



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES



**“CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y PORCENTAJE DE
MEDULACIÓN EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL
DISTRITO DE MACUSANI-CARABAYA, 2023”**

Bach. Lucila Machaca Hallasi

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Asesor (A): D.Sc. Dominga Micaela Cano Ccoa

CO- Asesor: M.Sc. Jose Nestor Mamani Quispe



JULIACA, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**“CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y PORCENTAJE DE
MEDULACIÓN EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL
DISTRITO DE MACUSANI-CARABAYA, 2023”**

Bach. Lucila Machaca Hallasi

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Asesor (A): D.Sc. Dominga Micaela Cano Ccoa

CO- Asesor: M.Sc. Jose Nestor Mamani Quispe



JULIACA, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES



“CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y PORCENTAJE DE
MEDULACIÓN EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL
DISTRITO DE MACUSANI-CARABAYA, 2023”

Bach. Lucila Machaca Hallasi

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

Asesor (A): D.Sc. Dominga Micaela Cano Ccoa

CO- Asesor: M.Sc. Jose Nestor Mamani Quispe

Juliaca, 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Machaca, L. (2025) *Características de la fibra y porcentaje de Medulación en alpacas Huacaya y Suri del distrito de macusani – Carabaya, 2023. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Juliaca.*

AUTOR: Lucila Machaca Hallasi

TÍTULO: Características de la fibra y porcentaje de Medulación en alpacas Huacaya y Suri del distrito de macusani – Carabaya, 2023

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2025

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (136).

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones – Universidad Nacional de Juliaca

CÓDIGO:04-000026-04/M13

NOTA: Incluye Biografía

ASESOR: D.Sc. Dominga Micaela Cano Ccoa

CO-ASESOR: M.Sc. Jose Nestor Mamani Quispe

PALABRAS CLAVE: Fibra Huacaya, alpaca Suri, Características de la fibra y Medulación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES

“CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y PORCENTAJE DE
MEDULACIÓN EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL
DISTRITO DE MACUSANI-CARABAYA, 2023”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES

Presentada por:

Lucila Machaca Hallasi

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Julio Cesar Huanca Marín

PRESIDENTE DE JURADO

Mtra. Roxana Tacuri Robles

JURADO (secretario)

Mg. Jesus Arias Escobar

JURADO (Vocal)

D.Sc. Dominga Micaela Cano Ccoa
ASESOR DE TESIS

M.Sc. Jose Nestor Mamani Quispe
CO - ASESOR

The image shows five handwritten signatures in blue ink, each placed on a horizontal line. The signatures are: 1. A large, stylized signature for the President of the Jury. 2. A signature for the 2nd member. 3. A signature for the 3rd member. 4. A signature for the thesis advisor. 5. A signature for the co-advisor.

Machaca Hallasi Lucila

“CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y PORCENTAJE DE MEDULACIÓN EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL DISTRITO ...

Universidad Nacional de Juliaca



Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:526537310

Fecha de entrega

11 nov 2025, 3:05 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

11 nov 2025, 3:08 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis Final_Lucila.pdf

Tamaño del archivo

3.4 MB

136 páginas

39.513 palabras

199.181 caracteres




12% 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 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
6 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, origen de toda sabiduría, fuerza y amor infinito. Mi gratitud por acompañarme en cada etapa, por fortalecer mi fe en los momentos de adversidad y por permitirme concretar este objetivo. Reconozco que sin su presencia este logro no habría sido posible.

A mi madre Matilde Hallasi Limahuaya, por su amor, paciencia, sacrificios y por ser mi ejemplo de esfuerzo y perseverancia.

A mis hnos(as), Amadeo y Vanesa, Edwin y Mary luz, David Alex y Nily, por su apoyo y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis sobrinos José y André, una fuente de inspiración.

A mis amigos(as), por su compañía, palabras de ánimo y por hacer más ligero este camino.
A mis docentes, por transmitir su saber con generosidad y por impulsarme a desarrollarme integralmente, tanto en el ámbito académico como en el personal

Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes.
Gracias de corazón.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi profunda gratitud a Dios, por otorgarme el don de la vida, la sabiduría necesaria y la fortaleza para afrontar cada reto. Su presencia ha iluminado mis momentos de incertidumbre y ha sido mi sostén en las circunstancias más difíciles.

A mi madre, Matilde Hallasi Limahuayaa, por su amor sin límites, por cada sacrificio realizado y por ser un modelo de dedicación, esfuerzo y constancia. A mi familia, por su respaldo incondicional, sus palabras de ánimo por acompañarme con el corazón en cada etapa de este proceso.

A mis docentes y asesores, por su entrega en mi formación, por compartir sus conocimientos con generosidad y por impulsarme a alcanzar mi mejor versión. Mi especial reconocimiento a la Dra. Dominga Micaela Cano Ccoa y al Msc. José N. Mamani Quispe, por su orientación constante y por el valioso acompañamiento brindado en la elaboración de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Juliaca, mi alma mater, por abrirme las puertas a la formación académica y por contribuir de manera significativa a mi desarrollo personal y profesional. Ha sido el escenario donde mis sueños comenzaron a tomar forma y mis metas encontraron dirección.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, han sido parte de este logro. Cada gesto, palabra y muestra de apoyo ha dejado una marca imborrable en este camino que hoy concluye con profunda gratitud y satisfacción.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Problema General	3
1.2.2 Problemas Específicos	3
1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.4.1 Justificación teórica	3
1.4.2 Justificación técnica	4
1.4.3 Justificación social	4
1.5 LIMITACIONES	5
1.6 DELIMITACIONES	5
1.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	6
1.7.1 Hipótesis general	6
1.7.2 Hipótesis específico	6
1.8 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	6

1.8.1 Variable Independiente: Características de la fibra	6
1.8.2 Variable Dependiente: Porcentaje de Medulación.....	6
CAPITULO II.....	8
REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 ANTECEDENTES.....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes nacionales	9
2.1.3 Antecedentes locales.....	11
2.2 BASES TEÓRICAS	15
2.2.1 Teoría genética.....	15
2.2.2 Teoría de desarrollo folicular.....	15
2.2.3 Proceso ontogenético	15
2.2.4 Alpaca	15
2.2.5 Fibra de alpaca.....	16
2.2.6 Clasificación de fibra de alpaca.....	17
2.2.7 Calidades de la fibra de alpaca	17
2.2.8 Características textiles de la fibra de alpaca	18
2.2.9 Alpaca de raza Huacaya.....	22
2.2.10 Alpaca de raza Suri	22
2.2.11 Diferencias entre las razas Huacaya y Suri.....	23
2.2.12 Estructura de Medular	23
2.2.13 Tipos de Medulación en la fibra de alpaca	25
2.2.14 Equipos para determinar el porcentaje de Medulación	26
CAPITULO III	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	28
3.1.1 Tipo de investigación.....	28
3.1.2 Nivel de investigación.	28
3.1.3 Diseño de investigación.....	28
3.2 POBLACIÓN	30
3.3 MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.3.1 Técnica muestreo probabilístico	30
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	31

3.4.1 Técnica.....	31
3.4.2 Instrumentos	32
3.5 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS, PARA ANALIZAR LA MEDIA DE DIÁMETRO DE LA FIBRA DE ALPACAS.....	32
3.5.1 Preparación de muestras de fibra de alpacas para analizar la finura	32
3.5.2 Reactivos	33
3.5.3 Equipos.....	33
3.6 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS, PARA LA EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE MEDULACIÓN.....	33
3.6.1 Preparación de muestras de fibra de alpacas para evaluar el porcentaje de medulación	34
3.6.2 Clasificación de fibra de alpaca según tipo de Medulación	34
3.6.3 Equipos	35
3.7 PROCEDIMIENTO PARA ANALIZAR EL DIAMETRO DE FIBRA DE ALPACA.....	35
3.7.1. Recolección de muestras	35
3.7.2 Proceso de lavado de muestras	35
3.8 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR EL PORCENTAJE DE MEDULACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA	37
3.8.1 Toma de muestras	37
3.8.2 Corte de fragmentos	37
3.8.3 Preparación de muestras	37
3.8.4 Análisis del porcentaje de Medulación.....	37
3.8.5 Análisis Estadístico.....	39
3.8.6 Modelo estadístico: Modelo factorial lineal	40
3.9 MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
CAPITULO IV.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 ANÁLISIS DE DIÁMETRO DE LA FIBRA EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL DISTRITO DE MACUSANI, CARABAYA – 2023	43
4.1.1 Factor Confort de la fibra de alpaca	48
4.1.2 Factor Picazón de la fibra de alpaca	51
4.1.3 Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μ m en Alpacas	54

4.2 EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE MEDULACIÓN DE LAS FIBRAS EN ALPACAS HUACAYA Y SURI.....	57
4.2.1 Porcentaje de Medulación	57
4.2.2 Tipos de Medulación (fragmentada, discontinua, continua, fuertemente meduladas)	60
4.2.3 Diámetro Medio en fibras.....	65
4.2.4 Diámetro En Fibra Por Tipo (Fragmentada, Discontinua, Continua, Fuertemente Meduladas).....	68
4.2.5 Desviación estándar del Diámetro en fibra por tipo (fragmentada, discontinua, continua, fuertemente meduladas).	72
4.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	77
4.3.1 Para la Hipótesis Especifica 1	77
4.3.2 Para la Hipótesis Especifica 2	79
4.3.3 Correlaciones de Pearson para las características de las Variables.....	80
4.4 DISCUSIÓN.....	82
CAPITULO V	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1 CONCLUSIONES.....	84
5.2 RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
ANEXOS.....	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de la fibra de alpaca por grupos de calidades	17
Tabla 2: Muestra estratificada por raza Suri y Huacaya	31
Tabla 3: Materiales para la preparación de muestras de fibra de alpacas	32
Tabla 4: Materiales para el proceso Medulación	33
Tabla 5: Caracterización del tipo de Medulación	37
Tabla 6: Diámetro de las fibras de alpaca de la raza Suri y Huacaya	43
Tabla 7: Diámetro de las fibras en función del sexo	44
Tabla 8: Diámetro de las Fibras de las alpacas según la Edad	46
Tabla 9: Diámetro de las Fibras de las Alpacas según su Color.	47
Tabla 10: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según la raza	48
Tabla 11: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según el Sexo	49
Tabla 12: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según la Edad	49
Tabla 13: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según el Color	50
Tabla 14: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según la raza	51
Tabla 15: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según el Sexo	51
Tabla 16: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según la Edad	52
Tabla 17: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según el Color	53
Tabla 18: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μ m, según la raza de las alpacas del Distrito de Macusani	54
Tabla 19: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μ m, según el Sexo de las alpacas del Distrito de Macusan	54
Tabla 20: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μ m, según la Edad de las alpacas del Distrito de Macusani	55
Tabla 21: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μ m, según el Color de las alpacas del Distrito de Macusani.	56
Tabla 22: Porcentaje de Medulación en fibra de Alpaca Suri y Huacaya	57
Tabla 23: Porcentaje de Medulación de la fibra en alpacas según la Edad	58
Tabla 24: Porcentaje de Medulación en fibra de alpaca según el Sexo	59
Tabla 25: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según la Raza	60
Tabla 26: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según la Edad	61
Tabla 27: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según el Sexo	62

Tabla 28: Tipos de Medulacion de la fibra de alpaca según el Color	64
Tabla 29: Media de diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según la Raza	65
Tabla 30: Media de diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según el Sexo	65
Tabla 31: Media de diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según la edad	66
Tabla 32: Diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según el color	67
Tabla 33: Diámetro medio de las fibras por tipo de Medulación según la raza de la alpaca	68
Tabla 34: Diámetro de la fibra por tipo de Medulación según el Sexo de la alpaca	69
Tabla 35: Diámetro de las fibras por tipo de Medulación según la Edad de las alpacas	70
Tabla 36: Diámetro medio de las fibras por tipo de Medulación según el color de las alpacas	72
Tabla 37: Desviación estándar del diámetro de la fibra por el tipo de Medulación según la raza de las alpacas	72
Tabla 38: Desviación estándar del diámetro medio de la fibra por el tipo de Medulación según el Sexo de las alpacas	74
Tabla 39: Desviación estándar del diámetro medio de la fibra por el tipo de Medulación según la Edad de las alpacas	75
Tabla 40: Desviación estándar del diámetro medio de la fibra por el tipo de Medulación según el color de las Alpacas.	76
Tabla 41: Anova de un factor para el diámetro medio de las fibras en las Alpacas Suri y Huacaya.....	77
Tabla 42: Anova de un factor para el Porcentaje de Medulación de las fibras en las Alpacas Suri y Huacaya	79
Tabla 43: Correlaciones de Pearson entre las características de finura y Medulación de la fibra de alpaca del Distrito de Macusani	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de la fibra	18
Figura 2: Clasificación de la fibra según el tipo de medula que poseen	25
Figura 3: Tipos de Medulación.....	34
Figura 4: Secuencia fotográfica y su diagrama de flujo para el análisis de la fibra de alpaca	36
Figura 5: Secuencia fotográfica y diagrama de flujo del proceso para la evaluación del porcentaje de medulación.....	38
Figura 6: Medias Marginales estimadas de la Alpacas según la Raza.....	44
Figura 7: Medias Marginales estimadas según genero de Alpaca	45
Figura 8: Medias Marginales estimadas según la Edad de la Alpaca	47
Figura 9: Grafica de Pastel porcentual (%) para la Fibra de Alpaca según la edad.....	52
Figura 10: Porcentaje de Medulación según raza de las Alpacas.	58
Figura 11: Medias Marginales estimadas para la Medulación de las Alpacas según la Raza.....	61
Figura 12: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según el Sexo.	64
Figura 13: Grafica de Error con Intervalos de confianza para el diámetro medio de la fibra en las Alpacas Suri y Huacaya.....	78
Figura 14: Grafica de Error con Intervalos de confianza para el Porcentaje de Medulación de la fibra en las Alpacas Suri y Huacaya.	80

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	93
Anexo 2: Operacionalización de variables	94
Anexo 3: Instrumento de campo de recolección de muestras de fibra de alpaca huacaya.....	95
Anexo 4: Instrumento de campo de recolección de muestras de fibra de alpaca Suri ..	98
Anexo 5: Ficha de registro de resultados de finura de la fibra de alpaca huacaya obtenidos del equipo FIBER EC	101
Anexo 6: Ficha de registro de resultados de finura de la fibra de alpaca Suri obtenidos del equipo FIBER EC	104
Anexo 7: Ficha de registro de resultados de modulómetro de la fibra de alpaca Huacaya obtenidos del FIBER MED	107
Anexo 8: Ficha de registro de resultados de modulómetro de la fibra de alpaca Suri obtenidos del FIBER MED	110
Anexo 9: Validación de Expertos	113
Anexo 10: Inicio del proceso de recolección de muestra	116
Anexo 11: Recolección de muestra	116
Anexo 12: Muestras recolectadas del Distrito de Macusani.....	117
Anexo 13: Lavado y secado de las muestras	117
Anexo 14: Esparcido de muestra	118
Anexo 15: Análisis de muestra	118
Anexo 16: Preparado de muestra para el análisis en el equipo FIBER MED	119
Anexo 17: Análisis de muestra en el equipo de FIBER MED	119

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar las características de la fibra y el porcentaje de medulación en alpacas de raza Huacaya y Suri del distrito de Macusani - Carabaya, durante el año 2023. La metodología de la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, de tipo correlacional y corte transversal. La población estuvo compuesta por 81 000 alpacas, de las cuales se seleccionaron como muestra 69 ejemplares de la raza Huacaya y 69 de la raza Suri. Se empleó la técnica de observación, utilizando los dispositivos FIBER EC V5 y FIBER MED para la recolección de datos. El procesamiento estadístico se realizó mediante el software versión 26. En cuanto a los resultados, se observó que el diámetro promedio de la fibra en la raza Suri fue de 22.86 μm , con un rango de 17.05 μm y 28.82 μm . Por su parte, la raza Huacaya presentó un diámetro medio menor, de 20.84 μm , con valores que fluctuaron entre 16.20 μm y 27.24 μm , lo que evidencia una mayor finura en sus fibras. Respecto a la medulación, se identificó un porcentaje promedio más elevado en la raza Suri (61.92%), lo cual podría generar sensaciones de incomodidad o picazón en el uso de productos textiles. En contraste, la raza Huacaya presentó un menor porcentaje de medulación (55.46%). El análisis estadístico confirmó una diferencia significativa en el diámetro medio de la fibra entre ambas razas, siendo la Huacaya más favorable para aplicaciones textiles por su menor grosor. Sin embargo, no se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de medulación, lo que sugiere una posible estabilidad de esta característica en el tiempo. En conclusión, la raza Huacaya mostró propiedades superiores en cuanto a finura y menor porcentaje de medulación en la fibra.

Palabra clave: Fibra Huacaya, alpaca Suri, características de la fibra y Medulación

ABSTRACT

The present research work aimed to determine the fiber characteristics and the percentage of medullation in Huacaya and Suri alpacas from the Macusani - Carabaya district, during the year 2023. The research methodology was developed under a quantitative approach, with a non-experimental, correlational and cross-sectional design. The population consisted of 81,000 alpacas, of which 69 specimens of the Huacaya breed and 69 of the Suri breed were selected as a sample. The observation technique was used, using the FIBER EC V5 and FIBER MED devices for data collection. Statistical processing was carried out using version 26 software. Regarding the results, it was observed that the average fiber diameter in the Suri breed was 22.86 μm , with a range of 17.05 μm and 28.82 μm . The Huacaya breed, on the other hand, had a smaller average diameter of 20.84 μm , with values ranging from 16.20 μm to 27.24 μm , indicating greater fiber fineness. Regarding medullation, a higher average percentage was identified in the Suri breed (61.92%), which could generate discomfort or itching when using textile products. In contrast, the Huacaya breed had a lower percentage of medullation (55.46%). Statistical analysis confirmed a significant difference in average fiber diameter between the two breeds, with the Huacaya breed being more favorable for textile applications due to its smaller thickness. However, no statistically significant difference was observed in the percentage of medullation, suggesting a possible stability of this characteristic over time. In conclusion, the Huacaya breed showed superior properties in terms of fineness and a lower percentage of fiber medullation.

Keyword: Huacaya fiber, Suri alpaca, the fiber characteristics and medullation

INTRODUCCIÓN

Según datos del (INEI, 2012), el Perú cuenta con una población de 3,592,249 alpacas, de las cuales el 89.7% se concentra en regiones altoandinas como Puno, Cusco A requipa, Huancavelica y Apurímac. Esta alta concentración convierte el país en el principal productor mundial de fibra de alpaca, con una producción anual estimada de 3.400 toneladas métricas, lo que equivale aproximadamente al 80% de la producción total de origen animal. De esta cantidad, cerca del 90% se destina al comercio internacional (Agapito et al., 2007).

La evaluación de las características de la fibra de alpaca, como el diámetro, entre otros parámetros, permite establecer su idoneidad para aplicaciones en la industria textil. Asimismo, el porcentaje de medulación, entendido como la presencia de médula en el interior de la fibra, incluye de manera directa en aspectos como la finura, la suavidad y valor comercial del producto final. Una fibra con elevado grado de medulación tiende a ser más rígida, lo que la hace menos apropiada para la elaboración de prendas delicadas, razón por la cual su análisis resulta fundamental en los programas de selección genética y mejoramiento animal. Diversas investigaciones han abordado variables como el diámetro de la fibra la finura en el proceso de hilado, el FC y el índice de curvatura en ejemplares de alpaca Huacaya y Suri, considerando factores como el origen geográfico, el sexo y la raza (Diaz et al., 2014)

En este marco, el estudio tuvo como propósito identificar las propiedades de la fibra y el porcentaje de medulación en alpacas de las razas Huacaya y Suri, pertenecientes al distrito de Macusani, durante el año 2023. Esta investigación contribuye a establecer cuál de estas razas genera fibras de mayor calidad, lo que se traduce en un valor comercial superior. Asimismo, proporciona información relevante para que los productores de alpaca puedan tomar decisiones fundamentadas en la selección de ejemplares, orientadas a optimizar las características de la fibra en ambas razas.

Para el desarrollo de la investigación, este trabajo se organizó de la siguiente manera:

Capítulo I Introducción, se evidencia de forma conjunta el planteamiento del problema, los problemas, objetivos tanto generales como específicos y la justificación.

Capítulo I Revisión de literatura, se presentan investigaciones relacionadas con ambas variables de estudio, así como las bases teóricas.

Capítulo III Hipótesis y Variables, donde se detalla la posible solución a los objetivos siendo la hipótesis general y las específicas, así como la descripción de ambas variables – conceptual y operacional-.

Capítulo IV Materiales y Métodos, se encuentran algunos puntos como el diseño, tipo, Población - muestra y muestreo, así como las técnicas e instrumentos.

Capítulo V Resultados y Discusión, se presentan los resultados en base a la contrastación de los objetivos, así como la contrastación con otros estudios respecto a estos resultados.

Conclusiones y Recomendaciones, en base a cada objetivo planteado y referencias con anexos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La fibra proveniente de los camélidos sudamericanos es reconocida como un insumo textil de alta gama, y las prendas elaboradas con ella son consideradas productos de lujo (MIDAGRI, 2020). En particular, la fibra de alpaca goza de gran prestigio en el sector textil, posicionándose como un competidor directo de materiales como la cachemira y el mohair, gracias a su destacada calidad y aceptación en el mercado internacional (Canaza et al., 2013)

A nivel internacional, la fibra de alpaca es reconocida como una de las más destacadas dentro del sector textil, debido a su alta calidad, según lo señalado por Pinares et al. (2018). Uno de los factores clave para esta valoración es el diámetro de la fibra, que incluye directamente en sus propiedades textiles. Sin embargo, en el año 2000, el rendimiento promedio por animal se redujo a 3.5 libras y muy por debajo del potencial estimado de hasta 12 libras anuales bajo condiciones óptimas de producción. Esta disminución se atribuye principalmente a prácticas inadecuadas en el manejo de los animales, ya que muchas familias alpaqueras carecen de conocimientos técnicos sobre crianza, condiciones sanitarias mínimas y prevención de enfermedades propias de los camélidos (Crispín, 2014). Además, los camélidos sudamericanos han enfrenado reiteradas amenazas de extinción, ocasionadas por la competencia con especies ganaderas domésticas, la contaminación ambiental, la aparición de patologías poco comunes y la falta de estrategias adecuadas de manejo y conservación. A pesar de que no se han identificado estudios que respalden una ventaja selectiva en la alpaca de raza Suri, esta suele percibirse como menos favorecida frente a los procesos de selección natural. Sin embargo, su fibra presenta cualidades con alto potencial para la industria textil. La frecuencia genética asociada a esta raza está directamente vinculada a las decisiones de los criadores, quienes al detectar su presencia tienden a excluirla del proceso reproductivo (Quispe E.C. et al., 2009).

El Perú se posiciona como el principal productor mundial de fibra de alpaca, concentrando aproximadamente el 85 % de la población global, con más de 3.8

millones de ejemplares (Alpaca del Perú, 2018). De esta cifra, el 85 % corresponde a la raza Huacaya y el 15 % a la Suri, ambas con fibras de características particulares que las hacen valiosas para el sector textil. La menor prevalencia de la Suri frente a la Huacaya se atribuye a ciertas desventajas en términos de adaptación y selección natural. No obstante, su fibra es altamente apreciada por sus propiedades, lo que la convierte en un recurso con significativo potencial económico para el desarrollo de productos textiles de alta calidad.

En el distrito de Macusani, ubicado en la provincia de Carabaya, Perú, la crianza de alpacas representa una de las principales actividades económicas, destacando las razas Huacaya y Suri, las cuales se distinguen principalmente por las características de la fibra que producen. La fibra de la Huacaya se caracteriza por su textura esponjosa, mientras que la de la Suri presenta una superficie más lisa y sedosa. Entre los atributos más relevantes para evaluar la calidad de la fibra de alpaca se encuentra el diámetro, ya que este influye directamente en su suavidad y resistencia. Asimismo, el grado de medulación, entendido como la proporción de médula presente en la fibra— constituye un factor clave, dado que una alta medulación puede comprometer la finura y, por ende, la calidad del producto final.

El problema central de esta investigación radica en analizar las características de la fibra y el porcentaje de medulación en alpacas de las razas Huacaya y Suri del distrito de Macusani, con el fin de identificar cuál de ellas produce fibras de mayor calidad. Para abordar esta problemática, se procedió a recolectar muestras de fibra de ambas razas en diversos fundos de la zona. Dichas muestras fueron examinadas en el laboratorio de Fibras de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones, utilizando los equipos FIBER EC V5 y FIBER MED, con el propósito de determinar el diámetro y la medulación de cada muestra. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis estadístico comparativo de las medias obtenidas para ambas variables en las dos razas de alpaca. Los resultados permitirán proporcionar información técnica a los productores del distrito de Macusani, facilitando decisiones más acertadas en la selección de animales, orientadas a mejorar la calidad de la fibra producida por las alpacas Huacaya y Suri.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Cuáles son las características de la fibra y porcentaje de medulación en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la media de diámetro de fibras de alpaca Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023?
- ¿Cuál es el porcentaje de medulación de las fibras de alpaca Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023?

1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Determinar las características de la Fibra y porcentaje de Medulación en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar la media de diámetro de fibras en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani- Carabaya, 2023
- Evaluar el porcentaje de Medulación de las fibras en alpacas Huacaya y Suri

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Justificación teórica

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar las características de la fibra y porcentajes de Medulación en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de Carabaya. La calidad de la fibra de alpaca está determinada principalmente por sus atributos físico-estructurales, tales como el diámetro, la longitud, la finura, el brillo y el grado de medulación. Estos factores no solo inciden en el rendimiento durante los procesos de hilado y tejido, sino también en el comportamiento de la prenda final, especialmente en términos de suavidad, resistencia, capacidad de aislamiento térmico y valor comercial. La fibra de la raza Huacaya se caracteriza por su textura lanosa y voluminosa, mientras que la de la Suri presenta una superficie más lisa y sedosa. A nivel

internacional, la fibra de alpaca se posiciona como una de las más valoradas dentro del grupo de fibras especiales, debido a su potencial para la elaboración de textiles de alta calidad. No obstante, uno de los principales retos en su aprovechamiento radica en el conocimiento técnico sobre el grado de medulación, ya que una alta proporción de fibras meduladas puede disminuir la suavidad y dificultar el proceso de teñido, afectando directamente la calidad del producto final. En este sentido, el presente estudio busca generar aportes teóricos relevantes sobre el comportamiento de la fibra en ambas razas, considerando el porcentaje de medulación y otras propiedades estructurales. Esta información resulta clave para mejorar los procesos de clasificación y para el diseño de prendas diferenciadas según el tipo de fibra, contribuyendo así a una valorización más precisa en el contexto de la industria textil.

1.4.2 Justificación técnica

La fibra de alpaca presenta ciertas limitaciones en su aprovechamiento textil, principalmente debido a la elevada incidencia de medulación y a la variabilidad en el diámetro, factores que afectan negativamente el confort de las prendas confeccionadas. En este contexto, la reducción o eliminación de la medulación se plantea como un objetivo estratégico dentro de los programas de mejoramiento genético, con el fin de incrementar el valor comercial de la fibra. La caracterización de la fibra resulta indispensable, ya que sus propiedades estructurales inciden directamente en el desempeño durante los procesos de hilado y tejido. Diversos estudios han evidenciado que variables como la edad, el sexo y el origen geográfico influyen significativamente en dichas propiedades. Por ello, esta investigación se orienta a cubrir vacíos técnicos mediante la recopilación y análisis de datos específicos sobre las características de la fibra y el porcentaje de medulación en alpacas Huacaya y Suri del distrito de Macusani. La información obtenida será clave para optimizar los procesos productivos y elevar la calidad de la fibra, contribuyendo así al fortalecimiento de la cadena de valor de la alpaca

1.4.3 Justificación social

La calidad de la fibra de alpaca influye de manera directa en la productividad y rentabilidad de su crianza. Una fibra con mejores propiedades

estructurales puede alcanzar precios más elevados en el mercado, generando mayores ingresos para los productores de la provincia de Carabaya. En este contexto, surge la necesidad de analizar detalladamente las características de la fibra y el porcentaje de medulación, con el propósito de establecer comparativamente la calidad entre las razas Huacaya y Suri del distrito de Macusani. Esta evaluación permitirá a los criadores tomar decisiones informadas sobre cuál raza resulta más adecuada y rentable para sus sistemas de producción y reproducción. Al generar información precisa sobre los atributos de la fibra y su grado de medulación, el presente estudio contribuirá a mejorar la calidad del producto final, facilitar el acceso a mercados más exigentes y obtener mejores condiciones comerciales. Asimismo, se promueve el fortalecimiento de capacidades locales y la revalorización de los saberes ancestrales vinculados al manejo y crianza de alpacas en las comunidades altoandinas. La evaluación de las propiedades de la fibra, como el diámetro promedio y el porcentaje de medulación, en alpacas de las razas Huacaya y Suri de la provincia de Carabaya, resulta fundamental para establecer diferencias y valorar su calidad. Estos parámetros permiten determinar el valor económico de la fibra, su grado de finura y el nivel de medulación, aspectos clave para la toma de decisiones en procesos de selección, producción y comercialización.

1.5 LIMITACIONES

El estudio dependerá de la disponibilidad de muestras de la fibra adecuada y representativa, por lo tanto, puede estar condicionado por la colaboración de los productores y el manejo previo de los animales. La investigación se desarrolló la preparación de fibra de alpaca para obtener una mayor efectividad en el análisis de las fibras con el equipo FIBER EC V5 y el FIBER MED, dependerá de la precisión de los resultados, y el correcto uso y calibración del equipo. Así como del entrenamiento del personal que realiza las mediciones.

1.6 DELIMITACIONES

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Macusani, ubicado en la provincia de Carabaya, región Puno, reconocido por su tradición en la crianza de alpacas de las razas Huacaya y Suri. El estudio se centró específicamente en la evaluación de las propiedades de la fibra, como el diámetro, la finura, el FC, entre

otras, y en el análisis del porcentaje de medulación en ejemplares de ambas razas. Para la obtención de datos se emplearon los equipos especializados FIBER EC V5 y FIBER MED.

1.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.7.1 Hipótesis general

Existe una diferencia significativa de las características de la fibra y porcentajes de Medulación en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023.

1.7.2 Hipótesis específico

- Existe una diferencia significativa de media de diámetro de fibras en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023
- Existe una diferencia significativa en el porcentaje de la Medulación de fibras en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023

1.8 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Variable Independiente: Características de la fibra

- a. Definición conceptual: Incluyen la longitud, el diámetro y la longitud destacan como los atributos más relevantes para la industria textil, ya que las fibras deben cumplir con parámetros específicos en estas dimensiones para garantizar su funcionalidad y calidad en los procesos de transformación textil (Santana, 1978).
- b. Definición operacional: Serán analizadas a partir de muestras recolectadas en la región del lomo medio de ejemplares de alpaca Huacaya y Suri, empleando el equipo FIBER EC V5. Este instrumento permite realizar mediciones exactas de los parámetros técnicos asociados a la calidad de la fibra (Santana, 1978).

1.8.2 Variable Dependiente: Porcentaje de Medulación

- a. Definición conceptual: Proporción de fibras meduladas en relación con el total de fibras evaluadas, y constituye un parámetro relevante para determinar la calidad de la fibra en alpacas. Un menor grado de medulación

está vinculado a una mayor suavidad y a una mejor aptitud textil, lo que incrementa el valor comercial de la fibra (Pinares et al., 2018)

b. Definición operacional: Determinado mediante el análisis de muestras de fibra extraídas de la región del lomo medio de alpacas de las razas Huacaya y Suri, utilizando el equipo FIBER MED. Este instrumento permite la identificación automática y cuantitativa de las fibras meduladas. Para el registro de datos se empleará una ficha de observación que contempla los siguientes indicadores:

- Porcentaje total de medulación: proporción (%) de fibras que presentan médula respecto al total de fibras analizadas en cada muestra.
- Tipo de médula (si el equipo lo permite): clasificación según su morfología en fragmentada, discontinua o continua.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes internacionales

Aruquipa (2015), en su investigación titulada “Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de La Paz”, examinó las propiedades de la fibra en alpacas de la raza Huacaya provenientes de dos zonas de dicho municipio. El estudio se basó en el análisis de 320 muestras, abarcando animales de ambos sexos, diversas edades y distintos colores de fibra. Los resultados revelaron que el diámetro promedio de la fibra fue de 22,84 μm , mientras que el porcentaje de fibras meduladas alcanzó el 26,07 %. Además, se observó una correlación positiva entre el diámetro de la fibra y el grado de medulación, lo que sugiere que, a mayor grosor de fibra, también se incrementa la medulación, fenómeno estrechamente vinculado con la edad de los ejemplares evaluados.

