa	M	4	22.40a	77.60a	5.61b	5.47a	11.09a	0.23a
	H	16	31.26a	68.74a	12.08ab	7.13a	11.93a	0.12a
Mahuayani	H	28	24.06a	75.94a	11.76ab	4.59a	7.64a	0.07a
	M	8	25.53a	74.47a	11.82ab	4.54a	9.12a	0.05a
Upis	M	20	24.57a	75.43a	11.91ab	6.05a	6.56a	0.04a
	H	56	32.45a	67.55a	13.84ab	8.44a	10.03a	0.14a
Mallma	H	32	26.02a	73.98a	12.96ab	5.26a	7.73a	0.07a
	M	12	27.68a	72.32a	15.50ab	5.54a	6.59a	0.05a
Chaupimayo	M	4	27.46a	72.54a	8.37ab	8.88a	10.19a	0.02a
	H	16	31.06a	68.94a	12.28ab	8.61a	10.01a	0.15a
Accocunca	H	40	30.31a	69.69a	14.33ab	6.93a	8.99a	0.07a
	M	12	37.30a	62.70a	18.61a	8.89a	9.75a	0.05a
Palcca	H	32	32.26a	67.74a	12.47ab	7.24a	12.47a	0.08a
	M	12	34.02a	65.98a	17.66ab	8.52a	7.81a	0.02a
<b>Comunidad*Edad</b>								
Llullucha	DL	5	5.75a	94.25a	1.66d	1.15d	2.92a	0.02a
	2D	5	9.89ab	90.11ab	4.11cd	2.57cd	3.21a	0.0047a
	BLL	5	30.17abcdef	69.83abcdef	14.24abcd	8.32abcd	7.58a	0.03a
	4D	5	31.29abcdef	68.71abcdef	13.40abcd	6.99abcd	10.87a	0.03a
Chaupimayo	2D	5	10.20abc	89.80abc	3.27cd	2.17d	4.74a	0.01a
	4D	5	28.31abcdef	71.69abcdef	10.61abcd	9.13abcd	8.55a	0.02a
	DL	5	37.19abcdef	62.81abcdef	9.47abcd	13.17abc	14.50a	0.04a
	BLL	5	41.35bcdef	58.65bcdef	17.95abcd	10.51abcd	12.61a	0.28ab
Marampaqui	DL	20	11.70abcd	88.30abcd	4.86bcd	2.68cd	4.14a	0.02a
	2D	20	20.55abcde	79.45abcde	7.15bcd	5.81abcd	7.57a	0.02a
	BLL	20	24.22abcdef	75.78abcdef	10.48abcd	7.04abcd	6.68a	0.02a
	4D	20	28.98abcdef	71.02abcdef	14.46abcd	7.42abcd	7.03a	0.08a
Checcaspampa	DL	5	13.00abcd	87.00abcd	5.70bcd	3.47abcd	3.80a	0.03a
	BLL	5	16.31abcde	83.69abcde	10.19abcd	3.00bcd	3.09a	0.04a
	2D	5	22.08abcdef	77.92abcdef	5.77bcd	5.05abcd	11.20a	0.06a
	4D	5	55.93f	44.07f	13.73abcd	13.67ab	27.96b	0.57b
Pacchanta	DL	16	13.10abcd	86.90abcd	6.76bcd	2.05d	4.26a	0.03a
	2D	16	23.30abcdef	76.70abcdef	14.11abcd	3.57abcd	5.54a	0.07a
	4D	16	25.07abcdef	74.93abcdef	15.08abcd	4.40abcd	5.53a	0.07a
	BLL	16	32.62abcdef	67.38abcdef	15.21abcd	8.58abcd	8.75a	0.08a
Mahuayani	DL	9	13.88abcd	86.12abcd	6.46bcd	2.98bcd	4.43a	0.02a
	4D	9	19.71abcde	80.29abcde	9.50abcd	3.34abcd	6.81a	0.06a
	2D	9	30.17abcdef	69.83abcdef	17.74abcd	5.19abcd	7.21a	0.03a
	BLL	9	35.42abcdef	64.58abcdef	13.48abcd	6.74abcd	15.07a	0.13a
Upis	DL	19	15.08abcde	84.92abcde	5.88bcd	3.42abcd	5.74a	0.04a
	2D	19	23.51abcdef	76.49abcdef	12.72abcd	4.64abcd	6.10a	0.05a
	BLL	19	26.10abcdef	73.90abcdef	11.90abcd	7.03abcd	7.12a	0.05a
	4D	19	49.35ef	50.65ef	21.00ab	13.90a	14.23a	0.22a
Huayna Ausangate	DL	16	15.25abcde	84.75abcde	6.45bcd	3.28abcd	5.49a	0.03a

INTERACCIÓN		n	PM (%)	SMED (%)	MEDF (%)	MEDD (%)	MEDC (%)	MEDf (%)	
Pampacancha	2D	16	20.36abcde	79.64abcde	10.61abcd	4.40abcd	5.30a	0.04a	
	4D	16	26.92abcdef	73.08abcdef	14.41abcd	6.96abcd	5.50a	0.05a	
	BLL	16	33.52abcdef	66.48abcdef	14.00abcd	10.67abcd	8.79a	0.05a	
	DL	12	16.22abcde	83.78abcde	8.27bcd	2.38d	5.52a	0.05a	
	2D	12	19.64abcde	80.36abcde	12.10abcd	3.07bcd	4.44a	0.03a	
Huacatinco	4D	12	28.93abcdef	71.07abcdef	15.28abcd	5.48abcd	8.06a	0.10a	
	BLL	12	41.10bcdef	58.90bcdef	21.39a	9.83abcd	9.84a	0.05a	
	DL	8	16.86abcde	83.14abcde	7.54bcd	3.55abcd	5.74a	0.03a	
	4D	8	18.45abcde	81.55abcde	8.37bcd	3.64abcd	6.41a	0.02a	
	2D	8	19.82abcde	80.18abcde	7.13bcd	4.08abcd	8.44a	0.16a	
Palcca	BLL	8	19.90abcde	80.10abcde	10.76abcd	5.09abcd	4.01a	0.04a	
	DL	11	20.37abcde	79.63abcde	9.78abcd	3.22abcd	7.32a	0.05a	
	4D	11	27.71abcdef	72.29abcdef	13.25abcd	5.78abcd	8.64a	0.04a	
	2D	11	40.29bcdef	59.71bcdef	15.71abcd	9.02abcd	15.51ab	0.05a	
	BLL	11	44.17cdef	55.83cdef	21.52a	13.51ab	9.08a	0.07a	
Accocunca	DL	13	22.01abcdef	77.99abcdef	11.95abcd	4.34abcd	5.68a	0.04a	
	4D	13	32.34abcdef	67.66abcdef	13.26abcd	9.56abcd	9.49a	0.02a	
	BLL	13	35.99abcdef	64.01abcdef	21.40a	7.34abcd	7.14a	0.11a	
	2D	13	44.90def	55.10def	19.27abc	10.40abcd	15.17ab	0.06a	
	2D	11	23.03abcdef	76.97abcdef	11.32abcd	4.29abcd	7.38a	0.05a	
Mallma	DL	11	23.06abcdef	76.94abcdef	13.10abcd	4.66abcd	5.24a	0.05a	
	4D	11	28.52abcdef	71.48abcdef	15.34abcd	5.05abcd	8.04a	0.09a	
	BLL	11	32.78abcdef	67.22abcdef	17.15abcd	7.61abcd	7.97a	0.06a	
	Sexo*Edad								
	H	DL	113	15.22a	84.78a	6.90c	2.98c	5.29a	0.04ab
2D		113	24.93abcd	75.07abcd	11.17abc	5.18abc	8.51ab	0.08ab	
BLL		113	32.93cd	67.07cd	15.84a	8.31a	8.67ab	0.11b	
4D		113	33.07d	66.93d	14.15ab	8.00ab	10.83b	0.09ab	
M	DL	37	19.16ab	80.84ab	8.16c	4.76bc	6.21a	0.03ab	
	2D	37	22.41abc	77.59abc	10.52bc	4.71bc	7.15ab	0.02a	
	4D	37	28.70bcd	71.30bcd	13.19ab	6.66ab	8.73ab	0.11ab	
	BLL	37	30.72cd	69.28cd	14.88ab	7.88ab	7.91ab	0.04ab	
S*E*C			ns	ns	ns	ns	ns	ns	

## Anexos 18. Panel fotográfico

**Figura 11**

*Toma de muestra de la fibra de alpaca Huacaya de la región costillar medio y lavado de las muestras de fibra en el laboratorio de CICAS – La Raya.*



**Figura 12**

*Secado de las muestras con sus respectivas etiquetas en un ambiente semi controlado y análisis de las muestras con el equipo OFDA 2000.*



**Figura 13**

*Evaluación de medulación de las muestras de fibra en el equipo FIBER MED V.2.*