Merlo et al. (2023), en su artículo titulado “Sistematización de variables para determinar la calidad de la producción en la fibra alpaca (*Vicugna pacos*) en la región andina de Sudamérica”, publicado en la Revista Estudiantil AGRO-VET, realizaron una categorización de las principales variables utilizadas en investigaciones sobre la producción de fibra en camélidos sudamericanos. Mediante una metodología de revisión descriptiva, el estudio abarcó trabajos desarrollados en Bolivia, Ecuador, Argentina y Perú, enfocados en especies como alpacas, llamas y suris. Entre los hallazgos más relevantes, los autores identificaron que las variables más frecuentemente empleadas en la literatura especializada son el Diámetro de Fibra (DF), el Factor de Confort (FC), la Media del Diámetro de Fibra (MDF) y el Coeficiente de Variación del Diámetro Medio de Fibra (CVDMF). Estas variables están estrechamente relacionadas con la caracterización física de la fibra y su

valoración en términos de calidad textil. La sistematización propuesta por Merlo et al. permite ampliar el análisis comparativo entre estudios realizados en diferentes países, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento técnico y académico, tanto en el ámbito universitario como en el público especializado.

Martínez et al. (2023), durante la XXIII Reunión Nacional de ABOPA en Oruro, realizaron el estudio “Correlaciones entre características de la fibra de llamas y alpacas y del híbrido Misti”, donde analizaron la relación entre variables de calidad de fibra en tres tipos de camélidos: 319 alpacas Huacaya, 99 llamas de biotipo intermedio y 162 híbridos Misti (cruza de alpaca macho con llama hembra), procedentes de comunidades del municipio de Catacora. Mediante análisis estadístico con el software SAS versión 9, se procesaron muestras en el Laboratorio de Lanas de Choquenaira, considerando variables como diámetro de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort, diámetros según tipo de fibra (no medulada, parcialmente medulada, medulada y fuertemente medulada), largo de mecha y número de rizos. Los resultados evidenciaron correlaciones altamente significativas ($p \leq 0.0001$) entre el diámetro y otras variables en alpacas y Mistis, especialmente con medulación, confort y tipos de diámetro, mientras que en llamas las asociaciones fueron más restringidas. Se concluye que las correlaciones entre variables son semejantes en alpacas y Mistis, pero difieren en llamas, aportando información valiosa para la caracterización y mejora de la calidad de fibra en camélidos sudamericanos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Pinares & Quispe (2024), en su estudio titulado “Características de las fibras meduladas en alpaca y Suri de Perú”, analizaron la influencia de la procedencia, edad y sexo sobre las propiedades de las fibras meduladas en alpacas Huacaya y Suri. Para ello, evaluaron 396 muestras de fibra (329 de Huacaya y 67 de Suri) utilizando el equipo FIBER MED, obteniendo datos sobre el porcentaje de fibras meduladas (MED, %) y el diámetro medio de fibra (DMF, μm). Los resultados indicaron que en la alpaca Huacaya estas variables están fuertemente influenciadas por la procedencia y la edad, mientras que en la Suri el impacto fue menor, aunque las hembras mostraron mayor medulación total y fragmentada que los machos. En conclusión, la fibra de alpaca Huacaya presenta mayor variabilidad en el porcentaje y diámetro de fibras meduladas en comparación con la Suri

Quispe et al. (2023), llevaron a cabo el estudio titulado “Evaluación de la producción y calidad de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en la comunidad originaria Chacaltaya”, con el objetivo de describir las características productivas y la calidad de la fibra en dicha comunidad. Para ello, se empleó el método de medias ajustadas (LSMEAS) mediante un modelo lineal aditivo (GLM), utilizando el software estadístico SAS versión 2000. Los resultados indicaron que el diámetro medio de la fibra de alpaca Huacaya fue de 23.38 μm , con una desviación estándar de 3.16, un coeficiente de variación del 13.53 %, y un rango entre 16.10 μm y 35.30 μm .

Pinares et al. (2023), desarrollaron el estudio “Comparación de las características de calidad de la fibra y la longitud de la fibra en alpacas Suri y Huacaya”, con el objetivo de evaluar cómo influyen el color, la raza, la ubicación, la edad y el sexo de las alpacas en la calidad y longitud de su fibra. Se analizaron 118 muestras de alpacas Huacaya y Suri recolectadas en dos ferias ganaderas (Pitumarca y Marangani) y en el CICAS La Raya. Los resultados mostraron que la fibra de Huacaya es más fina, con menor diámetro medio de fibra (MFD), menor desviación estándar y coeficiente de variación en comparación con la Suri. Asimismo, se concluyó que las fibras de colores, en especial de alpacas negras y marrones de rebaños pequeños, alcanzan una finura de 22 μm , lo que representa una fibra de alta calidad para la industria textil.

Ramírez (2023), en su estudio titulado “Porcentaje de Medulación en vellones de primera esquila de alpacas Huacaya machos del fundo Mallkini”, tuvo como propósito determinar el porcentaje de fibras meduladas en vellones de alpacas Huacaya machos de primera esquila y analizar su relación con la finura de la fibra. Se evaluaron 120 muestras tomadas del costillar medio, clasificando las fibras en medulación fragmentada (12,56 %), discontinua (13,05 %), continua (27,07 %) y fuertemente medulada (0,09 %), mientras que las no meduladas representaron el 47,23 %. Los resultados mostraron que el diámetro medio de la fibra se incrementa conforme aumenta la intensidad de la medulación, evidenciando una correlación positiva ($r = 0,60$) entre el porcentaje total de medulación y el diámetro de fibra. En conclusión, se reporta una alta proporción de fibras meduladas, siendo la medulación continua la más determinante en el aumento del diámetro.

Giancarlo et al. (2021), en su estudio “Evaluación de la Medulación de fibras de lanas y fibras especiales de algunas especies de animales”, tuvieron como objetivo analizar la incidencia y relación entre los tipos de medulación, así como su vínculo con la finura en fibras de ovino, alpaca, llama, paco-vicuña y conejo Angora. Se trabajó con muestras de lana y fibra (n=15 por especie) y una muestra adicional de 140 alpacas. Los resultados mostraron que la lana Merino presentó baja medulación, mientras que las fibras de conejo Angora evidenciaron alta incidencia. Las alpacas tuis, llamas y paco-vicuñas registraron porcentajes moderados de medulación (22–40 %), observándose médulas incluso en fibras muy finas. Se identificó una relación directa entre la MDF y el porcentaje de fibras meduladas en todas las especies, excepto en la lana ovina.

Llactahuamani et al. (2020), realizaron el estudio “Calidad de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del plantel de reproductores de Ocongate, Cusco, Perú”, con el propósito de estimar cinco características tecnológicas de la fibra en alpacas Huacaya y Suri de color blanco, pertenecientes a cuatro comunidades del distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi. Se recolectaron muestras del costillar medio, flanco izquierdo, de 238 animales de ambas razas, sexos y edades. Para el análisis se utilizó el equipo OFDA 2000. Los resultados evidenciaron diferencias significativas (

Torres, (2020) en su investigación “Tasa de Medulación de fibra de alpaca (Vicugna pacos) mediante la comparación del Modulómetro y el OFDA 100”, tuvo como finalidad comparar ambos equipos en la medición del porcentaje de medulación (PM) en fibras de alpaca Huacaya y Suri. El análisis se realizó en el laboratorio de control de calidad de la empresa Inca Tops S.A., evaluando aproximadamente 120 000 fibras. Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.85, considerado altamente significativo. Se concluyó que ambos equipos ofrecen resultados similares respecto al DF pero difieren considerablemente en la medición del PM. El Modulómetro, al operar de forma objetiva, proporciona valores más cercanos a la realidad, mientras que el OFDA 100 subestima el PM, por lo que se recomienda su mejora técnica.

2.1.3 Antecedentes locales

Chacca (2024), evaluó el porcentaje y tipo de medulación, el diámetro medio de fibra y sus correlaciones fenotípicas en alpacas Huacaya blancas desde el nacimiento hasta la primera esquila. Se analizaron 534 muestras de 178 animales en

tres etapas (nacimiento, destete y primera esquila) mediante medulometría con el equipo FIBER MED. Los resultados mostraron variaciones significativas entre etapas, con mayor medulación al destete. Se halló correlación positiva entre diámetro medio de fibra y medulación ($r=0.52$), y negativa con fibras no meduladas ($r=-0.52$).

Yana (2023), En su tesis titulada “Correlación entre el diámetro y la densidad de la fibra de alpaca Huacaya en el fundo Paqocha Wasi – Macusani, 2023”, se planteó como objetivo principal establecer la relación entre el diámetro y la densidad de la fibra en alpacas de dicho fundo. Se utilizó un diseño no experimental, con una población de 250 alpacas y una muestra representativa de 90 ejemplares. La investigación se basó en una técnica de observación, y el procesamiento estadístico se realizó mediante los programas SPSS v.25 y MS Excel, aplicando el análisis de varianza (ANOVA). Los resultados revelaron una correlación negativa, alta y significativa entre el diámetro y la densidad de la fibra ($r = -0,742$; $p < 0,05$). Además, se identificaron correlaciones negativas de menor magnitud entre el DFy el número de rizos ($r = -0,453$; $p < 0,05$), así como con la longitud de mecha ($r = -0,396$; $p < 0,05$). En conclusión, se evidenció que existe una relación entre el diámetro y la densidad, destacando que las alpacas más jóvenes presentan fibras más finas y de mayor calidad en comparación con los ejemplares de mayor edad.

Bustinza (2023), en su estudio titulado “Porcentaje de Medulación y características de la fibra en alpacas Huacaya (Vicugna pacos) de la provincia de Carabaya, Puno”, tuvo como finalidad determinar el porcentaje de medulación y las propiedades de la fibra en alpacas Huacaya pertenecientes a criaderos reconocidos de las comunidades de Pacaje, Tantamaco y Lacca. Para el procesamiento de las muestras se empleó el equipo FIBER MED, y el análisis estadístico se realizó bajo un diseño completamente al azar, utilizando la prueba de significación múltiple de Tukey mediante el software Rstudio. Los resultados indicaron que la clase del animal influye ligeramente en los porcentajes de medulación (DL: 24.40 %, 2D: 30.57 %, 4D: 31.29 %, BL: 33.59 %), así como en los tipos de médula, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$). En cuanto al diámetro medio de la fibra, la desviación estándar y el factor de confort, se evidenció influencia tanto por la clase del animal como por el color de la fibra ($p \leq 0.05$). No obstante, el índice de curvatura no mostró variaciones significativas según estos factores ($p \geq 0.05$). En conclusión, las alpacas Huacaya blancas presentan una fibra más uniforme y clasificada como extra fina, mientras que

las alpacas de color aún se encuentran en proceso de mejoramiento genético, siendo menos aceptadas en el mercado textil.

Olarte et al. (2023), llevaron a cabo el estudio titulado “Variación del diámetro y porcentaje de medulación en la fibra de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*)”, con el objetivo de identificar las variaciones en el DF según el tipo de medulación en alpacas Huacaya del centro experimental La Raya, Puno. Se recolectaron 6 gramos de fibra del costillar medio izquierdo de 190 alpacas (89 machos y 109 hembras), distribuidas en grupos etarios de 1 a 10 años. Para el análisis se utilizó el equipo FIBER MED, aplicando la transformación angular Biss para convertir los porcentajes en valores arcoseno. Los resultados mostraron que el diámetro medio de fibra (DMF) aumentó con la edad ($p <$). El porcentaje total de fibras meduladas se incrementó de 34.79% en alpacas de 1-2 años a 74.72% en el grupo de 9-10 años ($p < 0.05$), mientras que el porcentaje de fibras no meduladas (FNM) disminuyó de 65.69% a 25.60% ($p < 0.0$). Las correlaciones más destacadas fueron entre TFM y FMF ($r = 0.883$), y entre FNM y DMF ($r = 0.883$). Se concluye que en alpacas Huacaya, las fibras meduladas presentan mayor diámetro que las no meduladas, y que el porcentaje de fibras con médula supera al de fibras sin médula.

Lario et al. (2023), en su artículo “Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya, según zonas agroecológicas, sexo y edad en la Región Puno (Perú)”, analizaron el impacto de la zona agroecológica en las propiedades textiles de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*). El estudio incluyó la evaluación de 5530 alpacas Huacaya, utilizando el equipo OFDA 2000 para medir parámetros como el DF, la desviación estándar del diámetro (DEDF), el coeficiente de variación del diámetro (CVDF), la finura al hilado (FH), el índice de curvatura (IC) y su desviación estándar (DEIC). Los datos fueron procesados mediante un diseño completamente al azar en arreglo factorial, aplicando la prueba de rango múltiple de Duncan. Los resultados indicaron que el DF promedio fue de 20.32 μm , con un rango entre 13.3 y 34.5 μm . Se observó que las alpacas de la Puna húmeda presentaron menor DF en comparación con las de la Puna seca. Asimismo, la edad y el sexo mostraron efectos significativos: las alpacas con dentición completa tuvieron mayor DF que aquellas con dientes de leche ($p < 0.05$), y los machos registraron menor DF que las hembras ($p < 0.05$). En conclusión, la calidad de la fibra está determinada por la interacción entre zona agroecológica, edad y sexo, siendo más fina en machos jóvenes provenientes de la Puna húmeda.

Mamani (2023), en su tesis titulada “Tasa de Medulación y su correlación con el DF en alpacas Huacaya y Suri en las comunidades del distrito de San José, Azángaro”, tuvo como objetivo evaluar la tasa de medulación y su relación con el DF en alpacas Huacaya y Suri de ambos sexos. Se recolectaron muestras de fibra del costillar medio de 400 alpacas, las cuales fueron sometidas a un proceso de lavado con bencina y alcohol isopropílico. Posteriormente, se utilizó el equipo FIBER MED para el análisis del DF y la medulación. Los resultados indicaron una tasa global de medulación de 54.7 % en alpacas Huacaya (52.8 % en hembras y 56.6 % en machos), y de 34.5 % en alpacas Suri (33.0 % en hembras y 35.9 % en machos). En Huacaya, se observó una correlación negativa entre el diámetro medio de fibra (DMF) y el porcentaje de fibras no meduladas ($r = -0.75$), y correlaciones positivas con fibras fragmentadas ($r = 0.26$), discontinuas ($r = 0.62$), continuas ($r = 0.73$) y fuertemente meduladas ($r = 0.36$). En Suri, las correlaciones fueron similares: negativa con fibras no meduladas ($r = -0.70$) y positivas con fibras fragmentadas ($r = 0.54$), discontinuas ($r = 0.57$), continuas ($r = 0.64$) y fuertemente meduladas ($r = 0.55$). El DMF promedio fue de 21.6 μm en Huacaya y 22.0 μm en Suri. Se concluye que las alpacas Huacaya presentan una mayor tasa de medulación que las Suri, y que existe una relación inversa entre el DF y las fibras no meduladas, así como una relación directa entre el diámetro y los distintos tipos de medulación en ambas razas.

Lencinas & Guevara (2020), en su estudio titulado “Evaluación de calidad textil de fibra de rebaño de alpacas Huacaya color de la empresa rural Alianza EP.S. Macusani, Carabaya Puno”, tuvieron como objetivo aportar información relevante para la cadena de suministro del hilado artesanal en la región Puno, mediante la evaluación de parámetros textiles como el diámetro medio de fibra (finura), el factor de confort, el índice de curvatura, la finura al hilado y el volumen potencial de fibra de color. La metodología empleada fue de tipo descriptivo evaluativo, bajo un diseño completamente al azar. Los resultados indicaron un diámetro medio de fibra de 25.1 μm , con una desviación estándar de 6.4 μm y una longitud promedio de mecha de 93.6 mm. Las hembras presentaron un diámetro medio de 24.64 μm , mientras que los machos alcanzaron 26.35 μm . El factor de confort general fue de 78.4 %, siendo los valores más altos registrados en alpacas DLM (88.0 %) y 4D (87.2 %), y los más bajos en 6D (65.2 %) y 2D (70.1 %). La finura al hilado fue de 26.4 μm en promedio para

hembras y machos, con un valor mínimo de 17.2 μm en alpacas BLL y un máximo de 39.7 μm en ejemplares DLM.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Teoría genética

Segun, Bustinza (2023) la teoría genética en alpacas se aplica al mejoramiento genético para optimizar la calidad de la fibra, mejorar la resistencia y el crecimiento, e incluso para el control reproductivo. La genética de alpacas se centra en la selección de características deseadas, como la finura del vellón (diámetro en micras), que es una característica con alta heredabilidad. Las herramientas modernas, como la secuenciación genética y los marcadores moleculares, permiten acelerar y optimizar estos procesos de selección para obtener mejores animales en menos tiempo.

2.2.2 Teoría de desarrollo folicular

Segun Cervantes et., al (2007) la teoría del desarrollo folicular en alpacas se basa en ondas foliculares que ocurren de forma cíclica, con un folículo dominante que crece y madura cada 12 a 14 días. La foliculogénesis continúa durante toda la vida reproductiva, incluyendo la gestación y lactancia. La ovulación es inducida por la cópula y el proceso se divide en tres fases: crecimiento, maduración y regresión.

2.2.3 Proceso ontogenético

Bustinza et.,al (2021) Se refiere a los procesos de desarrollo y crecimiento individual de los camélidos desde la concepción hasta la edad adulta, abarcando aspectos genéticos, fisiológicos y de comportamiento. Se centra en la evolución de características como la calidad de la fibra (finura, color) a lo largo de su vida y la historia evolutiva de la especie (domesticación de la vicuña, desarrollo de las razas Huacaya y Suri), que se puede optimizar mediante el mejoramiento genético.

2.2.4 Alpaca

La alpaca es un mamífero doméstico originario de Sudamérica, perteneciente a la familia de los camélidos. Su altura promedio oscila entre 80 y 90 cm, con una longitud de aproximadamente 75 cm desde la región posterior del ilíaco hasta el extremo dorsal, y cerca de 140 cm desde el hocico hasta la base de la cola. El peso promedio en ejemplares adultos es de 70 kg. Presenta un cuello alargado, recubierto de fibras y pelo, y una cabeza de tamaño reducido, con perfil lateralmente achatado.

En las hembras, el copete de pelo se extiende hasta los ojos, cubriendo completamente la frente. Las orejas son pequeñas, verticales y puntiagudas, con pabellón enroscado, revestidas externamente por fibra corta e internamente por fibras finas y suaves. El hocico es de punta roma. En cuanto a su comportamiento, la alpaca se muestra sociable y receptiva con individuos conocidos, pero reacciona con evasión ante ruidos intensos o la presencia de personas extrañas. (Bonacic S., C, 2020).

Aruquipa, (2015) señala que la alpaca es un camélido doméstico originario de Sudamérica, reconocido por la finura de su fibra, altamente valorada en la industria textil. Es considerada el camélido sudamericano más relevante en términos de producción comercial de fibra, especialmente en el altiplano andino, donde su crianza es apreciada por productores, comerciantes, diseñadores y consumidores debido a sus cualidades distintivas. Su capacidad de adaptación a zonas de gran altitud permite el aprovechamiento de extensas áreas de pastos naturales, inaccesibles para otras especies domésticas. La fibra de alpaca goza de gran aceptación internacional, compitiendo favorablemente con fibras de alta gama como la cachemira y el mohair, gracias a su notable calidad textil (Canaza et al., 2013).

2.2.5 Fibra de alpaca

La fibra de alpaca posee propiedades que la hacen especialmente adecuada como materia prima para la industria textil. Se caracteriza por su flexibilidad, suavidad al tacto, baja inflamabilidad y escasa tendencia al arieltramiento, además de ser hipoalergénica. Las prendas confeccionadas con esta fibra destacan por su alta calidad, especialmente en abrigos, mientras que los vestidos elaborados con ella presentan pliegues definidos, buena caída, apariencia lustrosa y una conservación estética que les permite lucir como nuevos incluso tras un uso prolongado (Quispe et al., 2023).

Desde el punto de vista químico, las fibras animales están compuestas por cinco elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Los cuatro primeros conforman los aminoácidos, mientras que el azufre está presente en compuestos como la cistina y la metionina. La fibra de alpaca forma parte del grupo de (Nestares & Carhuas, 2020)

Según Hsia et al., (2015), la fibra de alpaca constituye el principal producto derivado de este camélido sudamericano, siendo ampliamente utilizada en la confección de prendas de alta calidad textil. Además, presenta un elevado potencial de exportación y se clasifica en dos fenotipos: Huacaya y Suri.

2.2.6 Clasificación de fibra de alpaca

La clasificación es un proceso muy cuidadoso que debe realizarse por personas capacitadas y con experiencia en las normas técnicas, ya que en el vellón se pueden encontrar distintas variedades de color, longitud y finura de las fibras (Carlos & Quispe, 2020).

Los criterios que se utilizan para clasificar la fibra de alpaca por grupos de calidad son los siguientes:

- **Finura:** se evalúa manualmente al tacto y equipo especializado como el FIBER EC, según el grosor o micronaje de la fibra. Este proceso lo realizan personas capacitadas y con experiencia.
- **Longitud:** se selecciona de forma manual, midiendo el largo de las mechas en milímetros o centímetros, para distinguir entre fibras más largas o más cortas.
- **Color:** la clasificación se efectúa visualmente y de manera manual, identificando las diferentes tonalidades de los colores naturales y básicos de la fibra.

2.2.7 Calidades de la fibra de alpaca

La calidad de la fibra de alpaca reviste gran relevancia, dado que el mercado demanda principalmente aquellas de menor diámetro, inferiores a 26 micrones. Estas calidades se distinguen por presentar un elevado factor de confort y una baja propensión a generar picazón en contacto con la piel. El conocimiento y aplicación de las Normas Técnicas peruanas, junto con la implementación de buenas prácticas en el manejo del vellón de la fibra de alpaca, incluyendo procesos de esquila, envellonado y clasificación, son fundamentales para obtener fibras de alta calidad, las cuales pueden ser comercializadas a precios más competitivos en el mercado y justos.

Tabla 1: Clasificación de la fibra de alpaca por grupos de calidades

Grupos de calidades	Finura (μm)	Longitud (mm)	Humedad (% Max)	Solidos minerales (% Max)	Grasa (%Max)
Alpaca ultrafina	= ó < a 18 μ	65	8	6	4
Alpaca superfina	18.1 a 20 μ	65	8	6	4
Alpaca extrafina	20.1 a 23 μ	65	8	6	4
Alpaca fina	23.1 a 26.5 μ	70	8	6	4
Alpaca semifina	26.6 a 29 μ	70	8	6	4

Alpaca Semigruesa	29.1 a 31.5 μ	70	8	6	4
Alpaca gruesa	>de 31.5 μ	70	8	6	4
Alpaca corta	-	20 a 50	8	6	4
Alpaca MP	Es un grupo de alpaca constituida por fibras cortas, gruesas y deterioradas				

FUENTE: (NTP 231.301:2022)

2.2.8 Características textiles de la fibra de alpaca

La fibra de alpaca está compuesta por fibras tanto finas como gruesas, y presenta una conformación delgada originada en células completamente queratinizadas, derivadas de la porción epitelial del folículo piloso. Desde el punto de vista histológico, su estructura cuticular se organiza en dos capas diferenciadas: una capa cortical externa e interna, y la médula (Aruquipa, 2015).

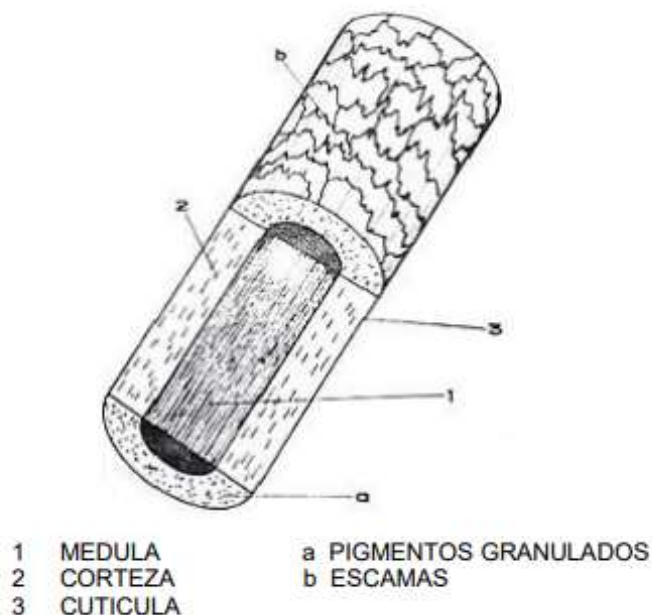


Figura 1: Estructura de la fibra

FUENTE: Aruquipa, (2015)

Las fibras de los camélidos sudamericanos presentan una superficie lisa, cuya estructura física influye directamente en el modo en que se entrelazan y se comportan durante los procesos de hilado y tejido. Además, contienen una menor proporción de impurezas en comparación con otras fibras animales, debido a que las fibras de alpaca son naturalmente más limpias y están menos expuestas a residuos y aceites, a diferencia de las lanas ovinas. Esta condición facilita su lavado y procesamiento. Asimismo, las fibras de alpaca se caracterizan por ser más delgadas y poseer una

elevada relación longitud-diámetro, lo que contribuye a su suavidad y comodidad en el uso. Estas diferencias se evidencian en la morfología de la fibra, el bajo contenido de impurezas, así como en su finura y ligereza (McGregor, 2018).

La fibra de alpaca posee una serie de propiedades distintivas que la convierten en un insumo altamente valorado en la industria textil. En primer lugar, es no inflamable, ya que no se combustiona a menos que esté en contacto directo con una fuente de fuego. Presenta buena elasticidad y resistencia, lo que permite compararla favorablemente con la lana y otras fibras animales. Su capacidad higroscópica es limitada, lo que implica una baja absorción de humedad ambiental (McGregor, 2018).

En cuanto a sus propiedades térmicas, la fibra contiene microburbujas de aire que actúan como aislantes: se contraen en ambientes cálidos para mantener fresca y se expanden en climas fríos para conservar el calor, permitiendo su uso en diversas condiciones climáticas. Además, tiene una baja tendencia al afieltramiento en comparación con otras fibras animales (McGregor, 2018).

La estructura de la fibra le confiere una suavidad notable al tacto, comparable con lanas de 3 a 4 micrones más finas. Visualmente, destaca por su excelente caída, brillo natural, apariencia y tacto, cualidades que se mantienen estables con el tiempo, especialmente en prendas como abrigos. Es antialérgica debido a la ausencia de lanolina, y ofrece una amplia gama cromática con más de 22 colores naturales, que incluyen tonalidades desde el negro, pasando por grises y marrones, hasta el blanco (McGregor, 2018).

a. Media diámetro de la fibra de alpaca.

El diámetro y la distribución de los diámetros de fibra en alpacas constituyen parámetros fundamentales para evaluar la calidad, el confort y la apariencia del producto textil final. En este contexto, tanto el diámetro individual como el diámetro medio de fibra se ajustan adecuadamente a una función de densidad Gamma (Apaza & Quispe, 2020)

La media del diámetro permite identificar el nivel de finura y el valor comercial de las fibras. El diámetro promedio de fibra, conocido como MFD por sus siglas en inglés (Mean Fiber Diameter), corresponde al grosor medio de una muestra de fibras, expresado en micrones (Castillo, 2008) Este indicador presenta un comportamiento particular: en ejemplares adultos, más del 5 % de las fibras superan los 30 μm , lo que implica que únicamente las fibras provenientes de alpacas menores

de tres años cumplen con los estándares de comodidad exigidos por los consumidores (Quispe et al., 2021)

Zarate (2012), define el DF como el grosor, calibre o finura relevante para su aplicación en la industria textil. Por su parte Encinas et al. (2007), destacan que el diámetro es una de las propiedades físicas prioritarias en la evaluación de calidad de fibra, y que su variabilidad responde a diversas funciones, siendo su cálculo esencial para obtener un valor promedio representativo. En ese sentido, (Vara, 2010) señala que este parámetro es el más significativo para determinar las características físicas del tejido final.

Según Norma Técnica Peruana (NTP) los métodos de ensayo para determinar el Diámetro medio de la fibra de alpaca son:

- Determinación de la finura por airflow: NTP 231.303.2004
- Determinación de finura por micro proyección: NTP 231.098.2005

b. Factor de confort.

El factor de confort es un parámetro que evalúa la suavidad y la sensación agradable que produce una fibra al entrar en contacto con la piel humana. En el caso de la fibra de alpaca, este factor se encuentra estrechamente relacionado con el diámetro de las fibras, por ende, mientras más fino sea, menor será la probabilidad de generar irritación o picazón. Asimismo, el factor de confort se expresa como el porcentaje de fibras con un diámetro inferior a 30 micras (μm); por lo tanto, un mayor valor de este indicador refleja una fibra de mejor calidad textil y mayor comodidad al uso (Larios et al., 2023).

c. Factor de picazón.

El factor de picazón es un indicador que mide el grado de incomodidad o irritación que una fibra puede causar al contacto con la piel. Este factor está directamente relacionado con la presencia de fibras gruesas, generalmente aquellas con un diámetro superior a 30 micras (μm), las cuales son las principales responsables de generar sensación de picor. En términos cuantitativos, el factor de picazón se expresa como el porcentaje de fibras que superan las 30 μm de diámetro; por ello, un valor elevado de este indicador refleja una menor calidad de suavidad y confort textil, mientras que un valor bajo indica una fibra más fina y agradable al tacto (Quintanilla & Nelson, 2020)

Existe una relación inversa entre el factor de confort y el factor de picazón de la fibra de alpaca. A medida que aumenta el número de fibras finas (menores de 30 μm), el factor de confort también se incrementa, lo que indica una fibra más suave y agradable al contacto con la piel. En cambio, cuando predomina una mayor proporción de fibras gruesas (mayores de 30 μm), se eleva el factor de picazón, disminuyendo así la sensación de confort. Por lo tanto, la evaluación conjunta de ambos indicadores permite determinar de manera más precisa la calidad textil y el grado de comodidad que ofrece la fibra de alpaca.

d. Factor al hilado.

El factor al hilado es un parámetro que permite evaluar la aptitud de una fibra para ser transformada en hilo. Este factor está determinado por la relación entre la longitud y el diámetro de la fibra, ya que de ello depende su capacidad para entrelazarse y formar un hilo resistente, uniforme y de buena calidad. En el caso de la fibra de alpaca, un mayor factor al hilado indica mejor capacidad de torsión y cohesión entre las fibras, lo que se traduce en un proceso de hilado más eficiente y en la obtención de hilos más finos, continuos y con mejores propiedades textiles.

e. Coeficiente de variación.

El coeficiente de variación (CV), expresado en porcentaje, permite evaluar la variabilidad del diámetro de la fibra pilosa en relación con su valor promedio. Este indicador se calcula dividiendo la desviación estándar del diámetro entre el promedio del mismo, y multiplicando el resultado por 100 (McGregor, 2018).

El CV refleja la heterogeneidad presente en el vellón, específicamente entre las fibras individuales. Según Quispe (2010), aproximadamente el 80 % de esta variabilidad corresponde a diferencias dentro de la mecha, mientras que el 20 % restante se atribuye a variaciones a lo largo de la misma. Un valor bajo de CV indica una mayor uniformidad en los diámetros de las fibras, lo que se traduce en una mejor calidad textil, ya que permite obtener hilos más homogéneos y resistentes durante el procesamiento (Manso, 2011).

f. Desviación Estándar.

La desviación estándar en la fibra de alpaca es un indicador estadístico que mide el grado de variabilidad del diámetro de las fibras dentro de una muestra. Este parámetro permite conocer cuán uniforme o heterogénea es la finura del vellón. Un valor bajo de desviación

estándar indica que las fibras presentan un diámetro más homogéneo, lo que se traduce en mayor calidad textil, suavidad y facilidad de hilado. En cambio, un valor alto de desviación estándar refleja una mayor diferencia en los grosores de las fibras, lo cual puede afectar la uniformidad, textura y confort del producto final. Por ello, la desviación estándar es un criterio importante para evaluar la calidad y consistencia de la fibra de alpaca (McGregor, 2018).

2.2.9 Alpaca de raza Huacaya

Las alpacas Huacaya se distinguen por poseer un vellón denso, esponjoso y de gran volumen, compuesto por fibras finas, suaves y rizadas. A nivel nacional, esta variedad representa aproximadamente el 85 % de la población de alpacas en Perú (Quispe et al., 2009). Es la raza más abundante y se caracteriza por una cobertura total de fibra en el cuerpo, incluyendo extremidades, frente y mejillas, formando en muchos casos un copete que puede cubrir los ojos (Aucancela, 2015).

La fibra de Huacaya está conformada por mechass compactas con rizos dispuestos perpendicularmente al cuerpo, lo que le confiere una apariencia voluminosa, además de suavidad y finura (Aruquipa, 2015). Los ejemplares de esta raza presentan contornos corporales armoniosos, y su vellón crece en dirección perpendicular al cuerpo, permitiendo observar rizos definidos que actúan como indicadores de finura. Se estima que el 90 % de las alpacas en Perú pertenecen a la raza Huacaya, la cual muestra una mayor resistencia a las condiciones climáticas extremas y a la altitud (Bonacic S., C, 2020)

En términos productivos, la densidad del vellón alcanza hasta 110 hebras por mm², y el peso de un vellón completo por esquila anual varía entre 7 y 11 libras (Aguirre et al., 2011).

2.2.10 Alpaca de raza Suri

Las alpacas de la raza Suri presentan un tamaño corporal menor en comparación con las Huacaya, y se distinguen por poseer un pelaje más suave, denso y con notable brillo. Esta variedad muestra cierta fragilidad estructural, lo que la hace más susceptible a enfermedades y a los efectos de cambios bruscos de temperatura en zonas de gran altitud. Por ello, se recomienda su crianza en regiones más cálidas y de menor altitud (Bonacic S., C, 2020).

La fibra de la alpaca Suri se caracteriza por mechass largas que caen lateralmente a lo largo del cuerpo del animal. En comparación con la Huacaya,

presenta una menor cantidad de células paracorticales en la cutícula, lo que dificulta su procesamiento industrial debido a la superficie recta y lisa de la fibra (Choque et al., 2021).

Esta variedad alcanza una densidad de hasta 170 hebras por mm² y una longitud de mecha que puede llegar a los 40 cm. El peso promedio de una alpaca adulta Suri oscila entre 75 y 85 kilogramos (Aguirre et al., 2011). Las fibras de esta raza son más separadas y lacias, con disposición en espiral o rulos, cubriendo lateralmente el cuerpo del animal y destacando por su suavidad y finura (Aruquipa, 2015).

2.2.11 Diferencias entre las razas Huacaya y Suri

Las alpacas se clasifican principalmente en dos razas:

- Huacaya: Representan aprox. El 90% de la Población de alpacas. Su fibra es esponjosa, con una estructura ondulada que proporciona volumen y calidez.
- Suri. Constituyen alrededor del 10% de la Población. Su fibra es dedosa, brillante y cae en mechones largos, ideal para tejidos y de alta gama.

2.2.12 Estructura de Medular

La tasa de medulación corresponde al porcentaje de fibras de alpaca que presentan médula en su estructura interna, característica considerada no deseable o incluso contaminante en el ámbito textil. Esta condición afecta negativamente la comodidad de las prendas y altera el comportamiento de las fibras durante el proceso de teñido, ya que las fibras meduladas tienden a reflejar una tonalidad más clara en comparación con las no meduladas. Esta variación cromática reduce la uniformidad y calidad del producto final, generando además costos adicionales en el procesamiento (Miranda, 2022)

Desde el punto de vista estructural, la fibra de alpaca está compuesta por compartimientos internos que desempeñan funciones específicas, cada uno de los cuales contribuye de manera significativa a las propiedades físicas y textiles de la fibra (Miranda, 2022)

- **La cutícula**

La capa externa de la fibra está constituida por células queratinizadas y muertas, organizadas en forma de escamas superpuestas. Esta estructura cuticular cumple una función esencial al conferir resistencia mecánica y actuar como

barrera protectora frente a agentes externos, preservando la integridad de la fibra (Miranda, 2022).

- **La corteza**

La capa media de la fibra, conocida como corteza o capa cortical, está formada por células vivas queratinizadas. Esta estructura es responsable de conferir resistencia mecánica y elasticidad a la fibra, permitiendo que se doble sin fracturarse con facilidad, lo cual es esencial para su comportamiento durante los procesos de hilado, tejido y uso textil (Miranda, 2022).

- **La médula**

La capa interna de la fibra, conocida como médula, está compuesta por espacios huecos que contienen aire. Esta estructura puede estar presente o ausente, y adoptar diversas formas según su estado. En general, las fibras finas tienden a carecer de médula, mientras que las fibras más gruesas suelen presentar médulas continuas o fragmentadas. La presencia, ausencia y morfología de la médula influyen directamente en propiedades clave de la fibra, como la suavidad, el aislamiento térmico y la capacidad de absorción de humedad. Las fibras sin médula se caracterizan por ser más ligeras y suaves, mientras que aquellas con médula ofrecen mayor capacidad térmica y de absorción (Aruquipa, 2015).

En el ámbito textil, todas las fibras meduladas son consideradas contaminantes en materiales como mohair, cachemira, alpaca, llama, vicuña y yak. Estas fibras meduladas, que incluyen pelos protectores y kemp, pueden ser eliminadas mediante procesos de depilación comercial. El contenido de fibras meduladas en estado crudo varía significativamente: cachemira china peinada entre 8 % y 15 %; vellones rapados de cachemira entre 50 % y 75 %; llama entre 30 % y 70 %; alpaca entre 5 % y 90 %; y camello dromedario alrededor del 40 % (McGregor, 2018).

En alpacas Huacaya de color blanco, se ha reportado una tasa de medulación total de 66.49 %. En cuanto a los tipos de médula, se registraron los siguientes porcentajes: fibras sin médula (33.51 %), médula poco continua (16.14 %), médula muy continua (20.38 %), médula continua larga (12.74 %) y médula continua (17.24 %) (Quispe et al., 2013).

2.2.13 Tipos de Medulación en la fibra de alpaca

- **Fibra fuertemente medulada (tipo kemp)**

En este tipo de fibra la presencia de la medula es notable, presentando un canal interno a lo largo de toda su longitud, que está relacionado con la rigidez afectando tanto la calidad como el confort de las prendas de vestir (Aruquipa, 2015).

- **Fibra con Medulación continua**

Son aquellas que presentan un canal medular en forma constante a lo largo de toda su longitud, lo que influye en forma negativa en el producto generando picazón (Quispe et al., 2013).

- **Fibra con Medulación discontinua**

Estas presentan segmentos de medula a lo largo de su longitud en forma interrumpida (Quispe et al., 2013).

- **Fibra con Medulación fragmentada:**

En estas fibras se presentan pequeños fragmentos de medula muy delgadas en pequeñas cantidades (Aruquipa, 2015).

- **Fibra amedulada o no meduladas**

Son aquellas que carecen de Medulación en su estructura. Esta característica es frecuente en alpacas de fibra fina, son altamente valoradas por la industria textil debido a que disminuye la sensación de picazón y favorece el proceso de teñido (Quispe et al., 2013).

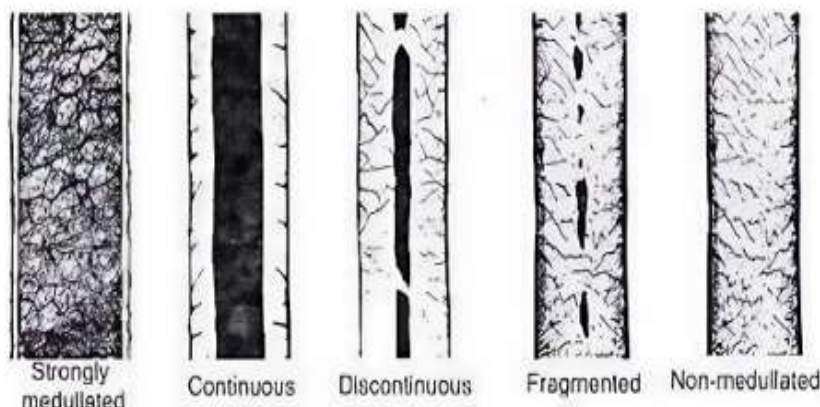


Figura 2: Clasificación de la fibra según el tipo de medula que poseen

FUENTE: Villarroel (1963) y pinares et al. (2018)

2.2.14 Equipos para determinar el porcentaje de Medulación

a. FIBER MED (Medulador electrónico de fibras de origen animal)

El FIBER MED es un dispositivo de análisis semi automatizado que incorpora tecnología basada en inteligencia artificial para procesar imágenes digitales y extraer parámetros morfométricos de fibras animales, tales como el diámetro medio, la clasificación por tipo y la proporción de fibras meduladas, especialmente en muestras de tonalidades blancas o claras. Esta información se expresa en porcentajes y es aplicable a especies productoras de fibra o lana como la alpaca, vicuña, llama, oveja, mohair, entre otra (Quispe & Quispe, 2020). Gracias a su diseño portátil, el equipo puede ser transportado con facilidad a zonas de esquila o utilizado en eventos ganaderos durante la evaluación de ejemplares, proporcionando resultados precisos y objetivos en pocos segundos. Entre los datos que genera se incluyen la tasa de medulación, el porcentaje de fibras sin médula, fibras con medulación intensa, continua, fragmentada o discontinua, lo que permite una caracterización detallada del vellón (Quispe, 2020)

b. FIBER EC V5

Se trata de un dispositivo electrónico especializado en la caracterización de fibras, desarrollado por la empresa peruana Fiberstech. Su diseño está orientado a la evaluación de la calidad de fibras provenientes de animales como la alpaca, oveja, cabra y conejo, utilizando tecnología basada en el análisis digital de imágenes (Quispe, 2020).

Características principales:

- **Mediciones precisas:** Determina el diámetro medio de la fibra (MDF), coeficiente de variación (CV MDF), desviación estándar (DEMDF), factor de picazón (FP), factor de confort (FC) y finura al hilado (FIHI).
- **Análisis completo:** Permite evaluar mechales de fibra, obteniendo perfiles detallados y reportando miles de datos por muestra.
- **Monitoreo ambiental:** Registra la temperatura y humedad ambiental durante el análisis.
- **Portabilidad.** Con un peso de 8 kg y dimensiones compactas, es adecuado para uso en campo y laboratorio.

- **Componentes integrados:** Incluye sistemas electrónicos, mecánicos, ópticas y software especializado para un análisis integral (Quispe, 2020).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de investigación

Fue de enfoque cuantitativo, el investigador emplea diseños metodológicos orientados a verificar la validez de las hipótesis planteadas en un contexto específico, así como a generar evidencia empírica que respalde los lineamientos teóricos y metodológicos del estudio, especialmente cuando se trata de investigaciones de tipo no experimental (Hernandez, 2006).

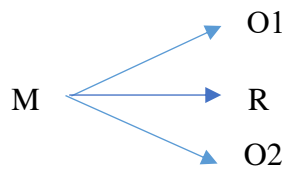
3.1.2 Nivel de investigación.

El nivel de investigación correlacional se emplea para determinar el grado de asociación existente entre dos o más variables. En este tipo de estudios, cada variable es medida de forma independiente, y posteriormente se procede a su cuantificación, análisis estadístico y establecimiento de relaciones, con el fin de identificar patrones de vinculación entre ellas. (Hernandez, 2006).

3.1.3 Diseño de investigación

El presente estudio adoptó un diseño no experimental porque que no se controlan ni manipulan las variables del estudio. Para desarrollar la investigación, los autores observan los fenómenos a estudiar en su ambiente natural, obteniendo los datos directamente para analizarlos posteriormente, y de tipo transversal el cual se caracteriza por la recolección de datos en un único momento o periodo específico, sin contemplar seguimiento temporal. Este tipo de diseño resulta pertinente cuando se pretende describir y examinar las relaciones entre variables dentro de una población determinada, como en el caso de la evaluación de las propiedades de la fibra y el porcentaje de medulación en alpacas de las razas Huacaya y Suri del distrito de Macusani-Carabaya. De acuerdo con Hernández (2006), el diseño de la investigación se aplica cuando se busca observar los fenómenos en su entorno natural, sin intervención ni manipulación de variables, permitiendo obtener información relevante

que responda directamente al problema de investigación. El esquema representativo de este diseño se estructura de la siguiente manera:



Donde:

M: Muestra de fibra de alpaca Huacaya y Suri

O₁: Características de fibra de alpaca

O₂: Porcentaje de Medulación

R: Coeficiente de correlación

3.2 POBLACIÓN

Según datos del IV Censo Nacional Agropecuario, la población de alpacas en el distrito de Macusani, ubicado en la provincia de Carabaya, asciende a un total de 81,000 ejemplares (DRA, 2019).

3.3 MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Técnica muestreo probabilístico

El cual no hubo intervención del investigador y la selección de datos fue aleatoriamente.

Muestreo estratificado. – Este tipo de muestreo divide la población en estratos para cada grupo y muestra de datos se tiene la misma probabilidad de selección.

Fórmula:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{E^2 N + Z^2 p q}$$

n = Muestra

N = Universo

E = Margen de error deseado

Z = nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

El tamaño de muestra que se obtiene para la investigación en la provincia de Carabaya.

$$N = 81000$$

$$E = 0.05$$

$$Z = 1.96$$

$$p = 0.9$$

$$q = 0.1$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 81000 \times 0.9 \times 0.1}{0.05^2 \times 81000 + 1.96^2 \times 0.9 \times 0.1} = 138.1$$

El tamaño de muestra determinada para el estudio de la investigación es de 138.1, por ende, se tomarán 138 cabezas de Población de alpacas.

Se eligió aleatoriamente del total de Población tanto para Suri y para Huacaya, de acuerdo a los objetivos de esta investigación una proporción equivalente, garantizando la representatividad por zona geográfica, edad y tipo racial (Huacaya y suri) como se muestra a continuación:

Tabla 2: Muestra estratificada por raza Suri y Huacaya

Raza	Muestra i
Suri	69
Huacaya	69
Total	138

Nota: muestra aleatoria para cada raza elegida por el investigador. i = Suri, Huacaya.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnica

Hernández (2006), las técnicas de investigación comprenden el conjunto de procedimientos concretos utilizados para la recolección, procesamiento y análisis de los datos requeridos, con el propósito de responder a las preguntas planteadas en el estudio o verificar las hipótesis formuladas.

Observación Experimental: Implica observar el comportamiento de los sujetos en condiciones controladas por el investigador con el fin de probar una hipótesis (Hernandez, 2006). En la presente investigación se aplicó la técnica de la observación experimental, se realizó la recolección de muestras de las fibras, para

luego determinar el porcentaje de la fibra y estructura medular y la característica de la fibra de alpacas Huacaya y Suri.

3.4.2 Instrumentos

Ficha de registro: Es la ficha donde todos los datos del experimento del proceso de recolección de las muestras con porcentaje de Medulación son registrados, considerando los parámetros establecidos, a su vez, se registraron los resultados obtenidos en el análisis de las muestras de fibra que han sido evaluadas con el equipo FIBER MED.

3.5 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS, PARA ANALIZAR LA MEDIA DE DIÁMETRO DE LA FIBRA DE ALPACAS

Tabla 3: *Materiales para la preparación de muestras de fibra de alpacas*

Materiales	Equipos	Reactivos
Porta muestras	(FIBER EC V5)	
Cubre objetos		Bencina
Bolsas de polietileno		Alcohol
Mandil de laboratorio		
Plumón indeleble		
Cinta adhesiva		
Bandeja		
Probeta		
Vagueta		
Vaso precipitado		
Papel toalla		
Rodillo		

3.5.1 Preparación de muestras de fibra de alpacas para analizar la finura

Las fibras de alpaca recolectadas en el distrito de Macusani fueron sometidas a análisis mediante el equipo FIBER EC V5. Para ello, se realizó inicialmente la recolección de muestras representativas de las razas Huacaya y Suri, las cuales fueron posteriormente lavadas con el objetivo de eliminar impurezas. Este procedimiento permitió evaluar la finura a través del diámetro medio de las fibras, como parte del análisis comparativo entre ambas variedades.

3.5.2 Reactivos

a. Alcohol y bencina.

Estos insumos son empleados para el uso del lavado de las fibras de alpaca con una relación de baño 10 ml de bencina y 70 ml de alcohol, tanto para la Raza Huacaya y para la Raza Suri. Para posteriormente observar en el equipo de FIBER EC V5, con el fin de mejorar la calidad óptica al observar las muestras bajo el microscopio. Sin embargo, las relaciones de baño fueron referenciadas del autor (Mamani, 2020), ya que aún no existen normas técnicas específicas que establezcan esta proporción, es por ello que la elección de estos reactivos se justifica por criterios experimentales y técnicos, considerando que ambos compuestos son eficaces para eliminar grasa, suciedad y residuos naturales del vellón, sin alterar la estructura física ni las características microscópicas de la fibra.

3.5.3 Equipos

a. FIBER EC V5.

Para garantizar la confiabilidad de las mediciones realizadas con este equipo, es indispensable efectuar previamente un proceso de preparación de la muestra, que incluye el corte y acondicionamiento de la fibra. Dicho procedimiento contempla la eliminación de impurezas, el secado adecuado del material, el corte uniforme de los fragmentos y la verificación de que las fibras estén desenredadas y homogéneas, lo cual permite obtener resultados precisos y reproducibles (Quispe et al., 2017)

3.6 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS, PARA LA EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE MEDULACIÓN

Tabla 4: *Materiales para el proceso Medulación*

Materiales	Equipos	Reactivos
Recolección de muestras con sus codificaciones	de FIBER MED	Aceite de inmersión
Papel toalla		
Microtomo		
Gilet		
Portaobjetos		
cubreobjetos		

3.6.1 Preparación de muestras de fibra de alpacas para evaluar el porcentaje de medulación

Las fibras de alpaca recolectadas en el distrito de Macusani fueron sometidas para la evaluación mediante el equipo FIBER MED. Para ello, se realizó inicialmente la recolección de muestras representativas de las razas Huacaya y Suri, las cuales fueron posteriormente lavadas con el objetivo de eliminar impurezas, y una vez lavadas fueron preparadas con cortes minuciosas de la fibra (polvo) en microtomo, para finalmente ser evaluadas en dicho equipo. Este procedimiento permitió evaluar el porcentaje de medulación de la fibra de ambas razas Huacaya y Suri.

3.6.2 Clasificación de fibra de alpaca según tipo de Medulación

Las muestras de fibra de alpaca recolectadas en el distrito de Macusani fueron evaluadas mediante el equipo FIBER MED, con el propósito de determinar el porcentaje de medulación y realizar la clasificación según los tipos presentes. El análisis permitió identificar diversas categorías morfológicas de médula: fibras no meduladas, fibras con médula fragmentada, médula discontinua, médula continua y médula fuertemente desarrollada.

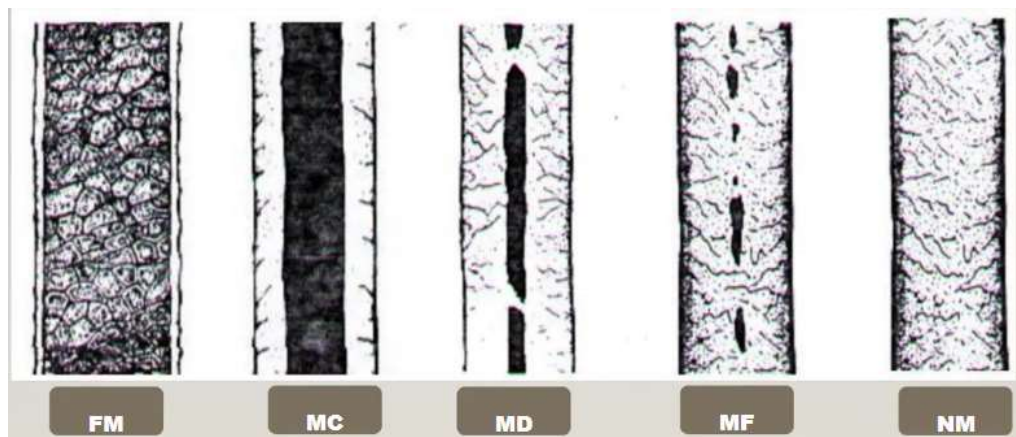


Figura 3: Tipos de Medulación

3.6.3 Equipos

a. Medulómetro FIBER MED.

El FIBER MED, caracterizado como un medulador electrónico portátil para fibras de origen animal, permite realizar evaluaciones precisas sobre el porcentaje de medulación, sus diferentes tipologías y el diámetro de fibras de tonalidades claras o blancas. Este instrumento es aplicable a diversas especies productoras de fibra o lana, tales como alpaca, vicuña, llama, oveja, mohair y cashmere. Su funcionamiento se basa en tecnología avanzada de inteligencia artificial, la cual interpreta imágenes digitales para generar datos cuantitativos sobre las características morfológicas de las fibras analizadas (Quispe & Quispe, 2020)

3.7 PROCEDIMIENTO PARA ANALIZAR EL DIAMETRO DE FIBRA DE ALPACA

3.7.1. Recolección de muestras

La obtención de muestras de fibra de alpaca en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, se llevó a cabo mediante la extracción desde la región del costillar medio del animal, seleccionada por ser una zona amplia, homogénea y representativa. Esta elección permitió recolectar muestras consistentes y comparables. Las fibras fueron almacenadas en bolsas herméticas debidamente codificadas, identificadas con los números de arete correspondientes a cada ejemplar.

3.7.2 Proceso de lavado de muestras

Para el proceso de lavado se sacó las impurezas, donde las muestras codificadas se colocó en una bandeja que contenga un 70ml de alcohol y 10 ml de bencina para luego proceder con el secado de las muestras lavadas en el papel toalla con ayuda de un rodillo. Para luego analizar en el equipo de FIBER EC V5 con el objetivo de observar la finura de media de diámetro de la fibra de alpaca Huacaya y Suri.

Secuencia fotográfica y su diagrama de flujo para el análisis de la fibra de alpaca

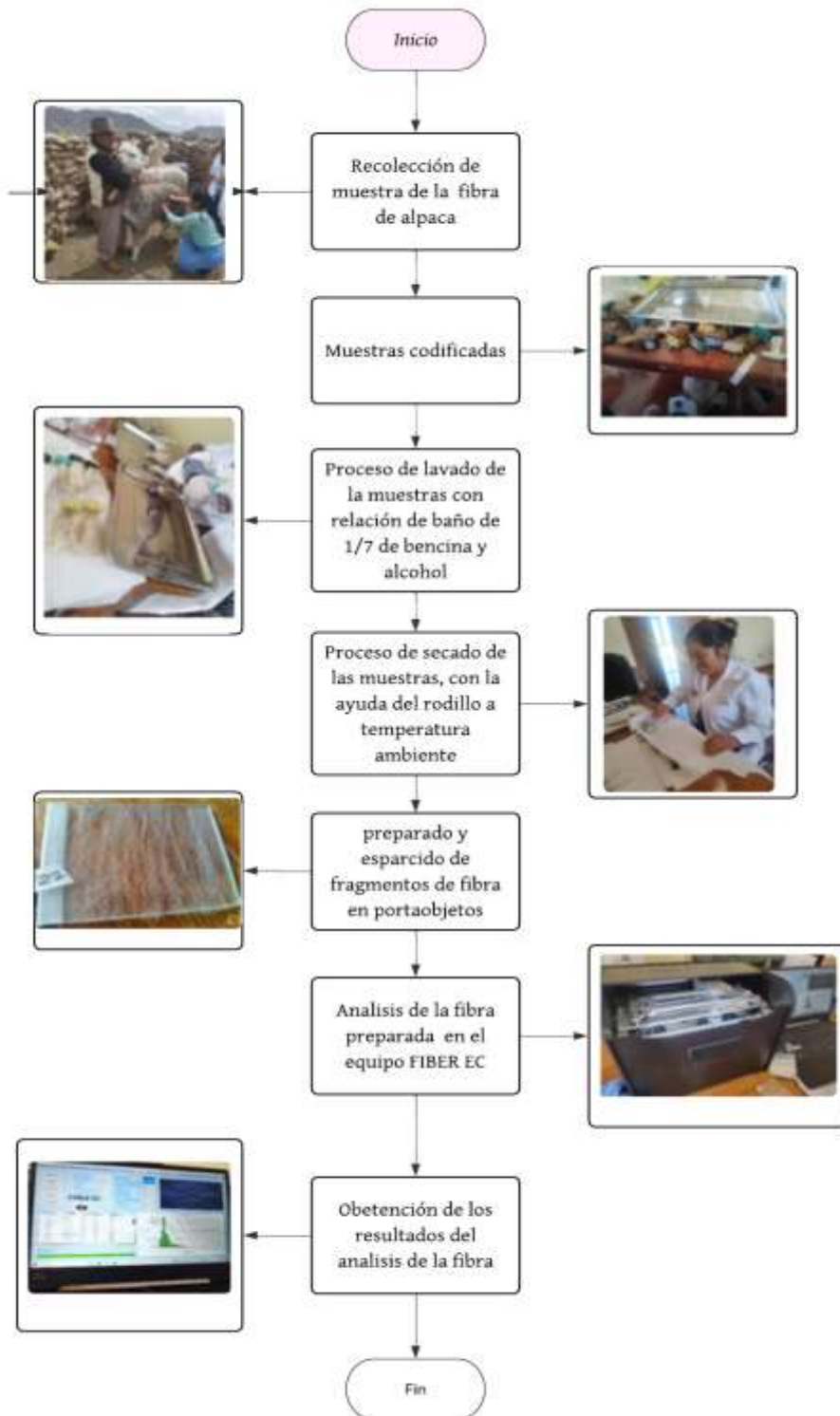


Figura 4: Secuencia fotográfica y su diagrama de flujo para el análisis de la fibra de alpaca

3.8 PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR EL PORCENTAJE DE MEDULACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA

3.8.1 Toma de muestras

Se realiza la recolección de muestras con sus codificaciones, se dio a proceder el lavado de las muestras con alcohol y bencina, posteriormente se realizó el proceso de secado en papel toalla con la ayuda de un rodillo.

3.8.2 Corte de fragmentos

Los cortes de los fragmentos son realizados con la ayuda del microtomo, con la ayuda de gilet se hizo el corte de 0.5 mm de muestras codificadas.

3.8.3 Preparación de muestras

Las muestras fueron acondicionadas sobre portaobjetos previamente limpiados, utilizando fragmentos de fibra seleccionados. Se aplicó una gota de aceite de inmersión para facilitar la dispersión uniforme de las fibras, y posteriormente se colocó cuidadosamente una lámina de cubreobjetos, procurando evitar la formación de burbujas que pudieran interferir en la observación microscópica.

3.8.4 Análisis del porcentaje de Medulación

Se procesaron un total de 138 muestras de fibra de alpaca, cada una debidamente identificada mediante su respectiva codificación. A partir de estas muestras se obtuvieron datos sobre el diámetro medio de fibra (MDF), el porcentaje de medulación y la clasificación según los tipos de médula presentes. Además, las imágenes correspondientes al análisis de medulación fueron proyectadas en una computadora portátil para su visualización y registro.

Tabla 5: Caracterización del tipo de Medulación

PORCENTAJE DE MEDULACIÓN (%)	TIPO DE MEDULACIÓN
89.57	Fuertemente medulada
77.81	Discontinua
39.24	Fragmentada
65.32	Discontinua
62.90	Continua
58.90	No medulada

Nota: Basado en IWTO-8:2011 sobre microscopía de fibras animales

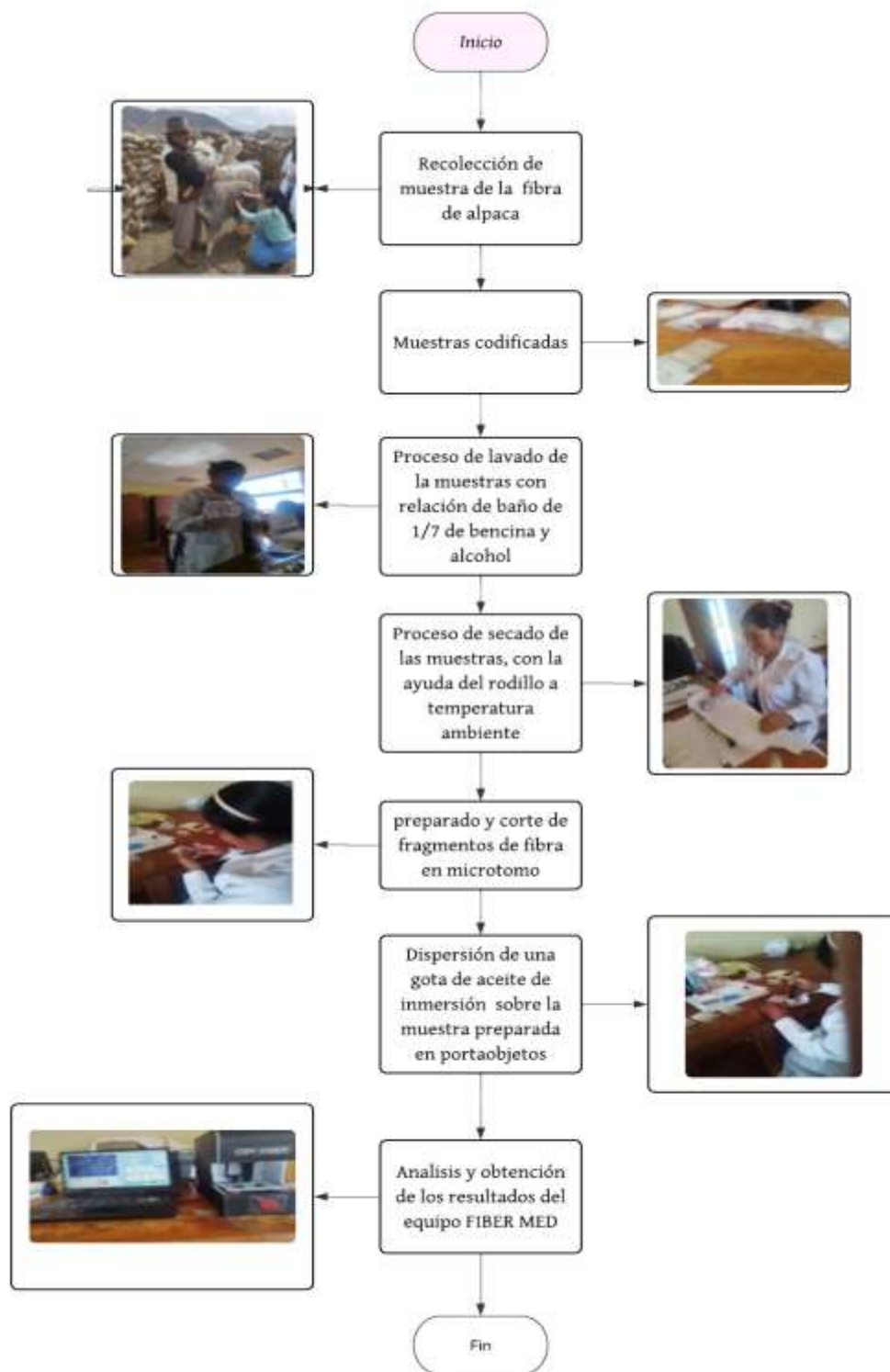


Figura 5: Secuencia fotográfica y diagrama de flujo del proceso para la evaluación del porcentaje de medulación

3.8.5 Análisis Estadístico

En el análisis de las fibras de alpaca se obtuvieron diversos parámetros morfométricos y ambientales relevantes. Entre los indicadores técnicos destacan el DMF, el coeficiente de variación del diámetro CVDMF, la desviación estándar del diámetro DEDMF, el factor de picazón FP, el factor de confort FC y la finura de hilado (FIH). Asimismo, se registró el porcentaje de fibras con diámetro inferior a 15 μm ($\% < 15\mu\text{m}$), lo cual es clave para evaluar la suavidad y calidad textil. En cuanto a las condiciones ambientales durante la recolección y análisis, se consideraron la temperatura ambiente ($T^{\circ}\text{A}^{\circ}$) y la humedad relativa ($H^{\circ}\text{A}^{\circ}$), factores que pueden influir en la estabilidad de las mediciones. Respecto a la medulación, se obtuvieron datos específicos sobre el diámetro medio de las fibras, la clasificación según los tipos de médula presentes y la tasa de medulación, particularmente en muestras de color blanco, lo que permite una caracterización más precisa de la calidad de la fibra.

A continuación, describimos el Modelo Factorial Lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \alpha\delta_{il} + \beta\gamma_{jk} + \beta\delta_{jl} + \gamma\delta_{kl} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \alpha\beta\delta_{ijl} + \alpha\gamma\delta_{ikl} + \beta\gamma\delta_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = una Observación

μ = media de la Población

α_i = efecto de la i - ésima factor color ($i = \text{B: Blanco.}$)

β_j = efecto de la j - ésima factor raza ($j = \text{S: Suri o H: Huacaya}$)

γ_k = efecto de la k - ésima factor edad ($k = \text{Dientes de Leche: DL; Dos Dientes: 2D; Cuatro Dientes: 4D o Boca Llena: BL}$)

δ_l = efecto de la l - ésima factor sexo ($l = \text{Hembra: H o M: Macho}$)

Factor de estudio:

- Color de la fibra (Blanco)
- Raza de alpaca (Suri y Huacaya)
- Grupo etario (Dientes de leche, Dos dientes, Cuatro dientes y Boca llena)
- Sexo (Hembra y Macho)

- **VARIABLES DE RESPUESTA:**
- Las variables aquí mostradas permiten la descripción las características de la calidad de fibra de alpaca.
- **FINURA DE LA FIBRA DE ALPACA**
- Diámetro medio de Fibra (DMF) en μm .
- Desviación estándar (SD)
- Coeficiente de Variación (CV)
- Factor Confort (FC)
- Finura de Hilado (FH)
- Factor Picazón (FP)
- Contenido de fibra menor de 15 μm de diámetro

3.8.6 Modelo estadístico: Modelo factorial lineal

Es un tipo de modelo estadístico que se utiliza para analizar la influencia de varios factores en una variable de respuesta. Este modelo se utiliza para estudiar el efecto de tres Factores: alfa, beta y gamma, y todas sus interacciones posibles en la variable de respuesta Y.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + [\alpha\beta]_{ij} + [\alpha\gamma]_{ik} + [\alpha\delta]_{il} + [\beta\gamma]_{jk} + [\beta\delta]_{jl} + [\gamma\delta]_{kl} + [\alpha\beta\gamma]_{ijk} + [\alpha\beta\delta]_{ijl} + [\alpha\gamma\delta]_{ikl} + [\beta\gamma\delta]_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Entonces:

μ representa la media general en el experimento

α_i muestra en efecto del factor A en el i-esimo nivel

β_j indica el efecto de factor B en el j-esimo nivel

γ_k es el efecto del factor C en el nivel k-esimo

$[\alpha\beta]_{ij}$ es el efecto de la interacción en la combinación de ij

$[\alpha\gamma]_{ik}$ es el impacto de la interacción en la combinación ik

$[\alpha\delta]_{il}$ es el efecto de la interacción en la combinación de il

$[\beta\gamma]_{jk}$ es el efecto de la interacción en la combinación de jk

$[\beta\delta]_{jl}$ es el impacto de la interacción en la combinación de jl

$[\gamma\delta]_{kl}$ es el impacto de la interacción en la combinación de kl

$[\alpha\beta\gamma]_{ijk}$ es el impacto de la interacción en la combinación ijk

$[\alpha\beta\delta]_{ijl}$ es el impacto de la interacción en la combinación ijl

$[\alpha\gamma\delta]_{ikl}$ es el impacto de la interacción en la combinación ikl

$[\beta\gamma\delta]_{jkl}$ es el impacto de la interacción en la combinación jkl

ϵ_{ijkl} es el error aleatorio que se supone sigue una distribución normal con $\mu=0$ y varianza $\sigma^2 = \text{constante}$, además son independientes entre sí (Lopez 2021).

3.9 MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los datos se empleó el software SPSS versión 26, aplicando métodos estadísticos descriptivos e inferenciales que permitieron cumplir con los objetivos específicos planteados y caracterizar las variables de calidad de fibra, así como evaluar sus relaciones con factores biológicos y ambientales.

Para el análisis del diámetro medio de la fibra en alpacas de las razas Huacaya y Suri, pertenecientes al distrito de Macusani-Carabaya, se empleó un modelo estadístico de tipo factorial lineal, específicamente un ANOVA de un solo factor. En este enfoque, se consideró únicamente la variable raza como factor independiente, sin incorporar otras variables como color, edad o sexo, ni evaluar posibles interacciones. Esta prueba permitió identificar si existían diferencias estadísticamente significativas en el diámetro medio de la fibra entre ambas razas.

Del mismo modo, para el análisis del porcentaje de medulación en las fibras de alpaca Huacaya y Suri, se aplicó nuevamente el ANOVA de un solo factor, centrando el estudio exclusivamente en la variable raza. Este procedimiento estadístico permitió determinar si existían diferencias significativas en la proporción de fibras meduladas entre ambas razas, sin incluir otros factores ni explorar efectos combinados.

Adicionalmente, se aplicaron los siguientes métodos estadísticos:

Estadística descriptiva: Se empleó para sintetizar las variables de respuesta mediante indicadores de tendencia central (como la media), medidas de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación) y parámetros de distribución (valores mínimos, máximos y frecuencias). Esta estrategia permitió caracterizar la finura y el grado de medulación de la fibra de alpaca en función de los factores raza, edad, sexo y color.

Análisis de correlación de Pearson: Se aplicó esta técnica para analizar el grado de asociación lineal entre variables cuantitativas, tales como el diámetro medio de la fibra

(DMF), el factor de confort (FC), el porcentaje de medulación, la temperatura ambiente (T°A°) y la humedad relativa (H°A°). Este análisis fue congruente con el enfoque correlacional del estudio, permitiendo identificar vínculos estadísticamente significativos entre variables técnicas y condiciones ambientales.

Modelo factorial lineal (ANOVA factorial): Se utilizó con el propósito de evaluar el efecto individual y combinado de los factores raza (Huacaya/Suri), edad (dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes, boca llena), sexo (macho/hembra) y color (blanco) sobre las variables que definen la calidad de la fibra. Este modelo permitió detectar interacciones significativas entre los factores considerados y establecer patrones diferenciados según los grupos evaluados.

El requisito fundamental para analizar si efectivamente existe dependencia o no entre los grupos y variables de estudio, lo que significa que cada una debe ser autónoma respecto a las demás, y finalmente, los grupos tienen que cumplir con la homogeneidad.

Suma de cuadrados Total:

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Donde:

k: Número de grupos.

n_i: El número de observaciones en el grupo i.

x_(ij): Es la observación j-ésima en el grupo i.

\bar{x} : Es la media total de todos los datos.

Pruebas de significancia ($p \leq 0.05$): Se aplicaron para validar los resultados obtenidos en los modelos de análisis de varianza y correlación, determinando si las diferencias observadas entre grupos fueron estadísticamente significativas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE DIÁMETRO DE LA FIBRA EN ALPACAS HUACAYA Y SURI DEL DISTRITO DE MACUSANI, CARABAYA – 2023

Tabla 6: *Diámetro de las fibras de alpaca de la raza Suri y Huacaya*

Factor	Suri				Huacaya			
	n	Media (µm)	Mín	Máx	n	Media (µm)	Mín	Máx
MDF	69	22.86	17.05	28.82	69	20.84	16.20	27.24
DS	69	6.33	2.68	9.00	69	4.50	3.15	5.95
VAR	69	41.31	7.17	80.90	69	20.67	9.89	35.35
CVM	69	27.74	10.19	36.09	69	21.65	16.82	28.22

Nota: MDF: Diámetro Medio de las Fibras (µm); DS: Desviación Estándar promedio; MIN: mínimo valor de finura según parámetro; MAX: máximo valor de finura según parámetro; VAR: Varianza promedio de finura (µm²); CVM: Coeficiente de variación de la muestra (%).

La Tabla 6 presenta los resultados del análisis comparativo del diámetro medio de las fibras (DMF) en alpacas de las razas Suri y Huacaya, con una muestra de 69 ejemplares por grupo. En el caso de la raza Suri, se registró un DMF promedio de 22.86 µm, con valores que oscilaron entre 17.05 µm y 28.82 µm. Por otro lado, la raza Huacaya mostró un diámetro medio inferior, de 20.84 µm, con un rango de variación entre 16.20 µm y 27.24 µm, lo que evidencia que sus fibras son, en promedio, más finas que las de la raza Suri. Respecto a la dispersión de los datos, la desviación estándar (DS) fue de 6.33 µm para la raza Suri, mientras que en Huacaya se observó un valor menor de 4.50 µm, lo cual indica una mayor homogeneidad en el grosor de sus fibras. Esta tendencia se reafirma al analizar la varianza (VAR), que alcanzó 41.31 µm² en Suri y 20.67 µm² en Huacaya, reflejando una menor variabilidad en esta última. Asimismo, el coeficiente de variación muestral (CVM), que expresa la variabilidad relativa en términos porcentuales, fue de 27.74% en Suri y de 21.65% en Huacaya. Este menor coeficiente en la raza Huacaya confirma su mayor uniformidad en la finura de las fibras, lo que la posiciona como una alternativa favorable

para aplicaciones en la industria textil, donde se valoran las propiedades de suavidad y regularidad.

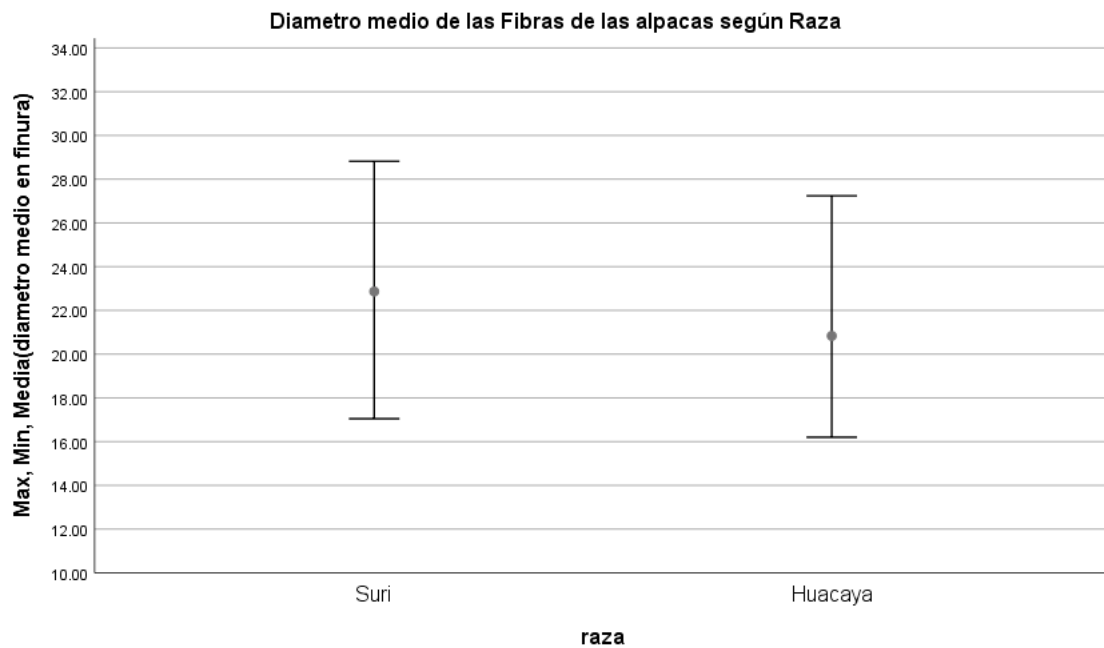


Figura 6: Medias Marginales estimadas de la Alpacas según la Raza

Como se observa en la figura 6, que la especie Suri en alpacas muestra una media mayor de Diámetro, con respecto a la especie Huacaya, que presentan fibra de mejor calidad es decir una menor media de diámetro.

Tabla 7: Diámetro de las fibras en función del sexo

Factor	Macho				Hembra			
	n	Media (µm)	Mín	Máx	n	Media (µm)	Mín	Máx
MDF	61	21.03	16.20	27.24	77	22.50	16.64	28.82
DS	61	4.64	3.15	7.29	77	6.03	2.68	9.00
VAR	61	22.13	9.89	53.05	77	38.01	7.17	80.90
CVM	61	22.14	16.82	34.58	77	26.72	10.19	36.09

Nota: MDF: Diámetro Medio de las Fibras (µm); DS: Desviación Estándar promedio; MIN: mínimo valor de finura según parámetro; MAX: máximo valor de finura según parámetro; VAR: Varianza promedio de finura (µm²); CVM: Coeficiente de variación de la muestra (%).

La tabla 7, presenta los resultados del Análisis de la media de Diámetro de las Fibras (MDF) de Alpacas diferenciadas por sexo. Donde se observa que, en los machos, el diámetro medio de las fibras fue de 21.03 µm, con valores que oscilaron entre un mínimo

de 16.20 μm y un máximo de 27.24 μm . Por otro lado, en las hembras, el diámetro medio fue mayor, alcanzando 22.50 μm , con un rango de 16.64 μm a 28.82 μm . Este resultado indica que, en promedio que las fibras de los machos son más finas respecto de las hembras. En lo que concierne a la Desviación Estándar (DS), los machos registraron un valor promedio de 4.64 μm , mientras que las hembras presentaron una desviación estándar mayor, de 6.03 μm . Esta diferencia sugiere que la fibra de los machos no solo es más fina, sino también más homogénea en su distribución de grosores. En relación a la Varianza (VAR), los machos obtuvieron una varianza promedio de 22.13 μm^2 , mientras que en las hembras fue notablemente mayor, alcanzando 38.01 μm^2 . Esta diferencia refuerza la idea de que las fibras en las hembras muestran mayor heterogeneidad.

El Coeficiente de Variación de la Muestra (CVM) fue de 22.14% en los machos y de 26.72% en las hembras. Esto indica que la variabilidad relativa del diámetro de la fibra es menor en los machos, confirmando su mayor uniformidad respecto a las hembras. Podemos entonces afirmar que los machos producen fibras más finas en comparación de las hembras, analizando todos los parámetros anteriormente mostrados, esto debería ser un factor relevante para considerar la fibra de los machos en la producción textil.

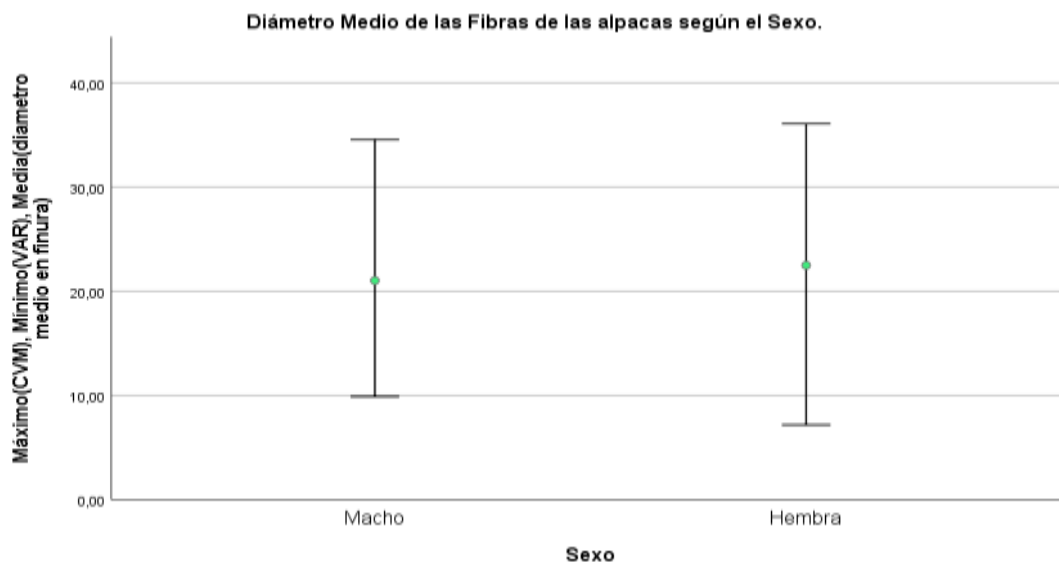


Figura 7: Medias Marginales estimadas según género de Alpaca

Se tiene en la figura 7, representado los puntos medios de color verde, (puntos/líneas) representan las Medias Marginales Estimadas para cada género, en este caso se tiene que el Diámetro Medio de las Fibras (μm) tienen mayor longitud en las Hembras que en los machos.

Tabla 8: Diámetro de las Fibras de las alpacas según la Edad

Factor	DL		2D		4D		BLL	
	n	Media	n	Media	n	Media	n	Media
MDF	3	18.61	8	22.62	28	23.16	99	21.52
DS	3	5.70	8	6.77	28	6.29	99	5.05
VAR	3	34.35	8	46.64	28	40.63	99	26.90
CVM	3	30.43	8	29.95	28	27.18	99	23.40

Nota: MDF: Diámetro Medio de las Fibras (μm); DS: Desviación Estándar promedio; VAR: Varianza promedio de finura (μm^2); CVM: Coeficiente de variación de la muestra (%).

La Tabla 8 muestra la variación del diámetro medio de fibra (DMF) en alpacas clasificadas de acuerdo a los dientes. Los animales más jóvenes, pertenecientes al grupo de dientes de leche (DL), presentaron las fibras más finas, con un promedio de 18.61 μm . A medida que aumenta la edad, se observa un incremento gradual en el grosor de la fibra: 22.62 μm en el grupo de dos dientes (2D), 23.16 μm en el de cuatro dientes (4D), y una ligera disminución hasta 21.52 μm en el grupo de boca llena (BLL). Estos resultados reflejan una tendencia general al engrosamiento de la fibra con la edad, aunque en la etapa de boca llena (BLL) se evidencia una leve reducción respecto al grupo anterior (4D). En cuanto a la dispersión de los datos, la desviación estándar (DS) fue más alta en los grupos 2D (6.77 μm) y 4D (6.29 μm), mientras que el grupo BLL presentó menor variabilidad (5.05 μm), lo cual indica una mayor uniformidad del diámetro de fibra en las alpacas adultas. De manera similar, la varianza (VAR) alcanzó valores de 46.64 μm^2 en el grupo 2D y 40.63 μm^2 en el 4D, reduciéndose a 26.90 μm^2 en el grupo BLL, lo que evidencia una disminución en la variabilidad total conforme el animal alcanza la madurez. Por otro lado, el coeficiente de variación muestral (CVM) fue más elevado en el grupo DL (30.43%), seguido de 2D (29.95%) y 4D (27.18%), siendo menor en el grupo BLL (23.40%). Esta reducción progresiva en la variabilidad relativa sugiere que, a medida que el ejemplar completa su desarrollo fisiológico, la finura de la fibra se estabiliza y se torna más homogénea.

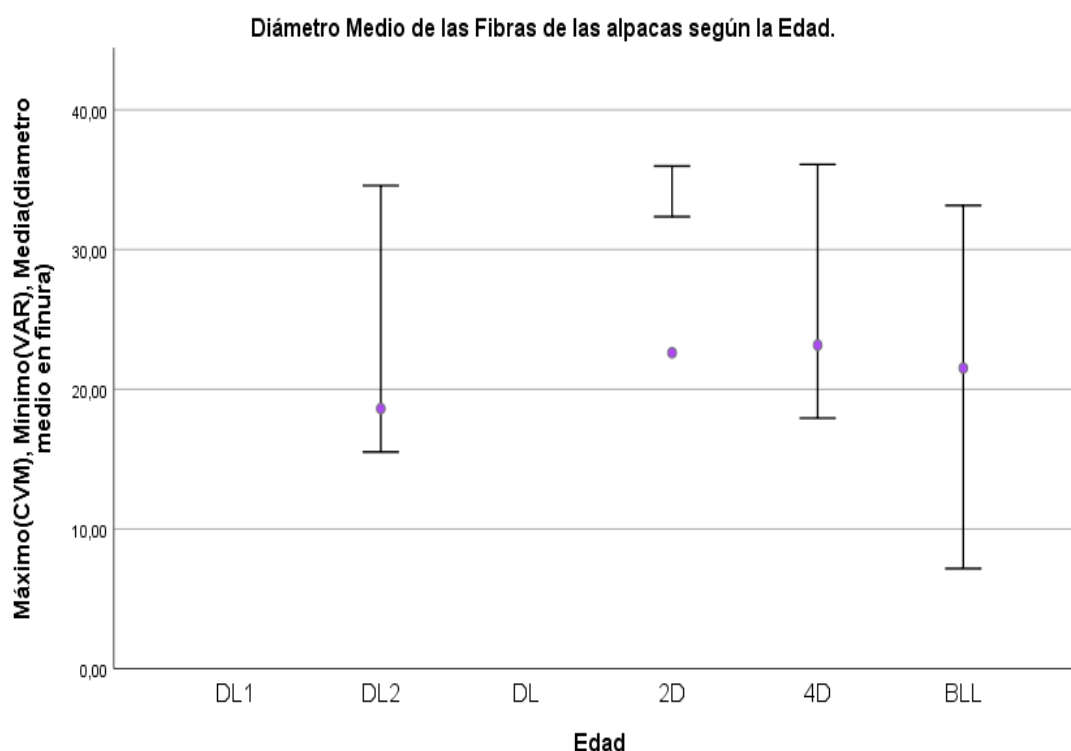


Figura 8: Medias Marginales estimadas según la Edad de la Alpaca

En la figura 8, observamos que las alpacas de edad BLL, tienen un mayor diámetro medio de Fibra de alpaca con respecto a las otras edades, seguidamente las alpacas con edad de DL también cuentan con un alto Diámetro Medio de Fibra de alpaca, también se observa que las alpacas de edad de 4D tienen una regular Media de DF de Alpaca y por último se observa que la edad de 2D, está muy lejano a la media de los otros grupos Etereos.

Tabla 9: Diámetro de las Fibras de las Alpacas según su Color.

Factor	B			
Variable	n	Media (µm)	Mín	Máx
MDF_F	138	21,85	16,20	28,82
DS	138	5,42	2,68	9,00
VAR	138	30,99	7,17	80,90
CVM	138	24,70	10,19	36,09

Nota: MDF: Diámetro Medio de las Fibras (µm); DS: Desviación Estándar promedio; VAR: Varianza promedio de finura (µm²); CVM: Coeficiente de variación de la muestra (%); B: Blanco.

La Tabla 9 expone los resultados del análisis del diámetro medio de las fibras (DMF) en alpacas agrupadas según el color, correspondiente exclusivamente al grupo Blanco (B), compuesto por 138 muestras evaluadas. El DMF registrado fue de 21.85 µm, con un rango

que oscila entre 16.20 μm como mínimo y 28.82 μm como máximo, lo que indica que las fibras de este grupo presentan una finura moderada.

En cuanto a la dispersión de los datos, la desviación estándar (DS) alcanzó un valor promedio de 5.42 μm , evidenciando una variabilidad intermedia en el grosor de las fibras. La varianza (VAR), que representa la variabilidad total, fue de 30.99 μm^2 , lo que confirma la presencia de cierta heterogeneidad en la finura. Por su parte, el coeficiente de variación muestral (CVM), que expresa la dispersión relativa en porcentaje, fue de 24.70%, valor considerado aceptable para fines de procesamiento textil.

Dado que el estudio se centró únicamente en ejemplares de color blanco, no es posible establecer comparaciones cromáticas ni preferencias por tonalidades específicas. Por lo tanto, los valores obtenidos pueden considerarse representativos de los parámetros generales de la muestra total analizada.

4.1.1 Factor Confort de la fibra de alpaca

Tabla 10: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según la raza

Factor	Tipo	n	Media (%)	DS	Min	Max
raza	Suri	69	87.95	7.25	63.43	100.00
	Huacaya	69	93.59	6.67	67.24	99.94

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del confort; MAX: máximo valor del confort.

En la tabla 10, se presenta el factor confort (%) según la raza de las alpacas. Donde En el caso de la raza Suri, el factor confort promedio fue de 87.95%, con un rango que varió entre un mínimo de 63.43% y un máximo de 100.00%, y una desviación estándar de 7.25%. Esto indica que, en promedio, las fibras de alpacas Suri tienen un alto porcentaje de fibras confortables, aunque presentan una dispersión moderada en sus resultados. Por otro lado, la raza Huacaya mostró un factor confort promedio superior, alcanzando el 93.59%, con un rango de 67.24% a 99.94% y una desviación estándar ligeramente menor (6.67%). Esto sugiere que las fibras de alpacas Huacaya no solo tienen mayor confort en promedio, sino también una mayor homogeneidad en esta característica en comparación con las fibras Suri. La raza Huacaya ofrecería menor sensación de incomodidad y picazón con la piel, lo cual sería un atributo óptimo para su uso en la producción textil de alto valor en el mercado.

Tabla 11: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según el Sexo

		n	Media (%)	DS	Min	Max
Sexo	Macho	61	93.05	6.88	67.24	99.94
	Hembra	77	88.96	7.51	63.43	100.00

Nota: DS: Desviación estándar; MIN: valor mínimo registrado en el factor de confort; MAX: valor máximo observado en el factor de confort.

La Tabla 11 presenta los valores del FC (%) en fibras de alpaca, diferenciados según el sexo de los ejemplares. En el grupo de machos, se obtuvo un promedio de confort de 93.05%, con un rango que varió entre 67.24% y 99.94%, y una desviación estándar de 6.88%. Estos resultados evidencian que las fibras provenientes de machos poseen un alto nivel de confort, acompañado de una dispersión moderada en los datos. En contraste, las hembras registraron un promedio de confort ligeramente inferior, de 88.96%, con valores mínimos y máximos de 63.43% y 100.00%, respectivamente, y una desviación estándar de 7.51%, superior a la observada en los machos. Esto indica que las fibras de las hembras presentan una mayor variabilidad en cuanto a la percepción de confort, además de un nivel promedio algo más bajo. En conjunto, estos hallazgos sugieren que las fibras de alpaca macho, al mostrar mayor confort, podrían generar menor sensación de picazón y mayor suavidad al contacto con la piel, lo que las convierte en una opción favorable para su uso en productos textiles de alto valor comercial.

Tabla 12: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según la Edad

		n	Media (%)	DS	Mín	Máx
Edad		-	-	-	-	-
	DL	3	94.13	4.43	89.38	98.14
	2D	8	87.22	6.43	74.59	95.65
	4D	28	87.39	7.10	70.49	98.13
	BLL	99	91.91	7.44	63.43	100.00

Nota: DS: Desviación estándar; MIN: valor mínimo registrado en el factor de confort; MAX: valor máximo observado en el factor de confort; DL: Dientes de leche; 2D: dos dientes de leche; 4D: cuatro dientes; BLL: Boca llena

La Tabla 12 presenta los valores del FC (%) en fibras de alpaca, agrupadas según la etapa de dentición. En el grupo DL (dientes de leche), conformado por 3 muestras, se registró el promedio más alto de confort, alcanzando 94.13%, con una desviación estándar de 4.43% y un rango que varió entre 89.38% y 98.14%. Este grupo

representa a los ejemplares más jóvenes y evidencia fibras particularmente finas y agradables al tacto. En el grupo 2D (dos dientes de leche), compuesto por 8 muestras, el promedio de confort disminuyó a 87.22%, acompañado de una desviación estándar de 6.43%, lo que indica una mayor dispersión y una reducción en el nivel de confort respecto al grupo DL. De manera similar, el grupo 4D (cuatro dientes), con 28 muestras, presentó un promedio de confort de 87.39%, con una dispersión ligeramente superior (DS = 7.10%). El grupo más numeroso, BL (boca llena), integrado por 99 muestras, mostró un promedio de confort de 91.91%, con un rango más amplio (mínimo de 63.43% y máximo de 100.00%) y una desviación estándar de 7.44%. Estos resultados sugieren que, aunque las alpacas adultas presentan en general un buen nivel de confort, existe una mayor variabilidad entre los individuos en esta etapa. En conjunto, se observa que las fibras de los ejemplares más jóvenes (DL) presentan los niveles más altos de confort, mientras que las alpacas adultas del grupo BL, si bien exhiben una mayor dispersión, podrían ser más representativas para la producción textil, dado su desarrollo folicular completo y su selección para procesos de esquila.

Tabla 13: Factor Confort (%) de las fibras de Alpaca según el Color

		n	Media (%)	DS	Mín	Máx
Color	B	138	90.77	7.50	63.43	100.00

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del confort; MAX: máximo valor del confort; B: Blanco.

La Tabla 13 presenta los valores correspondientes al FC (%) en fibras de alpaca clasificadas según el color, considerando exclusivamente el grupo Blanco (B). Este grupo estuvo conformado por 138 muestras, en las cuales se obtuvo un promedio de confort de 90.77%, con un rango que varió entre 63.43% como valor mínimo y 100.00% como máximo. La desviación estándar fue de 7.50%, lo que evidencia una dispersión moderada entre los datos registrados. Estos resultados indican que las fibras de alpacas de color blanco presentan, en términos generales, un elevado porcentaje de fibras confortables, lo cual constituye una propiedad favorable para su aplicación en la industria textil, especialmente en productos orientados a la suavidad, el contacto agradable con la piel y la calidad premium.

4.1.2 Factor Picazón de la fibra de alpaca

Tabla 14: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según la raza

		n	Media (%)	DS	Mín	Máx
raza	Suri	69	12.06	7.25	0.00	36.58
	Huacaya	69	6.42	6.67	0.07	32.77

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor picazón; MAX: máximo valor del factor picazón.

La Tabla 14 presenta los resultados del análisis del factor picazón (%) en fibras de alpaca, diferenciadas según la raza, en ejemplares del distrito de Macusani. La raza Suri mostró un promedio de picazón de 12.06%, con valores que oscilaron entre 0.00% y 36.58%, y una desviación estándar de 7.25%. Estos datos indican que las fibras de los ejemplares Suri presentan un nivel moderado de picazón, acompañado de una dispersión considerable en la distribución de los valores. En contraste, la raza Huacaya registró un promedio de picazón significativamente menor, de 6.42%, con un rango que varió entre 0.07% y 32.77%, y una desviación estándar de 6.67%. Esta menor amplitud y dispersión sugiere que las fibras Huacaya ofrecen mayor uniformidad y menor incomodidad al contacto con la piel, lo que se traduce en una sensación más suave y confortable. En conjunto, estos resultados evidencian que las fibras de la raza Huacaya presentan mejores propiedades en términos de confort y menor picazón en comparación con la raza Suri. Por lo tanto, podrían considerarse más adecuadas para la producción textil de alto valor, especialmente en aplicaciones que demandan suavidad y calidad en el acabado final.

Tabla15: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según el Sexo

		n	Media (%)	DS	Mín	Máx
Sexo	Macho	61	6.96	6.88	0.07	32.77
	Hembra	77	11.05	7.51	0.00	36.58

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor picazón; MAX: máximo valor del factor picazón.

La tabla 15 presenta los valores del Factor Picazón en las Fibras de Alpaca según el sexo de ellas. Donde, el factor picazón promedio de los machos fue de 6.96%,

con una desviación estándar de 6.88%, y un rango de valores que va desde un mínimo de 0.07% hasta un máximo de 32.77%. Estos resultados reflejan que, en general, las fibras provenientes de machos presentan bajos niveles de fibras irritantes, con cierta dispersión entre individuos. Por otro lado, el factor picazón promedio de las Hembras fue mayor, alcanzando 11.05%, con una desviación estándar de 7.51% y un rango de 0.00% a 36.58%. Esto indica que las fibras de hembras tienden a presentar un porcentaje ligeramente más elevado de fibras que podrían causar picazón, además de una mayor variabilidad en comparación con los machos. Podríamos decir que la fibra de los machos tendría menor picazón el cual es favorable, para adoptarlo en la industria textil.

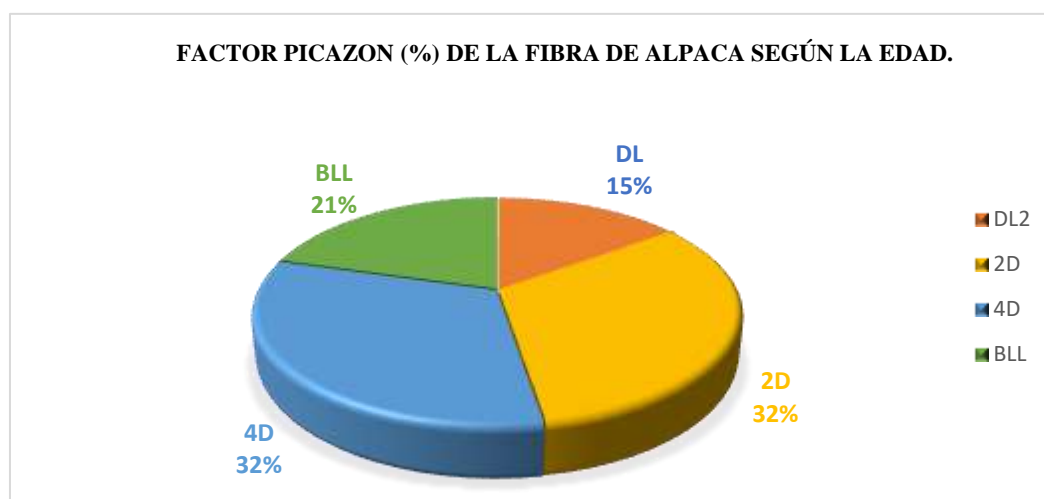


Figura 9: Grafica de Pastel porcentual (%) para la Fibra de Alpaca según la edad

En la figura 9, se observa que la edad de 4D cuatro dientes, tiene mayor nivel de picazón con un 32% solo igualado con el grupo etario 2D, que también cuenta con el mismo porcentaje, además BLL, cuenta con un 21% de picazón en la fibra seguido de DL(DL2) que cuenta con un 15% siendo el menor grupo etario que cuenta con picazón en la fibra de Alpaca.

Tabla 16: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según la Edad

	n	Media (%)	DS	Mín	Máx
Edad	-	-	-	-	-
DL	3	5.88	4.43	1.87	10.63
2D	8	12.79	6.43	4.36	25.42
4D	28	12.62	7.10	1.88	29.52

BLL	99	8.10	7.44	0.00	36.58
-----	----	------	------	------	-------

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor picazón; MAX: máximo valor del factor picazón; DL: Dientes de Leche; 2D: Dos dientes de Leche; 4D: Cuatro Dientes; BLL: Boca Llena.

La tabla 16 presenta los resultados del Factor Picazón de las fibras de alpaca clasificadas según el estado dentario como indicador de edad. En la categoría DL (dientes de leche), con 3 muestras, se registró un factor picazón promedio de 5.88%, con una desviación estándar de 4.43%, y valores que oscilaron entre 1.87% y 10.63%. Esto sugiere que, en ejemplares más jóvenes, el porcentaje de fibras irritantes es relativamente bajo. En el grupo 2D (dos dientes de leche), el promedio de picazón aumentó a 12.79%, con una desviación estándar de 6.43%, y valores que variaron entre 4.36% y 25.42%. Esto indica una mayor presencia de fibras que pueden causar incomodidad en comparación con DL. Similarmente, en 4D el factor picazón promedio fue de 12.62%, con una dispersión de 7.10%, y valores entre 1.88% y 29.52%, mostrando también un porcentaje relativamente alto de fibras potencialmente irritantes. Finalmente, el grupo BL (boca llena), que representa a las alpacas adultas y es el más numeroso, presentó un factor picazón promedio de 8.10%, con una desviación estándar de 7.44%, y valores que fueron desde 0.00% hasta 36.58%. Esto sugiere que, en general, las alpacas adultas tienden a tener un porcentaje moderadamente bajo de fibras irritantes, aunque con una mayor variabilidad.

Tabla 17: Factor Picazón (%) de la fibra de alpaca según el Color

	n	Media (%)	DS	Mín	Máy
B	138	9.24	7.50	0.00	36.58
Color					

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor picazón; MAX: máximo valor del factor picazón, B: Blanco.

En la tabla 17, se muestra los resultados para el factor picazón (%) según el color de las alpacas. Donde, para el grupo de Blanco (B), el factor picazón promedio fue de 9.24%, con una desviación estándar de 7.50%. Los valores oscilaron entre un mínimo de 0.00% y un máximo de 36.58%, mostrando una variabilidad moderada entre los individuos. Estos resultados indican que, en general, las fibras de alpacas de color Blanco presentan un porcentaje bajo a moderado de fibras que podrían causar picazón, lo cual es una característica favorable para la producción de textiles de mayor

confort. el análisis solo se limita a los resultados obtenidos en el grupo de color Blanco (B).

4.1.3 Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μm en Alpacas

Tabla 18: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μm , según la raza de las alpacas del Distrito de Macusani

Factor	Suri					Huacaya				
	n	prom	DS	Mín	Máx	n	prom	DS	Mín	Máx
Factor Hilado	69	23.74	2.73	18.96	30.96	69	20.40	2.49	15.56	26.41
Contenido<15 μm	69	10.43	8.85	0.00	40.65	69	12.93	12.82	0.22	46.72

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor según Tipo; MAX: máximo valor del factor según Tipo.

En la tabla 18, se muestra el factor de hilado y contenido en porcentaje de fibra con diámetro menor de 15 μm , distribuidos según el factor raza de las alpacas de Macusani. Donde, respecto al factor hilado, la raza Suri tiene un promedio de 23.74 μm con una desviación estándar de 2.73, alcanzando valores entre 18.96 y 30.96. para la raza Huacaya el valor promedio es de 20.40 μm con desviación estándar de 2.49 y valores mínimo y máximo de 15.56 y 26.41 respectivamente. Estos valores indicarían que tendría mayor factor de hilado, lo que sugiere que su fibra presenta mejores características para la elaboración de hilados finos, aunque también puede ser ligeramente más gruesa en promedio. Por otro lado, para el contenido de fibra (%) menor de 15 μm , La raza Suri mostró un contenido promedio de 10.43%, con una alta variabilidad (DS = 8.85%), y valores que oscilan desde 0.00% hasta 40.65%. La raza Huacaya presentó un promedio superior de 12.93%, también con alta dispersión (DS = 12.82%), y un rango de 0.22% a 46.72%. Esto indica que, en promedio, las fibras de la raza Huacaya tienen una mayor proporción de fibras ultrafinas (menores de 15 μm), lo cual es un atributo deseable para productos textiles de alta calidad y mayor suavidad.

Tabla 19: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μm , según el Sexo de las alpacas del Distrito de Macusan.

Factor	Macho	Hembra
--------	-------	--------

Variable	n	prom	DS	Mín	Máx	n	prom	DS	Mín	Máx
Factor Hilado	61	20.69	2.51	15.56	26.41	77	23.17	3.09	16.86	30.96
Contenido<15µm	61	12.22	12.72	0.22	46.72	77	11.25	9.59	0.00	44.49

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor según Tipo; MAX: máximo valor del factor según Tipo.

La tabla 19 analiza el Factor Hilado y el contenido de fibras menores de 15 µm diferenciando por el sexo de las alpacas. Donde, respecto al factor hilado los machos presentaron un promedio de 20.69%, con una desviación estándar de 2.51%, con valores que oscilaron entre 15.56% y 26.41% y las hembras mostraron un promedio superior de 23.17%, con una desviación estándar de 3.09%, y un rango de 16.86% a 30.96%. Esto indica que las fibras de hembras tienen mejores características para el hilado, ya que presentan un mayor porcentaje en el factor hilado en comparación con los machos. Por otro lado, con respecto al contenido de fibra (%) menor a 15 µm, en los machos, el contenido promedio fue de 12.22%, con una considerable variabilidad (DS = 12.72%), variando entre 0.22% y 46.72% y en las hembras, el promedio fue ligeramente menor (11.25%), con una desviación estándar de 9.59%, y valores que fluctuaron entre 0.00% y 44.49%. Estos resultados indican que, aunque los machos tienen un contenido promedio ligeramente mayor de fibras ultrafinas, ambos sexos muestran una alta dispersión en este parámetro, sugiriendo bastante variabilidad individual.

Tabla 20: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 µm, según la Edad de las alpacas del Distrito de Macusani

Factor	DL2			2D			4D			BL		
	n	pro m	DS	n	Pro m	DS	n	pro m	DS	n	pro m	DS
Factor Hilado	3	19,9 5	3,13	8	24,0 0	2,67	2 8	23,9 1	2,7 2	9 9	21,4 6	2,98
Contenido<15 µm	3	25,8 3	12,1 8	8	13,8 7	10,0 3	2 8	9,43	9,5 5	9 9	11,7 1	11,2 9

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor según Tipo; MAX: máximo valor del factor según Tipo; prom: promedio de la variable según el tipo; DL: Dientes de Leche; 2D: Dos dientes de Leche; 4D: Cuatro Dientes; BLL: Boca Llena.

La tabla 20 presenta los valores promedio del Factor Hilado y el contenido de fibras menores de 15 µm en alpacas según su edad dentaria. Donde, con respecto al factor hilado, las alpacas con dentición inicial de dos dientes (DL) presentaron un promedio de 19,95µm con desviación estándar de DS = 3,13; las alpacas con dos

dientes (2D) alcanzaron el mayor promedio de 24 μm con desviación estándar de $DS = 2,67$. Las alpacas con cuatro dientes (4D) registraron un promedio muy cercano, de 23,91 con desviación estándar de $DS = 2,72$. Las alpacas de boca llena (BL) presentaron un promedio inferior de 21,46 con desviación estándar de $DS = 2,98$. Estos resultados indican que los animales más jóvenes (2D y 4D) tienen un mayor factor hilado, reflejando una mejor aptitud para la producción de hilos de calidad. Por otro lado, con respecto al contenido de fibra (%) menor de 15 μm las alpacas con dentición inicial de dos dientes (DL2) exhibieron el mayor contenido promedio de 25,83% con desviación estándar de $DS = 12,18\%$, resaltando su alta proporción de fibras ultrafinas, en las alpacas de dos dientes (2D), el contenido bajó a 13,87% ($DS = 10,03\%$), en alpacas de cuatro dientes (4D) fue aún menor, 9,43% ($DS = 9,55\%$) y en las alpacas de bocas llena (BL) se observó un contenido promedio de 11,71% ($DS = 11,29\%$). Estos datos revelan que las alpacas más jóvenes (DL2) presentan la mayor proporción de fibras ultrafinas (<15 μm), disminuyendo a medida que el animal envejece.

Tabla 21: Factor Hilado y contenido de fibra (%) menor de 15 μm , según el Color de las alpacas del Distrito de Macusani.

Variable	Factor	n	prom	B		
				DS	Mín	Máx
Factor Hilado		138	22.07	3.10	15.56	30.96
Contenido<15 μm		138	11.68	11.05	0.00	46.72

Nota: DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor del factor según Tipo; MAX: máximo valor del factor según Tipo; prom: promedio de la variable según el tipo, B: Blanco.

La tabla 21 muestra los valores del Factor Hilado y del contenido de fibras menores de 15 μm en alpacas clasificadas por color. Donde, con respecto al factor hilado, las alpacas de color Blanco (B), obtuvieron un promedio de 22,07% con una desviación estándar de 3,10%. Registrando un valor mínimo de 15,56% y el máximo alcanzó 30,96%. En cuanto al contenido de fibra (%) menor de 15 μm , se reportó un promedio de 11,68% con una desviación estándar de 11,05%, con valores que oscilaron entre un mínimo de 0,00% y un máximo de 46,72%. Se podría decir que, las alpacas de color Blanco (B) muestran un factor hilado promedio adecuado para la producción textil. No se pueden hacer comparaciones más directas, por lo anterior mencionado.

4.2 EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE MEDULACIÓN DE LAS FIBRAS EN ALPACAS HUACAYA Y SURI

4.2.1 Porcentaje de Medulación

Tabla 22: Porcentaje de Medulación en fibra de Alpaca Suri y Huacaya

Factor	Variable	n	Promedio (%) ± EE	DS	MIN	MAX
Raza	Huacaya	69	55.46 ± 0.98	20.18	12.48	97.47
	Suri	69	61.92 ± 0.96	24.65	6.08	98.05
Promedio			58.69 ± 0.97	22.415	9.28	97.76
Total		138				

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación; EE: Error Estándar; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor de porcentaje de Medulación; MAX: máximo valor de porcentaje de Medulación.

En la tabla 22, nos muestra los promedios del porcentaje de Medulación obtenidos con el equipo electrónico Modulómetro FIBER MED, para los grupos de razas Huacaya y Suri. Donde la raza Suri presenta mayor porcentaje de Medulación promedio (61.92%), esto podría ser indicativo de mala calidad en las fibras así como picazón, no confort lo que podría repercutir en la fabricación textil de prendas, mientras que la raza Huacaya tiene un menor promedio de Medulación (55.46%), lo que significa que podría tener mejores características físicas de calidad al elaborar prendas de vestir, y esto es reforzado por la desviación estándar de sus datos de 20.18 presentando menor dispersión en su distribución respecto de las fibras de raza Suri, podemos observar también datos extremos y de desviación estándar más fuerte en la raza Suri. En conclusión, se podría inferir una presencia de mayor calidad en las fibras de raza Huacaya, aunque esto requerirá de más pruebas de análisis.

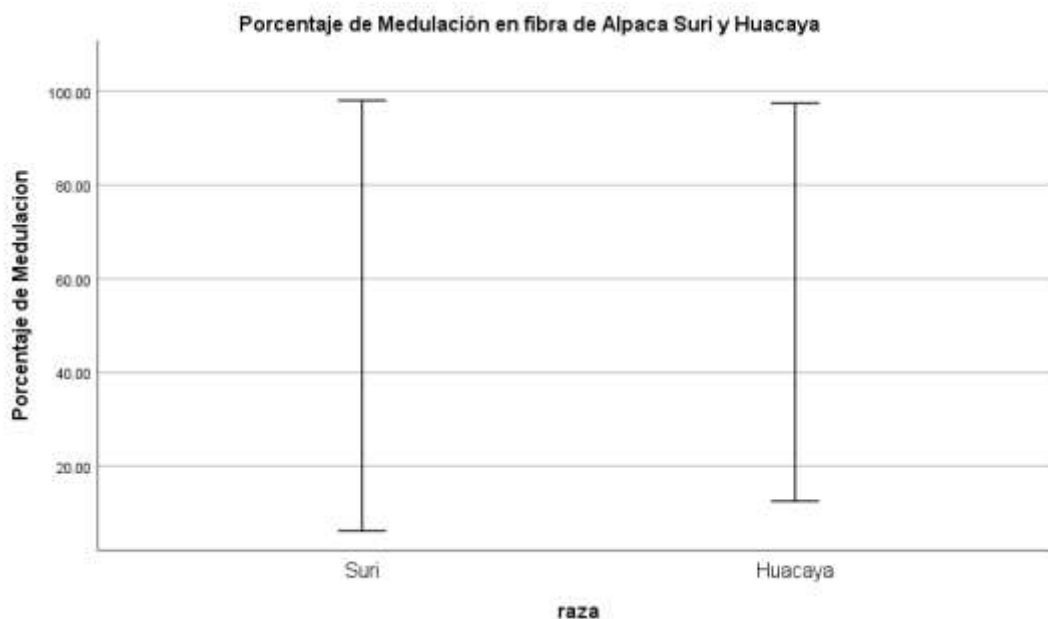


Figura 10: Porcentaje de Medulación según raza de las Alpacas.

Tabla 23: Porcentaje de Medulación de la fibra en alpacas según la Edad

Factor	Variable	n	Promedio (%) ± EE	DS	MIN	MAX
Edad		-	-	-	-	-
	DL	3	56.58 ± 0.91	24.65	6.08	98.05
	2D	8	52.09 ± 0.94	27.18	20.84	91.72
	4D	28	64.30 ± 0.94	23.55	29.64	98.05
	BL	99	56.58 ± 0.91	21.77	6.08	97.08
Promedio			57.39 ± 0.93	24.2875	15.66	96.225
Total		138				

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación; EE: Error Estándar; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor de porcentaje de Medulación; MAX: máximo valor de porcentaje de Medulación.

En la tabla 23, se muestra los promedios del porcentaje de Medulación según la edad para la muestra de alpacas de del Distrito de Macusani. Donde el mayor porcentaje de Medulación en fibra lo tiene los ejemplares de edad de cuatro dientes (4D), esto puede deberse a que por su avanzada edad ya la fibra empieza a dañarse, lo interesante es que en menor porcentaje promedio de Medulación lo tiene las alpacas con una edad de boca llena (BLL), con el 56.58 talvez, pudiera ser que los ganaderos de la zona escogen a los ejemplares mejor cuidados y los separan para que ellas no dañen su fibra, esto también sucede en los ejemplares de dientes de leche (DL) con el mismo porcentaje en Medulación de 56.58 pero con mayor desviación estándar de

24.65 lo que nos dice que los ejemplares en esta edad tienen mayor heterogeneidad con respecto a los de cuatro dientes (4D), la menor Medulación en la fibra se encontró en los ejemplares de dos dientes (2D), con un porcentaje promedio de Medulación de 52.09 pero con la mayor desviación estándar de 27.18 esto nos dice que de que a pesar de que la Medulación sea baja en promedio de todos los ejemplares de dos dientes, existen algunos que pueden tener Medulación elevada como Medulación baja, es decir hay heterogeneidad en su distribución. En conclusión, aparentemente los de 2 dientes tendrían menor medualacion y serian ideales para su uso en fabricación de prendas textiles, sin embargo, al presentar una alta tasa de variación de datos, se podría tomar como una opción más segura a los ejemplares de boca llena (BL), al tener menor variación de sus datos y existencia de datos con poco Medulación incluso de 6.08% en promedio de Medulación.

Tabla 24: Porcentaje de Medulación en fibra de alpaca según el Sexo

Factor	Variable	n	Promedio (%) ± EE	DS	MIN	MAX
Sexo	Macho	61	55.49 ± 0.98	21.51	12.48	97.47
	Hembra	77	61.22 ± 0.96	23.39	6.08	98.04
Promedio			58.36 ± 0.97	22.45	9.28	97.755
Total		138				

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación; EE: Error Estándar; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor de porcentaje de Medulación; MAX: máximo valor de porcentaje de Medulación.

En la tabla 24, se muestra el promedio del porcentaje de Medulación según el sexo en las alpacas del grupo de muestra en la Distrito de Macusani. Donde el mayor porcentaje promedio en Medulación lo tienen las Alpacas Hembras con un 61.22% de Medulación, además de la mayor desviación estándar de 23.39, esto nos dice de que las hembras tendría la fibra menos cuidadas, o pueda ser también debido a su alimentación o factores que puedan influir en la mayor proporción de Medulación en sus fibras para las Hembras, a pesar de que existe picos mínimos en presencia de porcentaje de Medulación como es el 6.08 en promedio para algunos ejemplares, esto no es tan confiable para poder considerar su uso en la industria textil. Por otro lado, los Machos presentan una menor Medulación en su fibra con un 55.49% de Medulación y presenta una desviación estándar menor lo que representa una menor heterogeneidad en sus datos. En conclusión, los machos podrían ser una opción

favorable al realizar una elección para su uso en la producción textil de prendas, al tener un menor porcentaje de tasa de Medulación, esto nos daría mayor calidad al finalizar la producción.

4.2.2 Tipos de Medulación (fragmentada, discontinua, continua, fuertemente meduladas)

Tabla 25: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según la Raza

Variables	Huacaya				Suri			
	%	DS	Min	Max	%	DS	Min	Max
No Meduladas	44.54	20.18	2.53	87.52	38.07	24.65	1.95	93.92
Meduladas Fragmentadas	20.63	7.42	8.08	49.17	19.04	8.36	3.11	42.69
Meduladas Discontinuas	17.35	10.83	1.67	43.04	16.51	9.93	1.01	39.51
Meduladas Continuas	16.72	10.54	2.23	52.68	24.67	16.37	1.62	63.96
Fuertemente Meduladas	17.35	0.41	0	2.81	16.51	1.05	0	5.57

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación según los tipos; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor de porcentaje de Medulación; MAX: máximo valor de porcentaje de Medulación.

En la tabla 25, se muestra el promedio de porcentaje de fibras meduladas por tipo y no meduladas según la raza. Donde, podemos observar un mayor porcentaje promedio de fibras no meduladas en la raza Huacaya de 44.54%, mientras que en la raza Suri el 38.07% promedio presenta fibras no meduladas, parece ser que hay un porcentaje regular para el promedio de fibras no meduladas en ambas razas. Por otro lado, tenemos que en los tipos de Medulación para la raza Huacaya tenemos mayor presencia de fibras meduladas fragmentadas con un 20.63%, mientras que en la raza Suri el mayor porcentaje se refleja en las fibras meduladas continuas con un 24.67%, también se puede ver que en la raza Huacaya las fibras con Medulación discontinuas tienen el mismo porcentaje que las fuertemente meduladas de 17.35%, mientras que en la raza Suri los porcentajes similares promedios también son para las meduladas y fuertemente meduladas con porcentaje de 16.51% , se puede observar, del mismo modo que el la raza Huacaya las meduladas discontinuas representan el 16.72%, mientras que en la raza Suri las meduladas fragmentadas representan el 19.04%. La desviación estándar para en la raza Suri para las fibras no meduladas es 24.65 lo que nos dice que podría ser que algunos valores tengan más del promedio en fibras no meduladas, como en algunas muestras que tendrían menor cantidad de fibras no

meduladas. En conclusión, podría decirse que las fibras de alpaca de la raza Huacaya podría ser una mejor elección para optar por el uso en producción de fibras textiles.

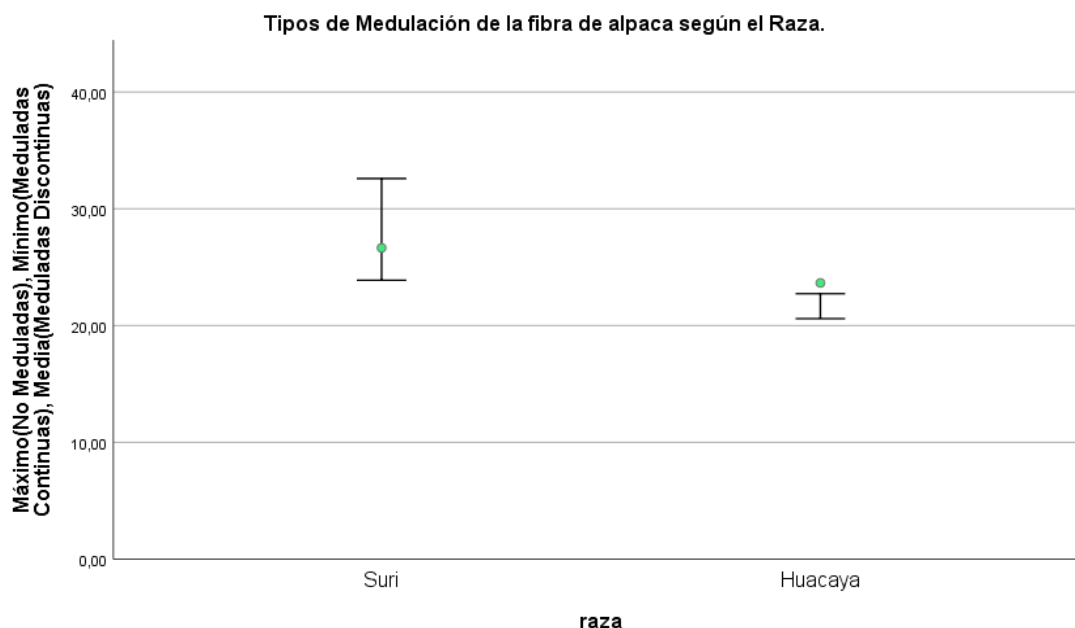


Figura 11: Medias Marginales estimadas para la Medulación de las Alpacas según la Raza.

En la figura 11, se asume que la media de Medulación de la Fibra de Alpaca, es mayor y más dispersa en la especie Suri, esto nos indica que la fibra de alpaca de la especie Suri, tiene mayor medulación que la especie Huacaya, asimismo en la especie Huacaya se observa que las medias marginales tienen menor dispersión y una media más alejada y de menor micra con respecto a la media general, lo cual es positivo pues la especie Huacaya presenta menor medulación que Suri.

Tabla 26: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según la Edad

Variables	DL		2D		4D		BLL	
	%	DS	%	DS	%	DS	%	DS
No Meduladas	43.42	35.52	47.91	27.18	35.69	23.55	42.29	21.77
Meduladas	24.64	21.61	14.12	5.56	18.32	6.75	20.58	7.66
Fragmentadas	17.23	15.97	13.26	9.91	17.11	10.31	17.17	10.37
Meduladas Discontinuas	14.41	15.19	23.05	17.29	27.25	16.17	18.85	13.04
Meduladas Continuas	-	-	0.65	0.86	0.66	0.97	0.29	0.79
Fuertemente Meduladas	-	-	0.65	0.86	0.66	0.97	0.29	0.79

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación según los tipos; DS: Desviación Estándar; DL: dientes de leche; 2D: Dos dientes de Leche; 4D: Cuatro Dientes; BLL: Boca Llena.

En la tabla 26, se aprecia los tipos de Medulación de la fibra de alpaca según la edad. Donde se puede observar en mayor porcentaje de fibras no meduladas en alpacas con dos dientes (2D) con 47.91%, seguido por las alpacas con edad de dientes de leche (DL) presentando un 43.42% de fibras no meduladas, un 42.29% de fibras no meduladas para la edad en boca llena de alpacas y finalmente un 35.69% de fibras no meduladas para la edad de cuatro dientes; todo esto nos dice que hay un porcentaje significativo que presentan fibras no meduladas en las diferentes edades de las alpacas del distrito de Macusani. Por otro lado en los tipos de fibras meduladas; podemos observar que interticion dentaria inicial (DL2) de dos dientes presenta un 24.64% para las medulas fragmentadas, para la edad de dos dientes (2D) el mayor porcentaje de fibras meduladas se encuentra en las continuas con 23.05, mientras que para la edad de cuatro dientes (4D), el mayor porcentaje se encuentra en meduladas continuas de 27.25%, finalmente para la edad de boca llena (BLL) el mayor porcentaje se puede encontrar en fibras de Medulación fragmentadas con un 20.58%.

Asimismo, también se observa porcentajes menores para el resto de tipos de Medulación encontrados como es el caso para la edad de dientes de leche (DL) con un porcentaje de 17.23% para Medulación discontinua de las fibras, el 14.12% de Medulación fragmentada para la edad de alpacas de dos dientes (2D), un 18.32% de Medulación fragmentada para las fibras de alpacas en edad de cuatro dientes (4D) y un 18.85% de medulas continuas para la edad de fibras en la edad de Boca Llena (BLL). En conclusión, se puede observar porcentajes nada despreciables para fibras no meduladas para todas las edades de alpacas, en los tipos de Medulación de fibra el mayor porcentaje se encuentra en medulas continuas para la edad de cuatro dientes (4D), en el campo de Medulación fuerte no se puede observar cifras significativas, al parecer la edad para dos dientes (2D), sería una buena elección para adoptar las fibras de estos ejemplares para la producción textil de prendas en la región pero su desviación estándar es un tanto elevada, sin embargo para la edad de boca llena (BLL) se tiene buena presencia de fibras no meduladas con la menor desviación estándar en todos los tipos lo que sugiere una menor variabilidad en su distribución.

Tabla 27: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según el Sexo

Variables	%	Macho			Hembra			
		DS	Min	Max	%	DS	Min	Max
Tipos								

No Meduladas	44.51	21.51	2.53	87.52	38.77	23.39	1.95	93.92
Meduladas Fragmentadas	19.70	7.38	8.07	49.17	19.94	8.36	3.11	42.69
Meduladas Discontinuas	18.02	11.09	1.67	43.04	16.07	9.74	1.01	39.51
Meduladas Continuas	17.08	11.06	2.23	52.68	23.57	15.89	1.63	63.96
Fuertemente Meduladas	0.13	0.44	-	2.81	0.58	1.01	-	5.57

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación según los tipos; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor de porcentaje de Medulación; MAX: máximo valor de porcentaje de Medulación.

En la tabla 27, se puede apreciar los tipos de Medulación obtenidos para la muestra de 138 alpacas según el sexo de los ejemplares. Donde el mayor porcentaje de no Medulación lo presenta los Machos con 44.51%, mientras que en las hembras solo se aprecia un 38.77% de fibras no meduladas, esta situación puede deberse a factores como cuidado, apareamiento en las hembras y crías las cusas para que presencia de no medualcion sea menor en las Hembras. Por otra parte, en los tipos de fibras meduladas los porcentajes están distribuidos relativamente similares en ambos grupos, presentándose un tanto mayor de 23.57% de Medulación continua en las Hembras, y en los machos este porcentaje solo está representado por el 17.08% de Medulación continua; un 19.94% de Medulación fragmentada en las Hembras, lo que solo representa el 19.7% de Medulación fragmentada en los Machos; un 18.02% de Medulación discontinua en los Machos lo que solo representa un 16.07% de medualcion discontinua en las hembras; el porcentaje de Medulación se presenta con más fuerza en la medualcion continua en las hembras; el porcentaje de Medulación las relevante en los machos es la fragmentada.

La fibra de los machos presenta mayor cantidad de no Medulación lo que sugiere que los machos tendrían una fibra más apropiada para tomar el uso de esta en la producción textil de prendas, incluso la desviación estándar es un poco baja, aunque no nos asegura del todo una distribución homogénea de los datos, esto se tendrá que comprobar más adelante con otras pruebas inferenciales.

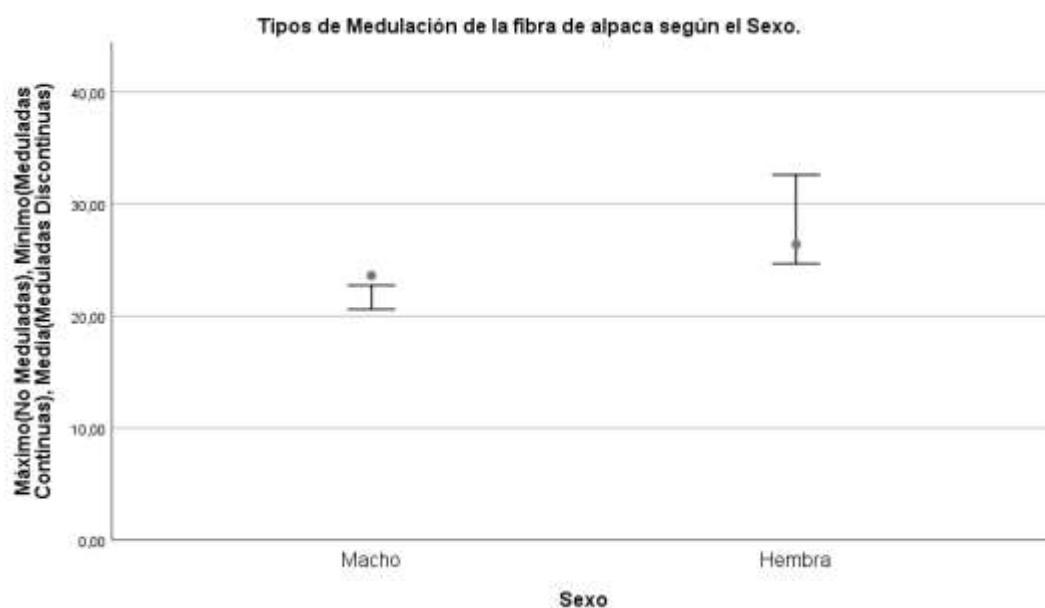


Figura 12: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según el Sexo.

Se observa en la figura 12, que el género macho tiene una menor medulación, que oscila entre los 20,8 y 23(μm) micras, con respecto al sexo femenino, que va de un rango mayor al 20,3 hasta 33(μm) micras, en proporción al tipo de modulación en fibra de alpacas.

Tabla 28: Tipos de Medulación de la fibra de alpaca según el Color

Variables	Blanco			
	%	DS	Min	Max
Tipos				
No Meduladas	41.31	22.67	1.95	93.92
Meduladas Fragmentadas	19.83	7.92	3.11	49.17
Meduladas Discontinuas	16.93	10.37	1.01	43.04
Meduladas Continuas	20.7	14.29	1.63	63.97
Fuertemente Meduladas	0.38	0.84	-	5.57

Nota: Promedio (%): promedio del porcentaje de Medulación según los tipos; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor de porcentaje de Medulación; MAX: máximo valor de porcentaje de Medulación.

En la tabla 28, se muestra la Medulación de la fibra de alpaca según el tipo para el factor color. Donde el 41.31% de las alpacas de color Blanco presentan fibras no meduladas, con una desviación estándar de 22.67 lo que sugiere que existe un porcentaje significativo. Así mismo, para las fibras meduladas en las alpacas de color Blanco, el mayor porcentaje promedio se registró en la Medulación continua de las fibras de alpaca con un 20.7%, seguido de un porcentaje de 19.83% para la Medulación fragmentada y por último tenemos una Medulación de fibra discontinua de 16.93%, no hay porcentajes significativos para la Medulación fuerte en estas fibras.

4.2.3 Diámetro Medio en fibras

Tabla 29: Media de diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según la Raza

Factor		SURI				HUACAYA				
Variable	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx	n	Media (μm)	DS	Mín	Máxi
MDF	69	24.75	3.70	17.41	35.52	69	21.54	2.82	16.46	28.47
deMDF	69	5.89	1.23	4.10	10.68	69	5.17	0.70	3.91	7.40

Nota: Media (μm): promedio en μm; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm; MDF: Diámetro Medio de las Fibras; deDMF: Desviación Estándar del Diámetro Medio de las Fibras.

En la tabla 29, se muestra el diámetro medio fino y desviación estándar de la muestra de fibras según la raza de alpacas de la localidad de Macusani. Donde, el diámetro medio (DMF) de las fibras de Huacaya (21.54 μm) es menor en comparación con el diámetro medio (DMF) de las fibras de Suri (24.75 μm), por lo que se podría decir que las fibras de Huacaya son más finas que las fibras de Suri, esto es reforzado por la desviación estándar de la raza Huacaya de 21.54 μm, siendo menor que la desviación estándar Suri con 24.75 μm. Por otro lado, en la desviación estándar del diámetro medio de las fibras, la raza Suri presenta una mayor variabilidad en el DMF con 5.89 μm, frente a la variabilidad de distribución de sus datos de la Huacaya con 5.17 μm, lo que nos dice que la raza Huacaya sigue teniendo fibras más finas en las muestras analizadas. Si analizamos por el lado de rangos mínimo y máximo, se puede ver que la raza Suri (35.52) tienen fibras más gruesas en comparación con la Huacaya (28.47). En conclusión, podemos decir que la raza Huacaya tiene una concentración de fibras más finas que la raza Suri, por lo que sería una mejor elección para adoptarlas para la producción textil de prendas de vestir y de más artículos de moda; todo esto analizadas para las fibras por su Medulación.

Tabla 30: Media de diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según el Sexo

Factor		Macho				Hembra				
Variable	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx

MDF	61	21.58	2.93	16.46	28.47	77	24.38	3.71	17.41	35.52
deMDF	61	5.17	0.74	3.91	7.40	77	5.81	1.19	4.39	10.68

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; MDF: Diámetro Medio de las Fibras; deDMF: Desviación Estándar del Diámetro Medio de las Fibras.

En la tabla 30, se muestra la medida del diámetro medio de las fibras de alpaca y la desviación estándar de estas según el sexo. Donde las alpacas Hembras (24.38) tienen fibras más gruesas en comparación con los Machos (21.58), se puede observar también que la desviación estándar del MDF en las Hembras es de 5.81, mientras que la desviación estándar del MDF es de 5.17, esto nos dice de que las Hembras muestran mayor variabilidad en el diámetro medio de sus fibras en comparación con los machos, al analizar los rangos de mínimos y máximos valores podemos observar que las Hembras pueden alcanzar fibras más gruesas con el valor máximo de 35.52, y los Machos alcanzan solo el 283.47 como un valor máximo de fibra media. En conclusión, se podría decir que los machos tienen una tendencia de tener fibras más finas, esto para las fibras analizadas por su medulación.

Tabla 31: Media de diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según la edad

Variable	DL			2D			4D			BLL		
	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS
MDF	3	20.28	2.43	8	24.39	4.19	28	24.9	3.17	99	22.6	3.613
deMDF	3	4.92	0.96	8	5.97	0.59	28	5.69	0.86	99	5.47	1.133

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; MDF: Diámetro Medio de las Fibras; deDMF: Desviación Estándar del Diámetro Medio de las Fibras.

La Tabla 31 presenta los valores promedio del diámetro de fibra y su desviación estándar en alpacas del distrito de Macusani, agrupadas según la edad dentaria. Los resultados muestran que las alpacas más jóvenes, específicamente aquellas en etapa de DL, registran el menor diámetro medio de fibra, con un valor de 20.28 μm . A medida que avanza la edad, se observa un incremento en el grosor de la fibra: los grupos de dos dientes 2D y cuatro dientes 4D alcanzan promedios de 24.39 μm y 24.90 μm .

μm , respectivamente, lo que sugiere una tendencia al engrosamiento conforme progresa el desarrollo fisiológico. Sin embargo, en el grupo de alpacas de BL, que representa la muestra más numerosa ($n=99$), el diámetro medio disminuye ligeramente a $22.60 \mu\text{m}$. Esta reducción podría explicarse por una selección dirigida hacia animales con fibra más fina para su permanencia en el hato, o bien por una adaptación estructural del folículo piloso con el paso del tiempo. En este sentido, aunque el diámetro tiende a incrementarse durante las etapas juveniles, en edades avanzadas podría estabilizarse o incluso reducirse.

Respecto a la uniformidad de la fibra, evaluada mediante la desviación estándar del diámetro DMF, se observa que las alpacas jóvenes DL presentan la menor dispersión ($4.92 \mu\text{m}$), lo que indica una mayor homogeneidad en la finura de su vellón. Los grupos 2D y 4D muestran una mayor variabilidad ($5.97 \mu\text{m}$ y $5.70 \mu\text{m}$, respectivamente), posiblemente asociada a la transición fisiológica y al desarrollo completo del sistema piloso. En el grupo BL, la desviación estándar se reduce levemente a $5.47 \mu\text{m}$, lo que podría reflejar un proceso de estabilización en las características de la fibra o una presión de selección más rigurosa en ejemplares adultos. En conjunto, estos hallazgos confirman que la edad influye directamente en el diámetro y la uniformidad de la fibra de alpaca. Este conocimiento resulta esencial para determinar los momentos óptimos de esquila y para seleccionar animales cuya fibra sea más adecuada para la producción textil. Aunque las alpacas jóvenes presentan fibras más finas y homogéneas, estas podrían no estar completamente desarrolladas o seleccionadas. En cambio, las alpacas adultas del grupo BL ofrecen una alternativa más estable y confiable para la obtención de fibras de alta calidad destinadas a la industria textil.

Tabla 32: Diámetro y desviación estándar del diámetro medio en las fibras de alpaca según el color

Factor	n	Media (μm)	B		
			DS	Mín	Máx
Variable					
MDF	138	23.15	3.65	16.46	35.52
deMDF	138	5.53	1.06	3.91	10.68

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; MDF: Diámetro Medio de las Fibras; deDMF: Desviación Estándar del Diámetro Medio de las Fibras; B: Blanco.

La Tabla 32 presenta los valores del diámetro y la desviación estándar de las fibras de alpaca del distrito de Macusani, considerando exclusivamente ejemplares de color blanco, con un total de 138 muestras analizadas. En este grupo, el diámetro medio de la fibra fue de 23.15 μm , acompañado de una desviación estándar de 3.65 μm , lo que indica una variabilidad moderada en cuanto a la finura de las fibras. Los valores extremos oscilaron entre 16.46 μm y 35.52 μm , evidenciando una amplia gama de grosores dentro de esta población. Esta amplitud podría estar influenciada por factores biológicos o genéticos no considerados en esta tabla, tales como la edad, el sexo o la raza de los animales.

Respecto a la desviación estándar del DMF, se obtuvo un valor promedio de 5.53 μm , con un rango que va desde 3.91 μm hasta 10.68 μm . Estos resultados reflejan una variabilidad considerable en la uniformidad del grosor de las fibras, lo que sugiere que algunas alpacas presentan vellones más homogéneos, mientras que otras muestran una mayor dispersión en el diámetro de sus fibras. En síntesis, aunque las alpacas de color blanco presentan una distribución amplia en cuanto al grosor y uniformidad de sus fibras, no es posible concluir que este grupo represente una opción superior para la producción textil sin considerar otros factores complementarios que podrían influir en la calidad final de la fibra

4.2.4 Diámetro En Fibra Por Tipo (Fragmentada, Discontinua, Continua, Fuertemente Meduladas).

Tabla 33: Diámetro medio de las fibras por tipo de Medulación según la raza de la alpaca

Factor	Suri					Huacaya				
	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx
No Meduladas	69	20.54	3.31	14.90	32.59	69	18.11	1.79	14.87	22.73
Meduladas Fragmentadas	69	24.26	2.59	17.21	33.42	69	22.27	1.88	19.12	27.49
Meduladas Discontinuas	69	26.65	2.20	19.31	32.80	69	23.65	2.42	17.48	30.16
Meduladas Continuas	69	30.39	2.18	23.88	36.98	69	27.32	2.65	20.59	33.06

Fuertemente Meduladas	69	47.74	9.98	19.81	65.33	69	42.61	12.80	21.78	68.47
-----------------------	----	-------	------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; DS: Desviación Estándar del Diámetro Medio de las Fibras.

La Tabla 33 evidencia una relación directa entre el tipo de medulación y el diámetro de la fibra en alpacas de las razas Suri y Huacaya. En ambas razas se observa una tendencia clara: a medida que aumenta la complejidad o intensidad de la medulación, el grosor de la fibra también se incrementa. Este patrón se mantiene constante en ambas razas, aunque con diferencias en los valores específicos registrados. Las fibras no meduladas, reconocidas por su finura y alta calidad para aplicaciones textiles, presentan un diámetro promedio de 20.54 μm en la raza Suri y de 18.11 μm en la raza Huacaya, lo que indica que, en ausencia de medulación, las fibras Huacaya son más finas que las de la raza Suri. Con el incremento en la presencia de medulación, se observa un aumento progresivo en el diámetro. Las fibras meduladas fragmentadas alcanzan promedios de 24.26 μm en Suri y 22.27 μm en Huacaya; las discontinuas registran 26.65 μm y 23.65 μm , respectivamente. Las fibras con medulación continua muestran un incremento más pronunciado, con valores de 30.39 μm en Suri y 27.32 μm en Huacaya.

El mayor grosor se presenta en las fibras fuertemente meduladas, con diámetros de 47.74 μm en Suri y 42.61 μm en Huacaya, acompañados de las mayores desviaciones estándar (9.98 μm y 12.80 μm , respectivamente), lo que refleja una elevada heterogeneidad en este tipo de fibra. Debido a su grosor y variabilidad, estas fibras suelen ser menos apropiadas para la producción textil de alta gama. En conclusión, el tipo de medulación influye significativamente en el diámetro de la fibra, y esta relación se mantiene en ambas razas. Las alpacas Suri tienden a generar fibras más gruesas que las Huacaya en todos los tipos de medulación. Esta información resulta fundamental para orientar procesos de selección genética, optimización de la calidad de fibra y segmentación de productos según sus aplicaciones en la industria textil.

Tabla 34: Diámetro de la fibra por tipo de Medulación según el Sexo de la alpaca

Factor	Macho					Hembra				
	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx	n	Media (μm)	DS	Mín	Máx
No Meduladas	61	18.15	1.83	14.87	22.73	77	20.25	3.28	14.90	32.59

Meduladas Fragmentadas	61	22.39	1.93	19.18	27.49	77	23.96	2.63	17.21	33.42
Meduladas Discontinuas	61	23.60	2.52	17.48	30.16	77	26.37	2.28	19.31	32.80
Meduladas Continuas	61	27.25	2.82	20.59	33.06	77	30.13	2.21	24.67	36.98
Fuertemente Meduladas	61	42.84	13.53	21.78	68.47	77	47.25	9.96	19.81	65.33

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm .

La Tabla 34 evidencia una relación significativa entre el sexo de la alpaca, el tipo de medulación presente en la fibra y el diámetro de esta, permitiendo analizar cómo estas variables interactúan en la calidad textil. En todos los tipos de medulación evaluados, se observa que las hembras presentan un diámetro promedio de fibra superior al de los machos, lo cual podría estar influenciado por factores hormonales, fisiológicos o genéticos propios de cada sexo. En el caso de las fibras no meduladas, consideradas las más finas y de mayor valor para la industria textil, los machos registran un diámetro promedio de 18.15 μm , mientras que las hembras alcanzan los 20.25 μm . Esta diferencia de más de 2 μm resulta relevante, dado que incluso pequeñas variaciones en el grosor pueden afectar directamente la calidad y el comportamiento de la fibra en procesos de hilado y confección.

Este patrón se mantiene en los distintos tipos de medulación. Por ejemplo, en las fibras meduladas fragmentadas, los machos presentan un promedio de 22.39 μm frente a 23.96 μm en hembras. En las discontinuas, los valores ascienden a 23.60 μm y 26.37 μm , respectivamente. Las fibras meduladas continuas también reflejan esta tendencia, con promedios de 27.25 μm en machos y 30.13 μm en hembras. En síntesis, el sexo de la alpaca influye directamente en el grosor de la fibra, siendo las hembras las que tienden a producir fibras más gruesas en todos los tipos de medulación. Esta diferencia debe ser considerada en los programas de selección genética, así como en la planificación de la producción textil, ya que puede incidir tanto en la calidad como en el destino final de la fibra obtenida.

Tabla 35: Diámetro de las fibras por tipo de Medulación según la Edad de las alpacas

Factor	DL			2D			4D			BLL		
	n	Media a (μm)	DS	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS	n	Media a (μm)	DS
Variable												

No Meduladas	3	17.20	0.93	8	21.02	5.09	28	20.55	2.98	99	18.90	2.57
Meduladas Fragmentadas	3	21.78	1.54	8	24.09	2.41	28	24.41	2.41	99	22.92	2.42
Meduladas Discontinuas	3	22.61	1.80	8	26.56	2.10	28	26.70	1.63	99	24.67	2.86
Meduladas Continuas	3	25.52	2.50	8	30.13	1.45	28	30.14	1.76	99	28.49	3.05
Fuertemente Meduladas	3			8	49.21	6.62	28	43.46	9.35	99	46.70	12.45

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; DL: dientes de leche; 2D: Dos dientes; 4D: Cuatro Dientes; BL: Boca Llena.

La Tabla 35 muestra una tendencia creciente en el diámetro de las fibras de alpaca conforme avanza la edad dentaria, lo que sugiere que el proceso de maduración está asociado con un engrosamiento progresivo de la fibra en la mayoría de los tipos evaluados. En el caso de las fibras no meduladas, se observa que los ejemplares más jóvenes (DL) presentan un diámetro promedio de 17.20 μm , mientras que los adultos (BL) alcanzan los 18.90 μm . El grupo de alpacas con 2D registra el mayor promedio dentro de este tipo de fibra, con 21.02 μm , acompañado de una desviación estándar elevada (5.09 μm), lo que indica una alta variabilidad en esta etapa intermedia. Respecto a las fibras meduladas fragmentadas, también se evidencia un incremento en el diámetro medio con la edad: desde 21.78 μm en DL hasta 24.41 μm en 4D, seguido de una ligera disminución en BL (22.92 μm). Esta reducción podría estar relacionada con cambios fisiológicos propios de la adultez o con procesos de selección genética y productiva. Las fibras meduladas discontinuas siguen un patrón similar, aumentando de 22.61 μm en DL hasta 26.70 μm en 4D, y descendiendo levemente a 24.67 μm en BL. Este comportamiento sugiere que la etapa de 4D podría representar un punto máximo en el grosor para este tipo de fibra. En cuanto a las fibras meduladas continuas, se observa un crecimiento sostenido desde 25.52 μm en DL hasta un máximo de 30.14 μm en 4D, seguido de una leve reducción en BL (28.49 μm). La desviación estándar en adultos (3.05 μm) indica una heterogeneidad considerable en esta etapa. Finalmente, las fibras fuertemente meduladas no se encuentran presentes en las crías (DL), pero muestran un diámetro promedio de 49.21 μm en 2D, disminuyendo a 43.46 μm en 4D y estabilizándose en 46.70 μm en BL. Estas fibras presentan las mayores desviaciones estándar (hasta 12.45 μm), lo que refleja una amplia diversidad en el grosor, posiblemente influenciada por factores fisiológicos, genéticos o ambientales.

Tabla 36: Diámetro medio de las fibras por tipo de Medulación según el color de las alpacas

Factor	B				
Variable	n	Media (µm)	DS	Mín	Máx
No Meduladas	138	19.32	2.92	14.87	32.59
Meduladas	138	23.27	2.47	17.21	33.42
Fragmentadas					
Meduladas	138	25.15	2.75	17.48	32.80
Discontinuas					
Meduladas	138	28.85	2.87	20.59	36.98
Continuas					
Fuertemente Meduladas	138	45.92	11.25	19.81	68.47

Nota: Media (µm): promedio en µm; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en µm MAX: máximo valor en µm; B: Blanco.

La Tabla 36 presenta los valores promedio del diámetro de las fibras de alpaca, diferenciados por tipo de medulación y según el color del animal. Las fibras no meduladas registraron un diámetro medio de 19.32 µm, acompañado de una desviación estándar reducida de 2.92 µm, lo que sugiere una mayor finura y homogeneidad en comparación con los demás tipos de fibra.

Al analizar las fibras meduladas, se observa un incremento progresivo en el grosor conforme aumenta el grado de medulación. Las fibras con medulación fragmentada presentan un diámetro medio de 23.17 µm, mientras que las discontinuas y continuas alcanzan valores de 25.15 µm y 28.85 µm, respectivamente. El mayor grosor se registra en las fibras fuertemente meduladas, con un valor máximo de 45.92 µm, evidenciando una alteración significativa en la estructura de la fibra. Estos resultados permiten concluir que el diámetro de la fibra se incrementa proporcionalmente al nivel de medulación, siendo las fibras fuertemente meduladas las que presentan mayor grosor y variabilidad, lo cual tiene implicancias relevantes en la selección de fibras para aplicaciones textiles específicas.

4.2.5 Desviación estándar del Diámetro en fibra por tipo (fragmentada, discontinua, continua, fuertemente meduladas).

Tabla 37: Desviación estándar del diámetro de la fibra por el tipo de Medulación según la raza de las alpacas

Factor	Suri					Huacaya				
	n	Media (µm)	DS	Mín	Máx	n	Media (µm)	DS	Mín	Máx
Variable										

deMDF_noMed	69	4.25	1.70	2.8 7	11.93	69	3.41	0.44	2.61	4.70
deMDF_medFRA G	69	4.34	0.87	3.2 2	9.14	69	4.01	0.52	2.87	5.30
deMDF_meDISC	69	4.16	0.76	3.0 3	6.83	69	4.39	0.65	3.18	6.30
deMDF_meCONT	69	5.39	1.47	3.1 8	9.52	69	5.45	1.26	3.74	12.2 3
deMDF_FUERme d	69	11.99	3.68	1.9 2	23.25	69	11.29	6.36	1.52	23.7 3

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; deMDF: desviación estándar del diámetro medio de la fibra; noMED: No Meduladas; medFRAG: Meduladas Fragmentadas; meDISC: Meduladas Discontinuas; meCONT: Meduladas Continuas; FUERmed: Fuertemente Meduladas.

La Tabla 37 presenta los valores de la desviación estándar del diámetro medio de las fibras (deDMF), diferenciados por tipo de medulación y raza (Suri y Huacaya), lo que permite evaluar la variabilidad del grosor de la fibra en cada grupo.

Se observa que las fibras fuertemente meduladas exhiben las mayores desviaciones estándar en ambas razas, lo que evidencia una alta heterogeneidad en el grosor de este tipo de fibra. En la raza Suri, el valor promedio de deDMF para fibras fuertemente meduladas fue de 11.99 μm , con una dispersión de 3.68 μm , mientras que en Huacaya, aunque el promedio fue ligeramente menor (11.29 μm), la variabilidad fue superior (DS = 6.36 μm). Esto sugiere que, si bien ambas razas generan fibras gruesas bajo fuerte medulación, la raza Huacaya presenta mayor variabilidad interna en estos casos.

Las fibras con medulación continua también mostraron una variabilidad considerable, con promedios de 5.39 μm en Suri y 5.45 μm en Huacaya, alcanzando valores máximos de 9.52 μm y 12.23 μm , respectivamente. Aunque el grosor promedio es menor que en las fibras fuertemente meduladas, la dispersión sigue siendo significativa, especialmente en la raza Huacaya.

En contraste, las fibras no meduladas presentaron las menores desviaciones estándar, destacando la raza Huacaya con un promedio de 3.41 μm y un valor mínimo de 2.61 μm , lo que indica una mayor uniformidad en el grosor de estas fibras. En la raza Suri, la desviación fue ligeramente superior (4.25 μm), con un rango más amplio, lo que refleja una mayor variabilidad en este tipo de fibra dentro de dicha raza.

Estos resultados permiten inferir que las fibras no meduladas, especialmente en la raza Huacaya, son más homogéneas y, por tanto, potencialmente más adecuadas para aplicaciones textiles que requieren finura y consistencia estructural.

Tabla 38: Desviación estándar del diámetro medio de la fibra por el tipo de Medulación según el Sexo de las alpacas

Factor	Macho					Hembra				
	n	Media (µm)	DS	Mín	Máx	n	Media (µm)	DS	Mín	Máx
deMDF_noMed	61	3.43	0.50	2.61	4.91	77	4.15	1.63	2.87	11.93
deMDF_medFRAG	61	4.05	0.54	2.87	5.30	77	4.27	0.84	3.22	9.14
deMDF_meDISC	61	4.43	0.64	3.19	6.30	77	4.15	0.75	3.03	6.83
deMDF_meCONT	61	5.61	1.29	3.98	12.23	77	5.26	1.41	3.18	9.52
deMDF_FUERmed	61	11.87	6.28	1.52	23.73	77	11.79	3.75	1.92	23.25

Nota: Media (µm): promedio en µm; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en µm MAX: máximo valor en µm; deMDF: desviación estándar del diámetro medio de la fibra; noMED: No Meduladas; medFRAG: Meduladas Fragmentadas; meDISC: Meduladas Discontinuas; meCONT: Meduladas Continuas; FUERmed: Fuertemente Meduladas.

La Tabla 38 presenta los valores de la desviación estándar del DMF, diferenciados por tipo de medulación y sexo, lo que permite analizar la variabilidad interna del grosor de las fibras en cada grupo. Se observa que las fibras fuertemente meduladas exhiben las mayores desviaciones estándar tanto en machos como en hembras, lo que evidencia una alta heterogeneidad en el grosor de este tipo de fibra. En los machos, el promedio de DMF para fibras fuertemente meduladas fue de 11.87 µm, mientras que en las hembras fue de 11.79 µm, alcanzando valores máximos de 23.73 µm y 23.25 µm, respectivamente. Estos resultados refuerzan la relación directa entre el grado de medulación y la variabilidad del diámetro, independientemente del sexo del ejemplar. En cuanto a las fibras no meduladas, los machos mostraron una menor variabilidad (3.43 µm) en comparación con las hembras (4.15 µm), además de un rango de valores más estrecho. Esto sugiere que, en los machos, las fibras no meduladas tienden a ser más homogéneas, lo cual podría representar una ventaja para su uso en la confección de prendas textiles de alta calidad. Respecto a las fibras meduladas fragmentadas y discontinuas, las diferencias entre sexos son poco pronunciadas. Sin embargo, se observa una ligera mayor dispersión en las hembras, como en el caso de las fragmentadas (4.27 µm en hembras frente a 4.05 µm en

machos), lo que podría atribuirse a factores hormonales o diferencias en el desarrollo folicular. Finalmente, las fibras meduladas continuas presentan un comportamiento similar entre sexos, aunque los machos registran una variabilidad promedio ligeramente superior (5.61 μm) respecto a las hembras (5.26 μm), además de un valor máximo más elevado (12.23 μm en machos frente a 9.52 μm en hembras). Estos datos permiten inferir que, aunque las diferencias son sutiles, el sexo influye en la uniformidad de ciertos tipos de fibra, lo cual es relevante para la selección en procesos de producción textil.

Tabla 39: Desviación estándar del diámetro medio de la fibra por el tipo de Medulación según la Edad de las alpacas

Variable	DL			2D			4D			BLL		
	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS	n	Media (μm)	DS
deMDF_noMed	3	3.72	1.05	8	4.43	1.75	28	4.18	1.76	99	3.68	1.10
deMDF_medFRAG	3	4.44	0.63	8	4.15	0.52	28	4.27	0.73	99	4.14	0.75
deMDF_meDISC	3	4.42	0.86	8	4.08	0.70	28	3.95	0.60	99	4.38	0.72
deMDF_meCONT	3	6.04	1.43	8	5.71	1.26	28	4.73	1.03	99	5.57	1.40
deMDF_FUERmed	3	12.69	3.82	8	11.01	1.71	28	11.68	4.13	99	11.97	5.08

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; DL: dientes de leche; 2D: dos dientes; 4D: Cuatro Dientes; BLL: Boca Llena; deMDF: desviación estándar del diámetro medio de la fibra; noMED: No Meduladas; medFRAG: Meduladas Fragmentadas; meDISC: Meduladas Discontinuas; meCONT: Meduladas Continuas; FUERmed: Fuertemente Meduladas.

La Tabla 39 presenta los valores de la desviación estándar del DMF, diferenciados por tipo de medulación y etapa de dentición, lo que permite analizar cómo varía la homogeneidad del grosor de la fibra conforme las alpacas avanzan en edad. Se observa que las fibras fuertemente meduladas exhiben la mayor variabilidad en todos los grupos etarios, destacando el grupo DL con una desviación estándar de 12.69 μm , seguido por el grupo BL con 11.97 μm . Estos resultados indican que, independientemente de la edad, las fibras con fuerte medulación tienden a presentar menor uniformidad en su diámetro. En contraste, las fibras no meduladas muestran

una variabilidad considerablemente menor. El grupo blanco, que incluye una muestra amplia de 99 alpacas, registró una desviación estándar de 3.68 μm , siendo el más homogéneo. Los grupos 2D y 4D presentaron valores ligeramente superiores (4.43 μm y 4.18 μm , respectivamente), lo que sugiere que la homogeneidad en las fibras no meduladas mejora con la madurez, alcanzando mayor uniformidad en ejemplares adultos. Respecto a las fibras meduladas fragmentadas y discontinuas, la variabilidad se mantiene relativamente baja y estable entre los distintos grupos etarios. Las fibras fragmentadas mostraron desviaciones estándar entre 4.14 μm y 4.44 μm , mientras que las discontinuas oscilaron entre 3.95 μm y 4.42 μm , sin evidenciar una tendencia clara asociada a la edad. Por otro lado, las fibras meduladas continuas presentan un comportamiento particular: el grupo 4D registró la menor desviación (4.73 μm), mientras que los grupos DL, 2D y B mostraron valores ligeramente superiores, entre 5.57 μm y 6.04 μm . Este patrón podría indicar que en la etapa intermedia de desarrollo dentario (4D) se alcanza un mayor control estructural en la formación de este tipo de fibra

Tabla 40: *Desviación estándar del diámetro medio de la fibra por el tipo de Medulación según el color de las Alpacas.*

Variable	n	Media (μm)	Blanco		
			DS	Mín	Máx
deMDF_noMed	138	3.83	1.31	2.61	11.93
deMDF_medFRAG	138	4.17	0.73	2.87	9.14
deMDF_meDISC	138	4.28	0.72	3.03	6.83
deMDF_meCONT	138	5.42	1.36	3.18	12.23
deMDF_FUERmed	138	11.81	4.49	1.52	23.73

Nota: Media (μm): promedio en μm ; DS: Desviación Estándar; MIN: mínimo valor en μm MAX: máximo valor en μm ; deMDF: desviación estándar del diámetro medio de la fibra; noMED: No Meduladas; medFRAG: Meduladas Fragmentadas; meDISC: Meduladas Discontinuas; meCONT: Meduladas Continuas; FUERmed: Fuertemente Meduladas.

La Tabla 40 presenta los valores de la desviación estándar del diámetro medio de las fibras de alpaca, diferenciadas por tipo de medulación y según el color del animal. En el caso de las fibras no meduladas, se registró una media de 3.83 μm con una desviación estándar de 1.31 μm . Aunque este valor sugiere una baja variabilidad y ausencia de fibras excesivamente gruesas, el valor máximo observado contradice

esta tendencia, alcanzando los 11.93 μm . Respecto a las fibras meduladas, se evidenció una distribución diferenciada por tipo de medulación. Las fibras fuertemente meduladas presentaron el mayor grosor, con una media de 11.81 μm en la desviación de sus diámetros medios. Les siguieron las fibras con medulación continua, con una media de 5.42 μm , y las discontinuas, con 4.28 μm . En síntesis, los resultados indican que el comportamiento de la medulación varía significativamente según el tipo de medulación, lo cual se refleja en las diferencias en el grosor de las fibras. Esta variabilidad es relevante para la caracterización textil, especialmente al considerar el color como factor asociado.

4.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

4.3.1 Para la Hipótesis Especifica 1

Existe una diferencia significativa de media de diámetro de fibras en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023.

Para probar esta hipótesis se utilizó un Modelo Factorial Lineal (Anova) de un solo factor ya que solo nos piden analizar en cuanto a la diferencia del diámetro medio de la fibra en la raza de las alpacas mas no en color, ni en edad ni el sexo de ellos. Ni la interacción entre factores.

Planteamiento de Hipótesis:

- Ho: No existe diferencia significativa de la media de diámetro de fibras en las razas Suri y Huacaya.
- Ha: Existe diferencia significativa de la media de diámetro de fibras en las razas Suri y Huacaya.

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Estadístico: F-Fisher.

Tabla 41: *Anova de un factor para el diámetro medio de las fibras en las Alpacas Suri y Huacaya*

	Diámetro medio en finura				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	141.928	1	141.928	21.248	0.000
Dentro de grupos	908.435	136	6.680		
Total	1050.363	137			

La tabla 41, muestra el ANOVA de un solo factor para la prueba estadística de las hipótesis planteadas. Donde el valor del p-value es menor a la significancia establecida (0.000), en base a esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, el cual indica que existe diferencia significativa entre las medias de los diámetros de las fibras en las razas Suri y Huacaya.

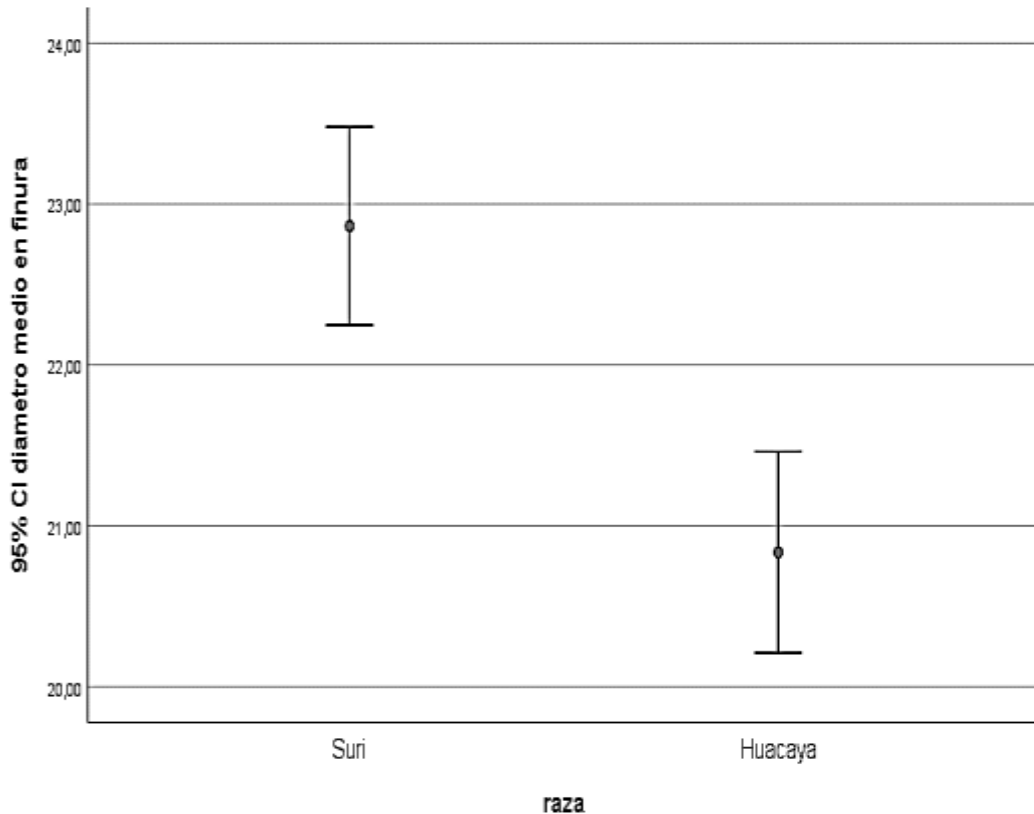


Figura 13: Grafica de Error con Intervalos de confianza para el diámetro medio de la fibra en las Alpacas Suri y Huacaya.

La figura 13, muestra el gráfico de error con sus intervalos de confianza al 95%, para los tratamientos del factor en Suri y Huacaya. Donde se puede observar que la raza Huacaya tiene en promedio 20.8 μm de diámetro medio de la fibra, siendo menor que el promedio de la raza Suri que tiene en promedio 22.8 μm de diámetro medio de fibra, esto nos dice claramente que la raza Huacaya presenta menor grosor en sus fibras siendo más fina y este hecho lo hace ideal para su uso en la producción textil, ya que sus bondades en diámetro de finura harían de sus derivados productos de calidad.

4.3.2 Para la Hipótesis Especifica 2

Existe una diferencia significativa en el porcentaje de la Medulación de fibras en alpacas Huacaya y Suri del Distrito de Macusani - Carabaya, 2023.

Para probar esta hipótesis se utilizó el ANOVA de un solo factor ya que solo nos piden analizar en cuanto a la diferencia del porcentaje de Medulación en la raza de las alpacas mas no en color, ni en edad ni el sexo de ellos. Ni las interacciones entre factores.

Planteamiento de Hipótesis:

- Ho: No existe diferencia significativa en el Porcentaje de Medulación en las razas Suri y Huacaya.
- Ha: Existe diferencia significativa en el Porcentaje de Medulación en las razas Suri y Huacaya.

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Estadístico: F-Fisher.

Tabla 42: Anova de un factor para el Porcentaje de Medulación de las fibras en las Alpacas Suri y Huacaya

	Porcentaje de Medulación				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1442.067	1	1442.067	2.842	0.094
Dentro de grupos	69020.193	136	507.501		
Total	70462.260	137			

La tabla 42, nos muestra el ANOVA de un solo factor para la prueba estadística de las hipótesis planteadas. Donde el valor de significación es superior al establecido de 0.094, esto nos dice que las medias de ambos grupos tanto Suri como Huacaya no serían diferentes estadísticamente, aunque existiera diferencia aparentemente pero no tendrían un impacto a lo largo del tiempo; estas más bien serian iguales. Entonces con este hecho se aceptaría la hipótesis nula el cual nos dice de que no existiera diferencia significativa en las medias de las razas Suri y Huacaya.

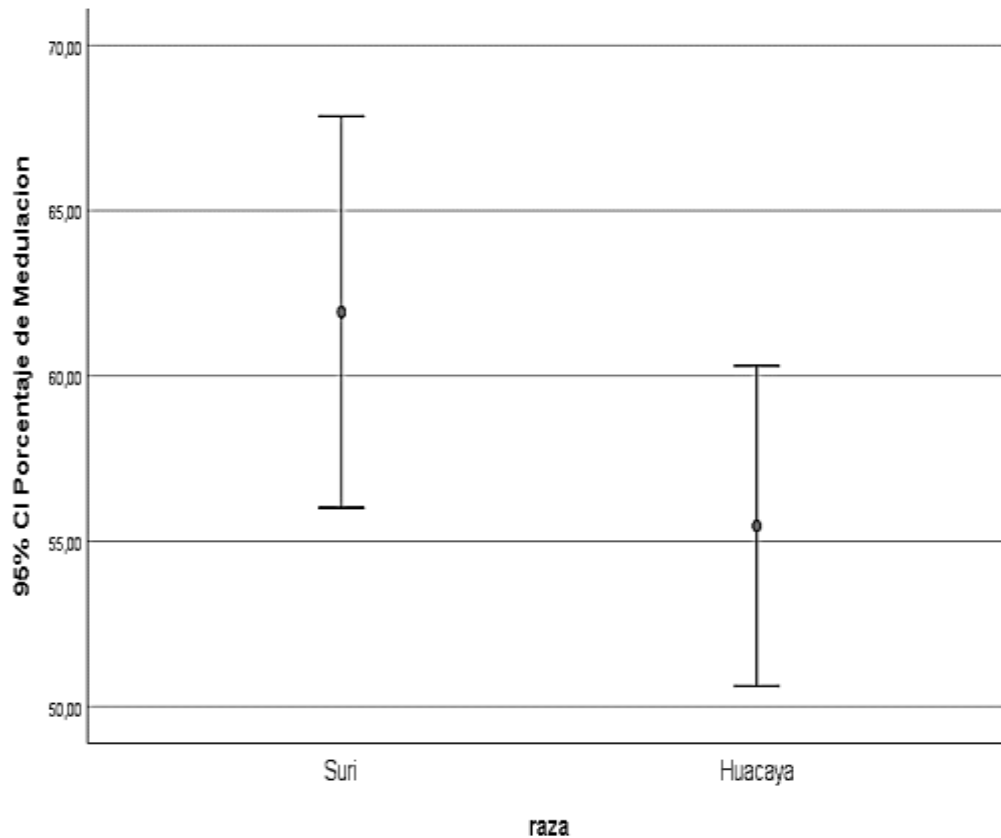


Figura 14: Grafica de Error con Intervalos de confianza para el Porcentaje de Medulación de la fibra en las Alpacas Suri y Huacaya.

La figura 14, muestra la gráfica de error con los intervalos de confianza del porcentaje de Medulación al 95%, para los tratamientos en la raza Suri y Huacaya. Donde aparentemente la raza Huacaya tendría menor porcentaje de Medulación con 52 % en promedio para esta raza en comparación con el promedio de porcentaje de Medulación de la raza Suri con 62.5%. Sin embargo, los intervalos de confianza nos dicen que estos grupos se solaparían a lo largo del tiempo, encontrándose puntos en donde estas no serían diferentes estadísticamente, por lo que se concluye que no existe diferencia significativa en el porcentaje de Medulación para estos grupos de razas Suri y Huacaya.

4.3.3 Correlaciones de Pearson para las características de las Variables

Las correlaciones de Pearson de las características de las Variables observadas, de finura y Medulación de las fibras.

Tabla 43: Correlaciones de Pearson entre las características de finura y Medulación de la fibra de alpaca del Distrito de Macusani

	DMF_M	deMDF	No_Med	Med_Frag	Med_Disc	Med_Cont	Fuer_Med	deMDF_noMed	deMDF_medFrag	deMDF_meDisc	deMDF_meCont	deMDF_FuertMed
DMF_F	0.844	0.438	0.638	0.736	0.756	0.706	0.309	0.459	0.280	0.083	0.090	0.077
Sig	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.017	0.270	0.253	0.284
DS	0.344	0.360	0.287	0.308	0.429	0.486	0.375	0.168	-0.010	-0.116	0.169	0.083
Sig	0.004	0.003	0.015	0.010	0.000	0.000	0.002	0.106	0.470	0.196	0.104	0.270
VAR	0.348	0.424	0.292	0.320	0.419	0.483	0.372	0.186	0.061	-0.037	0.240	0.083
Sig	0.004	0.001	0.014	0.008	0.001	0.000	0.002	0.083	0.326	0.392	0.036	0.269
CVM	-0.083	0.170	-0.022	-0.040	0.099	0.197	0.289	-0.065	-0.164	-0.178	0.155	0.061
Sig	0.271	0.103	0.437	0.382	0.231	0.071	0.015	0.315	0.112	0.093	0.126	0.326
Factor Confort	-0.598	-	-0.499	-0.554	-0.591	-0.576	-0.220	-0.356	-0.054	-0.051	-0.093	-0.109
Sig	0.000	0.371	0.002	0.000	0.000	0.000	0.050	0.003	0.346	0.352	0.245	0.210
Factor Picazón	0.598	0.371	0.499	0.554	0.591	0.576	0.220	0.356	0.053	0.051	0.093	0.109
Sig	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.003	0.347	0.353	0.245	0.210
Factor Hilado	0.746	0.485	0.578	0.662	0.725	0.718	0.390	0.402	0.217	0.031	0.161	0.094
Sig	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.052	0.411	0.115	0.245
Contenido<15 µm	-0.755	-	-0.502	-0.587	-0.641	-0.578	-0.242	-0.298	-0.144	0.089	0.069	0.054
Sig	0.000	0.237	0.038	0.000	0.000	0.000	0.035	0.012	0.142	0.256	0.305	0.346

Nota: **Características de Finura:** DMF_F: diámetro medio de fibra obtenido con el Equipo FIBER EC V5; DS: Desviación Estándar; VAR: Varianza; CVM: Coeficiente de Variación de la muestra; **Características de Medulación:** DMF_F: Diámetro medio en fibra obtenido con el equipo FIBER MED; deMDF: desviación estándar del diámetro medio de la fibra; No_Med: Fibras no Meduladas; Med_Frag: Medulación Fragmentada; Med_Disc: Medulación Discontinua; Med_Cont: Medulación Continua; Fuer_Med: Fuertemente Medulada.

La Tabla 43 presenta los coeficientes de correlación de Pearson entre las características de finura y los parámetros de medulación de las fibras de alpaca del distrito de Macusani, incluyendo los niveles de significancia correspondientes a cada interacción entre variables. Se observó que las variables de finura, como el DMF, la desviación estándar (DS), la varianza (VAR), el coeficiente de variación (CVM), el FC, el factor picazón (FP), el factor hilado (FH) y el porcentaje de contenido ultrafina, presentan asociaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con diversas variables de medulación, tales como el diámetro medio de fibras meduladas, la desviación estándar del diámetro medio, el porcentaje de fibras no meduladas, los tipos de medulación y la desviación estándar del diámetro medio de fibras no meduladas.

Aunque la mayoría de estas correlaciones son significativas, la intensidad de las asociaciones varía considerablemente, registrándose correlaciones muy fuertes, débiles e incluso inversas entre los distintos pares de variables. En cuanto al resto de características evaluadas, si bien se identificaron correlaciones similares en dirección, la mayoría no alcanzaron significancia estadística ($p > 0.05$), lo que indica que dichas relaciones son débiles y no concluyentes desde el punto de vista estadístico.

4.4 DISCUSIÓN

Para el primer objetivo específico, el diámetro hallado para la raza Suri fue de 22.86 μm y de 20.84 μm para la raza Huacaya, lo que nos dice que existe una mejor calidad de la raza Huacaya al presentar fibras más finas en comparación que la raza Suri; por su parte el autor Quispe et al. (2023), encontró un promedio para el diámetro medio de fibra de alpaca de Huacaya de 23.38 μm de alpacas de la zona de Chacaltaya, que viene siendo un tanto mayor al encontrado por este estudio para la zona de crianza en el Distrito de Macusani. Además este resultado es respaldado por Pinares et al. (2023), donde obtiene que la fibra de Huacaya es más fina y tiene un diámetro de fibra, desviación estándar y variación más bajos que la raza Suri y es justo a esos resultados con el que se llegó con este estudio.

Para el segundo objetivo específico, se encontró el porcentaje de Medulación en las razas Suri y Huacaya, presentando esta última una Medulación más baja con un 55.46% con un error de 0.98%, mientras que para la raza Suri es de 61.92% en

porcentaje de Medulación con un error de 0.96%, claramente la fibra de la raza Huacaya presenta menor Medulación; entre tanto el autor Ramírez (2023), determino que el porcentaje de Medulación para las fibras de la raza Huacaya fue de 52.77% del fundo Malkiani, adicionalmente hallando también porcentajes en los tipos de Medulación fragmentada (MEDF), discontinua (MEDD), continua (MEDC) y fuertemente medulada (MEDf) de las cuales se obtuvieron el 12.56%, 13.05%, 27.07% y 0.09%, respectivamente.

Para la primera hipótesis específica, se encontró que existe diferencia significativa en el medias de los diámetros de las fibras de alpaca según el factor raza ya sean estas Suri o Huacaya, obteniéndose un p- valor menor a la significación establecida de 0.05, este hallazgo es reforzado por el autor Llactahuamani et al. (2020), quien en su investigación de tesis encontró que existen diferencias significativas para el diámetro de fibras (DF), por lo que se concluye que la raza de la alpaca afecta significativamente al diámetro de la fibra.

Para la segunda hipótesis específica, se encontró que el porcentaje de Medulación no sería estadísticamente significativo para los grupos tratados, según la raza de las alpacas (Suri, Huacaya), encontrándose un p- valor mayor a 0.05, con lo que estaríamos seguros de decir que no existe diferencia significativa en el promedio de los porcentajes de Medulación de las razas estudiadas. Chacca (2024) por su parte encontró que el porcentaje de Medulación en las edades de las alpacas varía según van envejeciendo siendo diferentes cuando dejan el destete y son iguales en el tipo de fuertemente meduladas con un p-valor menor a 0.05. sin embargo para los resultados de este estudio, los resultados hallados por Mamani (2023), lo contradicen, donde el autor halló que existe una mayor tasa de Medulación en alpacas Huacaya que en la raza Suri.

Finalmente, también se halló las correlaciones para las características de ambas Variables globales, donde las características de finura tienen correlaciones significativas en su mayoría con ciertas características de Medulación como es: diámetro medio de finura (DMF), desviación estándar (DESV), fibras no meduladas y los tipos de Medulación, mostrando correlaciones fuertes, débiles y negativas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se determinó las características de finura y el porcentaje de medulación en las fibras de alpacas de las razas Huacaya y Suri, pertenecientes al distrito de Macusani, donde se obtuvo que el diámetro de la fibra de la raza huacaya es mucho mejor que de la raza Suri. Así mismo, en el porcentaje de medulación la raza huacaya tiene menor porcentaje en cuanto a la raza Suri. Por otro lado, las características de finura de las alpacas se correlacionan significativamente mejor con algunas Variables específicas de Medulación en las fibras de alpaca, estas son por ejemplo: Diámetro medio de Fibras (DMF), Desviación estándar del diámetro medio de las fibras (deDMF), porcentaje de medulación y Tipos de Medulación en las razas de alpacas, observándose también correlaciones de Pearson fuertes, débiles e inversas en muchos de los casos.

En cuanto al análisis del diámetro medio de la fibra por raza, se analizó que las alpacas Suri presentan un DMF promedio de 22.86 μm , mientras que las Huacaya registran un valor inferior de 20.84 μm , lo que indica una mayor finura en estas últimas. La desviación estándar fue de 6.33 μm para la raza Suri y de 4.50 μm para la Huacaya, lo que refleja una menor dispersión y mayor uniformidad en el grosor de las fibras Huacaya. El análisis estadístico mediante ANOVA reveló una diferencia significativa entre ambas razas, con un valor de $p < 0.05$ y un estadístico F de 21.25, confirmando que la raza Huacaya posee fibras más finas de manera estadísticamente comprobada.

Respecto al porcentaje de medulación, se evaluaron los valores según la raza, obteniéndose un promedio de 55.46% ($\pm 0.98\%$) para la Huacaya y de 61.92% ($\pm 0.96\%$) para la Suri. Sin embargo, el análisis de varianza (ANOVA) arrojó un estadístico F de 2.842 con una significancia superior al umbral de 0.05, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los porcentajes de medulación en las fibras de ambas razas.

5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere a los productores del distrito de Macusani fomentar la crianza de alpacas de la raza Huacaya, dado que estas presentan fibras de menor diámetro, lo que se traduce en una mayor finura y utilidad para la industria textil. Asimismo, se recomienda buen manejo en el fundo por raza, color, sexo y edad.

Además, se debe considerar que los machos tengan una buena genética para mejorar la descendencia y también mejorar la calidad de la fibra, lo cual constituye un criterio relevante para la selección de animales destinados a la producción de artículos textiles de alta calidad.

Al gobierno local, específicamente al alcalde del distrito de Macusani, se le recomienda implementar programas de mejora genética y fortalecimiento de la crianza de alpacas Huacaya y Suri. Esta estrategia permitiría elevar la calidad de las fibras en ambas razas, posicionando a los productores locales como referentes en la región por la excelencia de sus fibras, aptas para la elaboración de prendas y productos textiles altamente finos, confortables y agradables al contacto con la piel.

También se recomienda que en futuros estudios se consideren grupos de edades más específicos de alpacas, ya que la edad influye directamente en las características textiles de la fibra. Al evaluar animales en diferentes etapas (crías, tuis y adultos) permitirá obtener resultados más precisos, contribuyendo a una mejor comprensión del comportamiento de la fibra a lo largo del crecimiento del animal.

Finalmente, se recomienda a la Asociación de Productores alpaqueros a abordar temas como la nutrición, el ambiente y la genética. Estas acciones contribuirán a cerrar brechas de conocimiento y a mejorar la competitividad en los mercados local, regional y nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agapito, J., Rodríguez, & Bailón, J. (2007). *Memorias del I Simposium Internacional de Biotecnología Aplicada en Camélidos Sudamericanos*. [Evento realizado en Perú]. Documento no publicado.
- Aguirre, L., Matta, W., & Montero, J. (2011). *Producción comercial de fibra fina de alpaca mediante tecnologías de reproducción asistida y crianza semi-intensiva (Megacom)*. Tesis. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2708.1045>
- Apaza, E., & Quispe, J. (2020). *Precisiones Sobre El Diámetro De Fibra En Alpacas De La Región Puno, Perú*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 7–15. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=
- Aruquipa, M. (2015). *Evaluacion de la Calidad de Fibra de Alpaca Huacaya (Vicugna Pacos) en dos Localidades del Municipio de Catacora, departamento de La Paz.* Universidad Mayor De San Andrés Facultad De Agronomía Carrera De Ingeniería Agronómica, 138. <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6000/T-2125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aucancela, B. (2015). *Caracteristizacion de la fibra de Vicugna pacos (Alpaca) de la parroquia San Juan, provincia de Chimnorazo*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 3(1), 1–10. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1061913>
- Berolatti, G., Ruiz, L., Cabrera, F., Aliaga, J., Quispe, M., & Quispe, E. (2021). *Evaluation of wool and luxury fiber medullation of some animal species*. *Revista de*

- Investigaciones Veterinarias Del Peru, 32(5).
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.17639>
- Bonacic, S. 1991. (2020). *Tema : Alpaca Vicugna pacos*.
- Bustinza, J. (2023). *Porcentaje de Medulación y características de la fibra en alpacas Huacaya(vicugna pacos) de la provincia de carabaya,puno*. Repositorio Institucional Una - Puno, 1–85.
https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/19839/Bustinza_Moroccoeri_Jes%C3%BAs.pdf?sequence=1
- Canaza, A. W., Alomar, D., & Quispe, E. (2013). *Prediction of alpaca fibre quality by near-infrared reflectance spectroscopy*. *Animal*, 7(7), 1219–1225.
<https://doi.org/10.1017/S1751731113000505>
- Carlos, J., & Quispe, Y. (2020). “*RENDIMIENTOS DE LA FIBRA CLASIFICADA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR BLANCO (Vicugna pacos) DE LA CENTRAL DE COOPERATIVAS ALPAQUERAS DE PUNO 2016 – 2017.*”
- Castillo, L. E. (2008). *Finura al hilado y características de la fribra de alpaca Huacaya Banca de la zona norte region Puno 2019*. 282.
- Chacca, L. M. (2024). *Caracterización del tipo, porcentaje de medulación y diámetro de la fibra de alpaca al nacimiento, destete y primera esquila*. Universidad Nacional Del Altiplano Universidad Nacional Del Altiplano. Tesis, 1–168.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/23637>
- Choque, A. V. B., Machaca, V. M., Fuentes, V. C., & Coaquira, J. Q. (2021). *Evolution and development of the alpaca breeds: Suri and Huacaya*. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 32(5).
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19876>

- Crispin, M. (2014). *Análisis comparativo de la productividad y distribución de fibra de alpaca entre Huancavelica y Puno*. Pensamiento Crítico, 11, 033. <https://doi.org/10.15381/pc.v11i0.9007>
- Cruz, A., Morante, R., Gutiérrez, J. P., Torres, R., Burgos, A., & Cervantes, I. (2019). *Genetic parameters for medullated fiber and its relationship with other productive traits in alpacas*. Animal, 13(7), 1358–1364. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003282>
- Díaz, J., Catacora, N., & Ormachea, E. (2014). *Principales Características de la fibra de Alpacas Huacaya y Suri del Sector Chocoquilla - Carabaya 2014*. https://agris.fao.org/search/ar/records/674979747625988a3722242f?utm_source=hatgpt.com
- Encinas, M. F., Calsin, B. C., Zanabria, V. H., & Ibañez, V. Q. (2007). *Peso vellon, longitud de mecha, rendimiento de vellon y diametro de fibra en alpacas Huacaya del IIPC Una, puno*. 12(1), 27–37.
- Hernandez, R. (2006). *Metodología de la Investigación* (Vol. 1999, Issue December).
- Hostnig, R. (2003). *Macusani y Corani*, repositorios de Arte Rupestre. 17(1), 1–27.
- INEI. (2012). Instituto de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO).
- Larios, R., Cárdenas, O., Rodríguez, F. H., Ccopa, J., Condori, A., Hernández, W., Chaves, L., Díaz, B., Chavez, R., Sanchez, J., & Galvez, C. (2023). *Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya, según zonas agroecológicas, sexo y edad en la Región Puno (Perú)*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 34(2), e21356. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i2.21356>
- Lencinas, M., & Guevara, E. (2020). *Evaluación de la calidad textil de fibra del rebaño de alpacas Huacaya color de la empresa Rural Alianza E.P.S. Macusani, Carabaya*

- Puno*. Revista De Innovación Y Transferencia Productiva, 1(1), e002.
<https://doi.org/10.54353/ritp.v1i1.e002>
- Llactahuamani, I., Ampuero, E., Cahuana, E., & Cucho, H. (2020). Fibre quality of *Huacaya and Suri alpacas from the breeding stock of Ocongate, Cusco, Peru*.
Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru, 31(2), 1–9.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17851>
- Mamani, R. (2023). *Tasa De Medulación Y Su Correlación Con El Diámetro De Fibra En Alpacas Huacaya Y Suri En Las Comunidades Del Distrito De San José, Azángaro*. Tesis, 1–87. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20678>
- Martínez Flores, Z., Aruquipa, M., Martínez Luizaga, L., & Vargas, M. (2023, octubre). Correlaciones entre características de la fibra de llamas y alpacas y del híbrido Misti. XXIII Reunión Nacional de ABOPA, Oruro, Bolivia.
<https://cifumss.agro.bo/abopa/files/produccion/trab015.pdf>
- McGregor, B. A. (2018). *Physical, chemical, and tensile properties of cashmere, mohair, alpaca, and other rare animal fibers*. In Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101272-7.00004-3>
- Merlo, M. A., Torrez Pacheco, E., Mollericona Alfaro, M., & Huacani Rivera, H. (2023). Sistematización de variables para determinar la calidad de la producción en la fibra alpaca (vicugna pacos) en la región andina de Sudamérica. Revista Estudiantil AGRO-VET, 7(2), 27–37. Recuperado a partir de <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/151>
- MIDAGRI. (2020). *Análisis de mercado de Fibra de Alpaca y derivados (2016-2020)*.
<https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/handle/SSE/295>

- Miranda, L. (2022). *Efecto del diametro en el teñido en fibras de alpaca Huacaya*. Tesis. <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6000/T-2125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nestares, J., & Carhuas, R. (2020). *Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de la empresa ganadera Rural Wari Ninacaca-Pasco*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion Facultad De Ciencias Agropecuarias Escuela De Formacion Profesional De Zootecnia, 1–88. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2002/4/T026_45462406_T.pdf
- NTP 231.301:2022. 2022. «FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA. Definiciones, clasificación por grupos de calidad, requisitos y rotulado».
- Olarte, C., Calsin, B., Oros, O., & Ormachea, E. (2023). *Variación del diámetro y porcentaje de Medulación en la fibra de alpacas Huacaya (Vicugna pacos)*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 34(6), e26957. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i6.26957>
- Pinares, R., Agosto, G., Cruz, A., Morante, R., Cervantes, I., Burgos, A., & Gutierrez, J. (2018). *Heritability of individual fiber medullation in Peruvian alpacas*. Small Ruminant Research, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.04.007>
- Pinares, R., Meza, A., Crispín, N., Lozano, F., & Pezo, D. (2023). *Comparing fiber quality characteristics and staple length in Suri and Huacaya alpacas*. Frontiers in Animal Science, 4. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1167113>
- Pinares, R., & Quispe, E. (2024). *Características de la fibras meduladas en alpaca y Suri de Perú*. Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences, 40(2), 332–340. <https://doi.org/10.29393/CHJAAS40-28CCPQ20028>
- Quintanilla, T., & Nelson, R. (2020). *Tasa de Medulación de fibra de alpaca (Vicugna pacos) mediante la comparacion del medulometro y el OFDA 100*.

- Quispe, E. C., Rodriguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. (2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. In Animal Genetic Resources Information (Vol. 45). <https://doi.org/doi:10.1017/S1014233909990447>
- Quispe, E., Sauri, R., Bengoechea, J., & Quispe, M. (2017). *FIBER EC: Un nuevo equipo para evaluar fibras de camelidos sudamericanos*. Tesis. <https://repositorio.concytec.gob.pe/entities/puBication/d41bc09f-b25e-4424-9f7d-096f83c5042d>
- Quispe, H., Lloccallasi, N., Choquepuma, W., Huanca, N., Cayo-Colca, I., Saucedo U., J., Ampuero, E., & Cucho, H. (2020). *Evaluación objetiva de características de finura y resistencia en vellones de llama (Lama glama) Ch'aku*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 31(2), e17823. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17823>
- Quispe, J., Apaza, E., & Olarte, C. (2021). *Características físicas y perfil de diámetro de fibra de alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya (Puno, Perú), según edad y sexo*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru, 32(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20004>
- Quispe, M., & Quispe, E. (2020). *Fiber med- Manual de usuarios*. 1–25.
- Quispe, Y., Ayala, C., & Fernández, P. (2023). *Caracterización de la producción de fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) en la comunidad originaria Chacaltaya*. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 10(2), 105–113. <https://doi.org/10.53287/uywt2797sd33z>
- Ramirez, K. (2023). *Porcentaje de Medulación en vellones de prim esquila de alpacas Huacaya machos del fundo mallkini*.
- Santana, P. (1978). *Estudio preliminar de la longitud y analisis cuticular en la fibra de vicuña*.

- Torres, R. (2020). *Tasa de Medulación de fibra de alpaca (Vicuna pacos) mediante la comparacion del medulometro y el OFDA 100*. Universidad Católica de Santa María Escuela de Postgrado Maestría En Producción y Salud Animal, 89.
- Vara, C. (2010). *Diametro de fibra, número de rizos y porcentaje de pelos de alpaca Huacaya del plantel del SPAR-Macusani - Carabaya*. 37–45.
- Yana, S. (2023). *Correlacion entre el diametro y la densidad de la fibra de alpaca Huacaya en el fundo Paqocha Wasi-Macusani, 2023*. 1–23.
- Zarate, A. (2012). *Guia Tecnica Asistencia Tecnica Dirigida en: Caracterizacion y clasificacion de la fribra de alpaca*. Peru. 5.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL • ¿Cuáles son las características de la fibra y porcentaje de Medulación en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de Carabaya - 2023?	OBJETIVO GENERAL • Determinar las características de la fibra y porcentaje de Medulación en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de Carabaya - 2023	HIPOTESIS GENERAL • Existe una diferencia significativa de las características de la fibra y porcentaje de Medulación en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de Carabaya - 2023	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE ALPACA	Diámetro Factor Confort (FC) Finura de Hilado (FH) Factor Picazón	Finura de la fibra Comodidad Resistencia Comodidad	Micras y porcentaje	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Enfoque: Cuantitativo NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Correlacional DISEÑO DE INVESTIGACION: No experimental
ProBemas específicos • ¿Cuál es la media de diametro de fibras de alpaca alpaca Huacaya y Suri en la provincia de carabaya - 2023? • ¿Cuál es el porcentaje de Medulación de las fibras de alpaca Huacaya y Suri en la provincia de carabaya - 2023?	Objetivos específicos • Analizar la media de diámetro de fibras en alpacas Huacaya y Suri en la provincia de carabaya - 2023 • Evaluar el porcentaje de Medulación de las fibras en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de carabaya - 2023	Hipótesis específico • Existe una diferencia significativa de media de diámetro de fibras en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de carabaya - 2023 • Existe una diferencia significativa en el porcentaje de la Medulación de fibras en alpacas Huacaya y Suri de la provincia de carabaya -2023	PORCENTAJE DE MEDULACIÓN DE FIBRA ALPACA	Caracterización De Medulas	• No medulada • Fuertemente medulada • Fragmentada • Discutida • Continua	%	POBLACIÓN: 81525 alpacas MUESTRA: 138.18 muestra de fibra de alpacas TÉCNICA: Observación

Anexo 2: Operacionalización de variables

Variab	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Tipo de variable	Instrumento
Características Textiles de la fibra de alpaca de Huacaya y Suri	• Diámetro	• Finura de la fibra	Micras (µm)	Numérico continua	Ficha de registro
	• Factor Confort (FC)	• Comodidad	Porcentaje (%)		
	• Finura de Hilado (FH)	• Resistencia	Micras (µm)		
	• Factor Picazón (FP)	• Comodidad	Porcentaje (%)		
Porcentaje Medulación de la fibra de alpaca Huacaya y Suri	Caracterización de Medulas	<ul style="list-style-type: none"> • No medulada • Fuertemente medulada • Fragmentada • Discontinua • Continua 	Porcentaje (%)	Numérico continua	Ficha de registro

Anexo 3: Instrumento de campo de recolección de muestras de fibra de alpaca huacaya

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA TECNICA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FIBRA DE ALPACA
HUACAYA**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	N° ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
1	97	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
2	00309-23	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
3	205-22	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
4	353	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
5	202	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
6	5130	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
7	56222	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
8	4431	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
9	S/A_86	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
10	4	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
11	316	Huacaya	Blanco	Macho	BLL
12	209-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
13	137-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
14	135-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
15	120	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
16	S/A 24	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
17	095-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
18	051-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
19	204-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
20	108-23	Huacaya	Blanco	Hembra	BLL
21	211-23	Huacaya	Blanco	Macho	4D
22	21502	Huacaya	Blanco	Macho	4D
23	00254-23	Huacaya	Blanco	Macho	4D
24	342	Huacaya	Blanco	Macho	4D

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA TECNICA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FIBRA DE ALPACA
HUACAYA**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	N° ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
25	200	Huacaya	Blanco	Macho	4D
26	174	Huacaya	Blanco	Macho	4D
27	117	Huacaya	Blanco	Macho	4D
28	445	Huacaya	Blanco	Macho	4D
29	208-20	Huacaya	Blanco	Macho	4D
30	210-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
31	112-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
32	36117	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
33	100-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
34	097-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
35	087-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
36	049-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
37	081-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
38	089-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
39	093-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
40	094-23	Huacaya	Blanco	Hembra	4D
41	186	Huacaya	Blanco	Macho	2D
42	061-23	Huacaya	Blanco	Macho	2D
43	A08	Huacaya	Blanco	Macho	2D
44	213	Huacaya	Blanco	Macho	2D
45	A01	Huacaya	Blanco	Macho	2D
46	116	Huacaya	Blanco	Macho	2D
47	2004	Huacaya	Blanco	Macho	2D

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA TECNICA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FIBRA DE ALPACA
HUACAYA**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	N° ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
48	021-22A	Huacaya	Blanco	Macho	2D
49	209	Huacaya	Blanco	Macho	2D
50	344	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
51	167	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
52	343	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
53	115	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
54	105	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
55	055-23	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
56	162	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
57	201-23	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
58	205-23	Huacaya	Blanco	Hembra	2D
59	052-23	Huacaya	Blanco	Macho	DL
60	012-23	Huacaya	Blanco	Macho	DL
61	212-23	Huacaya	Blanco	Macho	DL
62	065-23	Huacaya	Blanco	Macho	DL
63	067-23	Huacaya	Blanco	Macho	DL
64	085-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL
65	079-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL
66	077-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL
67	092-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL
68	047-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL
69	050-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL
70	086-23	Huacaya	Blanco	Hembra	DL

Anexo 4: Instrumento de campo de recolección de muestras de fibra de alpaca Suri

LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES



FICHA TECNICA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FIBRA DE ALPACA SURI

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	N° ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
1	2200	Suri	Blanco	Macho	BLL
2	80	Suri	Blanco	Macho	BLL
3	184	Suri	Blanco	Macho	BLL
4	257	Suri	Blanco	Macho	BLL
5	00293-23	Suri	Blanco	Macho	BLL
6	033-23	Suri	Blanco	Macho	BLL
7	14379	Suri	Blanco	Macho	BLL
8	4488	Suri	Blanco	Macho	BLL
9	00450-23	Suri	Blanco	Macho	BLL
10	81	Suri	Blanco	Hembra	BLL
11	71	Suri	Blanco	Hembra	BLL
12	77	Suri	Blanco	Hembra	BLL
13	78	Suri	Blanco	Hembra	BLL
14	23	Suri	Blanco	Hembra	BLL
15	20	Suri	Blanco	Hembra	BLL
16	12	Suri	Blanco	Hembra	BLL
17	14	Suri	Blanco	Hembra	BLL
18	10	Suri	Blanco	Hembra	BLL
19	MCC-004	Suri	Blanco	Hembra	BLL
20	2154	Suri	Blanco	Hembra	BLL
21	162	Suri	Blanco	Hembra	BLL
22	00413-23	Suri	Blanco	Hembra	BLL
23	373	Suri	Blanco	Macho	4D

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



FICHA TECNICA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FIBRA DE ALPACA SURI

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	N° ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
24	1013	Suri	Blanco	Macho	4D
25	72	Suri	Blanco	Hembra	4D
26	75	Suri	Blanco	Hembra	4D
27	76	Suri	Blanco	Hembra	4D
28	17	Suri	Blanco	Hembra	4D
29	56	Suri	Blanco	Hembra	4D
30	58	Suri	Blanco	Hembra	4D
31	S/A 8	Suri	Blanco	Hembra	4D
32	S/A 53	Suri	Blanco	Hembra	4D
33	S/A 3	Suri	Blanco	Hembra	4D
34	24090	Suri	Blanco	Hembra	4D
35	S/A 51	Suri	Blanco	Hembra	4D
36	558	Suri	Blanco	Hembra	4D
37	28	Suri	Blanco	Hembra	4D
38	54	Suri	Blanco	Hembra	4D
39	46	Suri	Blanco	Hembra	4D
40	36	Suri	Blanco	Hembra	4D
41	S/A 55	Suri	Blanco	Macho	2D
42	00382-23	Suri	Blanco	Macho	2D
43	0382-23	Suri	Blanco	Macho	2D
44	S/A 5	Suri	Blanco	Macho	2D
45	83	Suri	Blanco	Hembra	2D
46	73	Suri	Blanco	Hembra	2D
47	22	Suri	Blanco	Hembra	2D

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



FICHA TECNICA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FIBRA DE ALPACA SURI

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	N° ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
48	19	Suri	Blanco	Hembra	2D
49	18	Suri	Blanco	Hembra	2D
50	3	Suri	Blanco	Hembra	2D
51	9	Suri	Blanco	Hembra	2D
52	57	Suri	Blanco	Hembra	2D
53	41	Suri	Blanco	Hembra	2D
54	2165	Suri	Blanco	Hembra	2D
55	128	Suri	Blanco	Hembra	2D
56	S/ A 1	Suri	Blanco	Macho	DL
57	S/A 4	Suri	Blanco	Macho	DL
58	15	Suri	Blanco	Macho	DL
59	00314-23_12	Suri	Blanco	Macho	DL
60	S/A 12	Suri	Blanco	Macho	DL
61	2122	Suri	Blanco	Macho	DL
62	2125	Suri	Blanco	Macho	DL
63	133-23	Suri	Blanco	Hembra	DL
64	134	Suri	Blanco	Hembra	DL
65	151-23	Suri	Blanco	Hembra	DL
66	144-23	Suri	Blanco	Hembra	DL
67	140-23	Suri	Blanco	Hembra	DL
68	139-23	Suri	Blanco	Hembra	DL
69	147-23	Suri	Blanco	Hembra	DL
70	145-23	Suri	Blanco	Hembra	DL

Anexo 5: Ficha de registro de resultados de finura de la fibra de alpaca huacaya obtenidos del equipo FIBER EC

LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FINURA DE ALPACA HUACAYA

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	FINURA (micras)	FACTOR DE CONFOT (%)	FACTO DE PICAZÓN (%)	FINURA AL HILADO (micras)
1	alpaca huacaya blanco	BLL	M	25.66	80.35	19.65	24.60
2	alpaca huacaya blanco	BLL	M	21.64	95.65	4.35	20.84
3	alpaca huacaya blanco	BLL	M	17.94	95.68	4.32	18.80
4	alpaca huacaya blanco	BLL	M	19.78	96.80	3.20	19.02
5	alpaca huacaya blanco	BLL	M	20.55	93.17	6.83	21.00
6	alpaca huacaya blanco	BLL	M	17.33	98.64	1.36	17.83
7	alpaca huacaya blanco	BLL	M	21.57	94.71	5.29	21.58
8	alpaca huacaya blanco	BLL	M	22.08	93.29	6.71	21.80
9	alpaca huacaya blanco	BLL	M	20.86	96.42	3.58	20.61
10	alpaca huacaya blanco	BLL	M	22.09	95.31	4.69	21.41
11	alpaca huacaya blanco	BLL	H	19.53	98.19	1.81	18.95
12	alpaca huacaya blanco	BLL	H	19.05	87.02	12.98	23.30
13	alpaca huacaya blanco	BLL	H	23.90	96.49	3.51	20.17
14	alpaca huacaya blanco	BLL	H	21.12	92.78	7.22	21.47
15	alpaca huacaya blanco	BLL	H	19.98	97.53	2.47	19.44
16	alpaca huacaya blanco	BLL	H	18.88	99.45	0.55	16.63
17	alpaca huacaya blanco	BLL	H	23.58	96.86	3.14	19.26
18	alpaca huacaya blanco	BLL	H	22.07	90.93	9.07	21.73
19	alpaca huacaya blanco	BLL	H	24.41	80.63	19.37	26.14
20	alpaca huacaya blanco	BLL	H	15.49	88.62	11.38	22.27
21	alpaca huacaya blanco	4D	M	19.41	95.67	4.33	19.81
22	alpaca huacaya blanco	4D	M	21.69	95.07	4.93	20.81
23	alpaca huacaya blanco	4D	M	23.84	86.73	13.27	23.17
24	alpaca huacaya blanco	4D	M	18.51	97.62	2.38	18.21

Juliaca, 6 .de mayo del 2024

Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FINURA DE ALPACA
HUACAYA**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	FINURA (micras)	FACTOR DE CONFOT (%)	FACTOR DE PICAZÓN (%)	FINURA AL HILADO (micras)
25	alpaca huacaya blanco	4D	M	19.02	94.89	5.11	19.67
26	alpaca huacaya blanco	4D	M	20.76	91.58	8.42	21.70
27	alpaca huacaya blanco	4D	M	21.85	98.96	1.04	16.97
28	alpaca huacaya blanco	4D	M	17.57	96.27	3.73	19.51
29	alpaca huacaya blanco	4D	M	19.85	99.59	0.41	17.34
30	alpaca huacaya blanco	4D	H	25.08	85.17	14.83	24.36
31	alpaca huacaya blanco	4D	H	21.64	91.48	8.52	22.51
32	alpaca huacaya blanco	4D	H	22.74	90.99	9.01	22.25
33	alpaca huacaya blanco	4D	H	20.65	95.25	4.75	20.55
34	alpaca huacaya blanco	4D	H	22.01	90.64	9.36	22.37
35	alpaca huacaya blanco	4D	H	20.87	95.52	4.48	20.40
36	alpaca huacaya blanco	4D	H	16.46	93.85	6.15	21.79
37	alpaca huacaya blanco	4D	H	20.00	77.00	23.00	25.10
38	alpaca huacaya blanco	4D	H	27.04	80.67	19.33	25.46
39	alpaca huacaya blanco	4D	H	18.67	97.39	2.61	18.59
40	alpaca huacaya blanco	4D	H	19.26	96.39	3.61	19.28
41	alpaca huacaya blanco	2D	M	14.91	97.99	2.01	18.01
42	alpaca huacaya blanco	2D	M	18.72	99.29	0.71	16.14
43	alpaca huacaya blanco	2D	M	20.05	94.58	5.42	20.63
44	alpaca huacaya blanco	2D	M	21.73	98.71	1.29	18.44
45	alpaca huacaya blanco	2D	M	15.86	99.13	0.87	18.23
46	alpaca huacaya blanco	2D	M	22.96	100.00	0.00	15.84
47	alpaca huacaya blanco	2D	M	23.52	99.23	0.77	18.37

Juliacá, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FINURA DE ALPACA
HUACAYA**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	FINURA (micras)	FACTOR DE CONFOT (%)	FACTOR DE PICAZÓN (%)	FINURA AL HILADO (micras)
48	alpaca huacaya blanco	2D	M	18.10	98.69	1.31	18.19
49	alpaca huacaya blanco	2D	M	16.45	98.65	1.35	17.87
50	alpaca huacaya blanco	2D	H	22.03	92.33	7.67	21.36
51	alpaca huacaya blanco	2D	H	20.60	95.37	4.63	20.69
52	alpaca huacaya blanco	2D	H	22.58	89.22	10.78	22.51
53	alpaca huacaya blanco	2D	H	18.80	98.21	1.79	18.31
54	alpaca huacaya blanco	2D	H	17.32	98.86	1.14	17.24
55	alpaca huacaya blanco	2D	H	17.08	99.50	0.50	16.76
56	alpaca huacaya blanco	2D	H	18.61	99.19	0.81	17.99
57	alpaca huacaya blanco	2D	H	17.47	98.66	1.34	17.24
58	alpaca huacaya blanco	2D	H	16.88	97.70	2.30	17.24
59	alpaca huacaya blanco	DL	M	17.49	97.22	2.78	17.54
60	alpaca huacaya blanco	DL	M	16.18	99.46	0.54	15.53
61	alpaca huacaya blanco	DL	M	15.03	100.00	0.00	14.28
62	alpaca huacaya blanco	DL	M	20.76	92.67	7.33	21.05
63	alpaca huacaya blanco	DL	M	19.32	97.22	2.78	18.83
64	alpaca huacaya blanco	DL	H	15.90	96.39	3.61	18.82
65	alpaca huacaya blanco	DL	H	15.08	98.93	1.07	16.85
66	alpaca huacaya blanco	DL	H	17.04	99.15	0.85	17.25
67	alpaca huacaya blanco	DL	H	14.66	99.97	0.03	16.06
68	alpaca huacaya blanco	DL	H	16.10	96.77	3.23	20.10
69	alpaca huacaya blanco	DL	H	14.04	95.84	4.16	20.65
70	alpaca huacaya blanco	DL	H	16.55	99.21	0.79	18.48

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

Anexo 6: Ficha de registro de resultados de finura de la fibra de alpaca Suri obtenidos del equipo FIBER EC

LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FINURA DE ALPACA SURI

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	FINURA (micras)	FACTOR DE CONFOT (%)	FACTOR DE PICAZÓN (%)	FINURA AL HILADO (micras)
1	alpaca Suri blanco	BLL	M	19.44	94.34	5.66	20.37
2	alpaca Suri blanco	BLL	M	23.94	86.94	13.06	23.63
3	alpaca Suri blanco	BLL	M	27.30	71.16	28.84	28.13
4	alpaca Suri blanco	BLL	M	24.76	80.90	19.10	27.29
5	alpaca Suri blanco	BLL	M	24.78	82.42	17.58	25.47
6	alpaca Suri blanco	BLL	M	23.52	85.81	14.19	23.39
7	alpaca Suri blanco	BLL	M	25.15	79.73	20.27	25.43
8	alpaca Suri blanco	BLL	M	20.70	93.42	6.58	21.56
9	alpaca Suri blanco	BLL	M	24.98	84.48	15.52	24.77
10	alpaca Suri blanco	BLL	H	20.23	92.59	7.41	21.47
11	alpaca Suri blanco	BLL	H	19.39	95.72	4.28	19.73
12	alpaca Suri blanco	BLL	H	18.90	95.67	4.33	19.40
13	alpaca Suri blanco	BLL	H	21.96	87.52	12.48	24.51
14	alpaca Suri blanco	BLL	H	21.53	97.18	2.82	20.59
15	alpaca Suri blanco	BLL	H	18.58	95.94	4.06	19.25
16	alpaca Suri blanco	BLL	H	18.29	97.91	2.09	18.54
17	alpaca Suri blanco	BLL	H	23.06	90.65	9.35	23.09
18	alpaca Suri blanco	BLL	H	21.03	93.49	6.51	21.53
19	alpaca Suri blanco	BLL	H	20.80	94.17	5.83	21.14
20	alpaca Suri blanco	BLL	H	22.16	88.67	11.33	22.74
21	alpaca Suri blanco	BLL	H	20.85	92.72	7.28	21.46
22	alpaca Suri blanco	BLL	H	23.67	89.00	11.00	23.27
23	alpaca Suri blanco	4D	M	19.93	94.23	5.77	20.49

Juliaca, 6 de mayo del 2024

Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FINURA DE ALPACA
SURI**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	FINURA (micras)	FACTOR DE CONFOT (%)	FACTOR DE PICAZÓN (%)	FINURA AL HILADO (micras)
24	alpaca Suri blanco	4D	M	18.21	93.69	6.31	19.42
25	alpaca Suri blanco	4D	H	22.02	91.10	8.90	22.56
26	alpaca Suri blanco	4D	H	19.63	95.96	4.04	19.78
27	alpaca Suri blanco	4D	H	16.17	97.87	2.13	17.18
28	alpaca Suri blanco	4D	H	24.02	86.13	13.87	25.62
29	alpaca Suri blanco	4D	H	22.92	89.13	10.87	23.23
30	alpaca Suri blanco	4D	H	22.09	91.15	8.85	22.71
31	alpaca Suri blanco	4D	H	19.96	94.74	5.26	20.14
32	alpaca Suri blanco	4D	H	21.69	92.57	7.43	21.39
33	alpaca Suri blanco	4D	H	19.29	94.04	5.96	20.06
34	alpaca Suri blanco	4D	H	21.24	88.80	11.20	23.01
35	alpaca Suri blanco	4D	H	16.58	97.30	2.70	17.71
36	alpaca Suri blanco	4D	H	21.01	85.44	14.56	23.95
37	alpaca Suri blanco	4D	H	25.09	85.13	14.87	24.77
38	alpaca Suri blanco	4D	H	21.72	93.93	6.07	21.31
39	alpaca Suri blanco	4D	H	22.92	85.65	14.35	24.44
40	alpaca Suri blanco	4D	H	21.68	91.68	8.32	22.06
41	alpaca Suri blanco	2D	M	19.72	89.10	10.90	23.70
42	alpaca Suri blanco	2D	M	18.45	95.81	4.19	19.17
43	alpaca Suri blanco	2D	M	18.57	94.51	5.49	18.98
44	alpaca Suri blanco	2D	M	17.76	96.90	3.10	18.26
45	alpaca Suri blanco	2D	H	18.21	97.98	2.02	17.89
46	alpaca Suri blanco	2D	H	20.83	93.26	6.74	21.22
47	alpaca Suri blanco	2D	H	19.79	92.51	7.49	20.81

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE ANALISIS DE FINURA DE ALPACA
SURI**

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	FINURA (micras)	FACTOR DE CONFOT (%)	FACTO DE PICAZÓN (%)	FINURA AL HILADO (micras)
48	alpaca Suri blanco	2D	H	21.86	94.57	5.43	21.39
49	alpaca Suri blanco	2D	H	19.18	94.82	5.18	19.70
50	alpaca Suri blanco	2D	H	25.91	80.25	19.75	25.60
51	alpaca Suri blanco	2D	H	25.61	76.90	23.10	25.15
52	alpaca Suri blanco	2D	H	20.46	89.77	10.23	21.27
53	alpaca Suri blanco	2D	H	20.16	93.53	6.47	21.60
54	alpaca Suri blanco	2D	H	18.24	95.65	4.35	19.59
55	alpaca Suri blanco	2D	H	22.68	88.21	11.79	23.60
56	alpaca Suri blanco	DL	M	16.70	97.01	2.99	17.56
57	alpaca Suri blanco	DL	M	17.24	95.68	4.32	18.92
58	alpaca Suri blanco	DL	M	16.66	98.82	1.18	16.79
59	alpaca Suri blanco	DL	M	15.56	99.94	0.06	15.40
60	alpaca Suri blanco	DL	M	19.45	91.30	8.70	22.45
61	alpaca Suri blanco	DL	M	18.66	95.53	4.47	19.75
62	alpaca Suri blanco	DL	M	20.25	93.89	6.11	21.34
63	alpaca Suri blanco	DL	H	17.92	96.17	3.83	18.62
64	alpaca Suri blanco	DL	H	18.69	93.95	6.05	19.91
65	alpaca Suri blanco	DL	H	18.20	97.87	2.13	17.98
66	alpaca Suri blanco	DL	H	18.36	94.54	5.46	19.88
67	alpaca Suri blanco	DL	H	17.41	97.17	2.83	17.84
68	alpaca Suri blanco	DL	H	16.55	97.14	2.86	17.27
69	alpaca Suri blanco	DL	H	18.22	95.87	4.13	18.51
70	alpaca Suri blanco	DL	H	15.20	97.88	2.12	16.30

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

Anexo 7: Ficha de registro de resultados de modulómetro de la fibra de alpaca Huacaya obtenidos del FIBER MED

LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MEDULOMETRO

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

RESULTADO DE ANALISIS DE MEDULACIÓN DE ALPACAS HUACAYA

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	%_Med	%_NoMed	%_Med_Frag	%_Med_Disc	%_Med_Cont	%_F_Med
1	alpaca huacaya blanco	BLL	M	61.88	38.13	20.00	14.38	24.38	2.81
2	alpaca huacaya blanco	BLL	M	44.35	55.65	23.47	8.94	10.24	0.03
3	alpaca huacaya blanco	BLL	M	39.33	60.67	11.53	16.81	10.57	0.00
4	alpaca huacaya blanco	BLL	M	53.81	46.19	16.24	20.54	16.90	0.00
5	alpaca huacaya blanco	BLL	M	58.82	41.18	14.85	19.61	24.20	0.04
6	alpaca huacaya blanco	BLL	M	72.92	27.08	31.61	21.30	19.91	0.06
7	alpaca huacaya blanco	BLL	M	32.28	67.72	11.68	11.99	8.25	0.09
8	alpaca huacaya blanco	BLL	M	46.15	53.85	20.85	10.78	13.74	0.07
9	alpaca huacaya blanco	BLL	M	79.08	20.92	15.58	26.89	36.15	0.27
10	alpaca huacaya blanco	BLL	M	52.88	47.12	18.12	21.81	12.72	0.00
11	alpaca huacaya blanco	BLL	H	52.88	47.12	15.93	18.64	17.89	0.11
12	alpaca huacaya blanco	BLL	H	38.22	61.78	17.17	12.25	8.43	0.03
13	alpaca huacaya blanco	BLL	H	78.91	21.09	24.44	24.85	28.73	0.06
14	alpaca huacaya blanco	BLL	H	59.72	40.28	29.08	13.99	15.99	0.00
15	alpaca huacaya blanco	BLL	H	38.84	61.16	19.38	7.28	11.79	0.00
16	alpaca huacaya blanco	BLL	H	54.67	45.33	28.24	12.90	12.09	0.19
17	alpaca huacaya blanco	BLL	H	48.81	51.19	29.90	8.68	9.24	0.00
18	alpaca huacaya blanco	BLL	H	47.23	52.77	23.28	5.93	17.14	0.10
19	alpaca huacaya blanco	BLL	H	41.59	58.41	25.94	6.45	8.10	0.00
20	alpaca huacaya blanco	BLL	H	32.81	67.19	23.64	3.49	4.97	0.02
21	alpaca huacaya blanco	4D	M	55.56	44.44	32.30	13.24	9.96	0.00
22	alpaca huacaya blanco	4D	M	31.68	68.32	14.67	7.66	8.27	0.00
23	alpaca huacaya blanco	4D	M	35.57	64.43	7.83	11.48	16.26	0.00
24	alpaca huacaya blanco	4D	M	58.36	41.64	21.89	22.01	13.71	0.00

Juliaca, 6 de mayo del 2024

Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MEDULOMETRO

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

RESULTADO DE ANALISIS DE MEDULACIÓN DE ALPACAS HUACAYA

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	%_Med	%_NoMed	%_Med_Frag	%_Med_Disc	%_Med_Cont	%_F_Med
25	alpaca huacaya blanco	4D	M	36.96	63.04	17.11	9.57	10.16	0.00
26	alpaca huacaya blanco	4D	M	57.46	42.54	22.45	13.63	20.35	0.10
27	alpaca huacaya blanco	4D	M	43.12	56.88	24.84	8.78	5.46	0.00
28	alpaca huacaya blanco	4D	M	56.28	43.72	20.81	14.88	19.52	0.00
29	alpaca huacaya blanco	4D	M	42.73	57.27	31.83	4.93	4.82	0.00
30	alpaca huacaya blanco	4D	H	56.86	43.14	28.33	10.02	18.13	0.05
31	alpaca huacaya blanco	4D	H	50.60	49.40	34.24	6.53	8.97	0.02
32	alpaca huacaya blanco	4D	H	63.91	36.09	39.67	11.38	11.27	0.00
33	alpaca huacaya blanco	4D	H	27.77	72.23	19.90	2.94	4.38	0.00
34	alpaca huacaya blanco	4D	H	21.76	78.24	12.33	2.07	6.92	0.00
35	alpaca huacaya blanco	4D	H	47.28	52.72	22.23	8.88	14.32	0.04
36	alpaca huacaya blanco	4D	H	38.58	61.42	14.55	3.22	18.10	0.70
37	alpaca huacaya blanco	4D	H	33.99	66.01	23.53	4.27	5.13	0.00
38	alpaca huacaya blanco	4D	H	31.60	68.40	10.23	8.08	12.49	0.00
39	alpaca huacaya blanco	4D	H	31.31	68.69	16.49	6.72	7.57	0.04
40	alpaca huacaya blanco	4D	H	30.09	69.91	14.71	3.81	10.93	0.00
41	alpaca huacaya blanco	2D	M	38.55	61.45	19.22	9.70	9.15	0.03
42	alpaca huacaya blanco	2D	M	32.59	67.41	10.29	14.64	7.62	0.00
43	alpaca huacaya blanco	2D	M	35.59	64.41	21.59	6.83	7.17	0.00
44	alpaca huacaya blanco	2D	M	34.47	65.53	20.06	9.06	5.07	0.00
45	alpaca huacaya blanco	2D	M	39.87	60.13	18.70	11.48	9.58	0.00
46	alpaca huacaya blanco	2D	M	70.63	29.37	37.80	16.95	15.88	0.00
47	alpaca huacaya blanco	2D	M	65.14	34.86	28.51	26.01	10.31	0.00

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MEDULOMETRO

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

RESULTADO DE ANALISIS DE MEDULACIÓN DE ALPACAS HUACAYA

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	%_Med	%_NoMed	%_Med_Frag	%_Med_Disc	%_Med_Cont	%_F_Med
48	alpaca huacaya blanco	2D	M	56.02	43.98	16.41	18.35	21.02	0.00
49	alpaca huacaya blanco	2D	M	21.01	78.99	9.80	5.57	4.92	0.00
50	alpaca huacaya blanco	2D	H	57.51	42.49	22.80	15.89	17.86	0.31
51	alpaca huacaya blanco	2D	H	39.52	60.48	16.55	12.81	9.98	0.00
52	alpaca huacaya blanco	2D	H	40.16	59.84	17.23	13.38	9.32	0.00
53	alpaca huacaya blanco	2D	H	49.75	50.25	11.68	23.00	15.02	0.00
54	alpaca huacaya blanco	2D	H	23.47	76.53	8.74	8.65	5.80	0.00
55	alpaca huacaya blanco	2D	H	41.58	58.42	17.75	10.73	12.88	0.00
56	alpaca huacaya blanco	2D	H	46.75	53.25	12.88	21.20	12.11	0.00
57	alpaca huacaya blanco	2D	H	80.77	19.23	33.74	29.88	17.01	0.00
58	alpaca huacaya blanco	2D	H	71.71	28.29	30.24	27.37	13.81	0.00
59	alpaca huacaya blanco	DL	M	53.66	46.34	36.59	7.55	9.24	0.00
60	alpaca huacaya blanco	DL	M	62.31	37.69	38.15	12.51	11.25	0.00
61	alpaca huacaya blanco	DL	M	54.65	45.35	23.55	10.54	19.78	0.04
62	alpaca huacaya blanco	DL	M	35.00	65.00	24.36	5.48	4.36	0.00
63	alpaca huacaya blanco	DL	M	43.57	56.43	17.93	11.39	14.18	0.07
64	alpaca huacaya blanco	DL	H	36.90	63.10	25.07	5.69	5.77	0.00
65	alpaca huacaya blanco	DL	H	57.04	42.96	34.12	7.96	13.94	0.00
66	alpaca huacaya blanco	DL	H	57.43	42.57	40.71	8.73	7.69	0.00
67	alpaca huacaya blanco	DL	H	26.73	73.27	20.74	2.72	2.97	0.00
68	alpaca huacaya blanco	DL	H	57.43	42.57	38.62	8.91	9.14	0.36
69	alpaca huacaya blanco	DL	H	43.75	56.25	1.56	23.44	18.75	0.00
70	alpaca huacaya blanco	DL	H	15.49	84.51	10.87	2.41	2.14	0.00

Juliaca, 6 de mayo del 2024

Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**Anexo 8: Ficha de registro de resultados de modulómetro de la fibra de alpaca Suri
obtenidos del FIBER MED**

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MEDULOMETRO

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

RESULTADO DE ANALISIS DE MEDULACIÓN EN ALPACAS SURI

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	%_Med	%_NoMed	%_Med_Frag	%_Med_Disc	%_Med_Cont	%_F_Med
1	alpaca Suri blanco	BLL	M	65.48	34.52	31.88	17.72	15.51	0.00
2	alpaca Suri blanco	BLL	M	31.30	68.70	5.73	8.15	16.89	0.16
3	alpaca Suri blanco	BLL	M	73.93	26.07	15.02	22.56	36.15	0.10
4	alpaca Suri blanco	BLL	M	62.35	37.65	20.17	15.73	26.11	0.00
5	alpaca Suri blanco	BLL	M	81.93	18.07	18.64	34.93	27.16	0.95
6	alpaca Suri blanco	BLL	M	70.89	29.11	16.64	35.04	18.50	0.00
7	alpaca Suri blanco	BLL	M	53.82	46.18	24.13	13.08	16.41	0.00
8	alpaca Suri blanco	BLL	M	35.51	64.49	15.39	11.75	7.99	0.00
9	alpaca Suri blanco	BLL	M	58.55	41.45	17.34	17.64	23.10	0.06
10	alpaca Suri blanco	BLL	H	49.10	50.90	19.41	13.54	16.00	0.06
11	alpaca Suri blanco	BLL	H	59.66	40.34	18.27	20.36	20.01	0.72
12	alpaca Suri blanco	BLL	H	69.80	30.20	34.79	20.97	13.36	0.12
13	alpaca Suri blanco	BLL	H	61.45	38.55	20.14	17.45	23.56	0.00
14	alpaca Suri blanco	BLL	H	36.72	63.28	10.68	11.84	14.03	0.00
15	alpaca Suri blanco	BLL	H	63.69	36.31	29.12	17.56	16.65	0.04
16	alpaca Suri blanco	BLL	H	44.84	55.16	23.43	11.73	9.17	0.09
17	alpaca Suri blanco	BLL	H	63.56	36.44	18.19	20.55	24.14	0.27
18	alpaca Suri blanco	BLL	H	67.05	32.95	31.81	15.52	16.87	0.57
19	alpaca Suri blanco	BLL	H	39.37	60.63	17.48	8.81	12.38	0.00
20	alpaca Suri blanco	BLL	H	56.05	43.95	15.24	16.87	23.54	0.00
21	alpaca Suri blanco	BLL	H	54.82	45.18	24.40	12.30	14.40	1.02
22	alpaca Suri blanco	BLL	H	56.46	43.54	23.36	12.41	19.16	0.09
23	alpaca Suri blanco	4D	M	66.91	33.09	21.40	21.90	23.48	0.00

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MEDULOMETRO DE ALPACA SURI

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

RESULTADO DE ANALISIS DE MEDULACIÓN EN ALPACAS SURI

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	%_Med	%_NoMed	%_Med_Frag	%_Med_Disc	%_Med_Cont	%_F_Med
24	alpaca Suri blanco	4D	M	42.25	57.75	19.90	14.74	6.55	0.00
25	alpaca Suri blanco	4D	H	37.71	62.29	21.93	5.03	9.67	0.00
26	alpaca Suri blanco	4D	H	53.95	46.05	36.39	9.28	6.84	0.13
27	alpaca Suri blanco	4D	H	94.86	5.14	7.30	22.54	60.62	3.93
28	alpaca Suri blanco	4D	H	82.45	17.55	26.11	21.23	33.90	0.64
29	alpaca Suri blanco	4D	H	44.75	55.25	19.70	7.87	16.46	0.04
30	alpaca Suri blanco	4D	H	62.46	37.54	19.25	19.32	22.71	0.22
31	alpaca Suri blanco	4D	H	85.25	14.75	20.44	26.28	37.75	0.10
32	alpaca Suri blanco	4D	H	41.48	58.52	13.61	7.75	17.55	0.73
33	alpaca Suri blanco	4D	H	76.46	23.54	18.57	21.41	35.58	0.33
34	alpaca Suri blanco	4D	H	33.16	66.84	17.87	6.14	8.11	0.00
35	alpaca Suri blanco	4D	H	59.69	40.31	20.07	15.07	22.34	0.68
36	alpaca Suri blanco	4D	H	44.37	55.63	21.01	11.89	10.26	0.07
37	alpaca Suri blanco	4D	H	78.24	21.76	17.04	23.87	36.57	0.13
38	alpaca Suri blanco	4D	H	32.76	67.24	14.07	4.93	12.75	0.56
39	alpaca Suri blanco	4D	H	68.73	31.27	25.01	19.11	23.76	0.00
40	alpaca Suri blanco	4D	H	55.42	44.58	11.15	14.53	27.09	1.72
41	alpaca Suri blanco	2D	M	17.34	82.66	6.65	4.50	5.93	0.07
42	alpaca Suri blanco	2D	M	69.92	30.08	39.65	15.04	15.18	0.00
43	alpaca Suri blanco	2D	M	44.31	55.69	13.34	16.51	14.10	0.03
44	alpaca Suri blanco	2D	M	39.79	60.21	24.19	4.54	10.67	0.00
45	alpaca Suri blanco	2D	H	25.27	74.73	16.71	4.22	3.84	0.00
46	alpaca Suri blanco	2D	H	26.90	73.10	8.43	7.39	10.79	0.00
47	alpaca Suri blanco	2D	H	72.13	27.87	18.36	18.03	35.37	0.00

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
Ing. Percy W. Mamani Mamani
Especialista de fibras EPITYC

LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES



FICHA DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MEDULOMETRO

Departamento: Puno

Provincia: Carabaya

Distrito: Macusani

Tesista: Bach. Lucila Machaca Hallasi

RESULTADO DE ANALISIS DE MEDULACIÓN EN ALPACAS SURI

ID	DESCRIPCIÓN	EDAD	SEXO	%_Med	%_NoMed	%_Med_Frag	%_Med_Disc	%_Med_Cont	%_F_Med
48	alpaca Suri blanco	2D	H	26.31	73.69	11.13	6.03	8.57	0.26
49	alpaca Suri blanco	2D	H	20.84	79.16	7.17	3.82	8.25	0.57
50	alpaca Suri blanco	2D	H	25.51	74.49	11.40	3.80	8.87	0.44
51	alpaca Suri blanco	2D	H	25.09	74.91	12.47	3.91	7.84	0.27
52	alpaca Suri blanco	2D	H	55.46	44.54	18.16	11.07	24.75	0.00
53	alpaca Suri blanco	2D	H	51.21	48.79	22.63	12.76	14.38	0.00
54	alpaca Suri blanco	2D	H	62.02	37.98	17.55	16.17	25.98	0.82
55	alpaca Suri blanco	2D	H	58.79	41.21	22.52	16.28	19.76	0.06
56	alpaca Suri blanco	DL	M	50.94	49.06	16.24	16.17	17.28	0.07
57	alpaca Suri blanco	DL	M	25.52	74.48	9.96	8.42	6.90	0.03
58	alpaca Suri blanco	DL	M	29.99	70.01	14.37	8.47	6.82	0.05
59	alpaca Suri blanco	DL	M	36.15	63.85	20.23	9.92	5.78	0.00
60	alpaca Suri blanco	DL	M	56.13	43.87	22.34	16.85	16.83	0.00
61	alpaca Suri blanco	DL	M	46.83	53.17	24.95	9.95	11.82	0.00
62	alpaca Suri blanco	DL	M	71.51	28.49	38.98	16.03	16.37	0.00
63	alpaca Suri blanco	DL	H	55.33	44.67	22.29	12.44	18.20	0.09
64	alpaca Suri blanco	DL	H	79.57	20.43	15.06	23.84	39.49	0.73
65	alpaca Suri blanco	DL	H	75.48	24.52	19.15	20.97	34.99	0.09
66	alpaca Suri blanco	DL	H	61.65	38.35	20.10	14.80	26.32	0.00
67	alpaca Suri blanco	DL	H	35.84	64.16	9.75	7.39	16.71	1.28
68	alpaca Suri blanco	DL	H	46.72	53.28	17.25	8.36	20.10	0.15
69	alpaca Suri blanco	DL	H	36.93	63.07	11.52	9.90	13.47	0.66
70	alpaca Suri blanco	DL	H	57.58	42.42	19.70	16.69	19.95	0.08

Juliaca, 6 de mayo del 2024

.....
 Ing. Percy W. Mamani Mamani
 Especialista de fibras EPITYC

Anexo 9: Validación de Expertos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES
 FITCHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES : Mamani Mamani, Percy W.
 1.2. GRADO ACADEMICO : INGENIERO
 1.3. INSTITUCIÓN QUE LABORA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
 1.4. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN : Características de la fibra y parámetros de Modulación en Alpacas Huacaya y Suri del distrito de Macasani - Arequipa, 2023
 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO : Beatriz Lucila Machaca Huasi
 1.6. NOMBRE DEL INSTRUMENTO : FICHA DE REGISTRO DE REALIZACIÓN DE ENTOS
 1.7. CRITERIOS DE APLICABILIDAD :
 a) De 01 al 09: (no valida y reformular) b) De 10 a 12: (no valida, modificar)
 c) De 12 a 15: (valido y mejorar) d) De 15 a 18: (valido y precisar)
 e) De 18 a 20: (valido y aplicar)

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		01-09	10-12	12-15	15-18	18-20
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	01	02	03	04	05
OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos				18	19
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					19
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					19
SUFICIENCIA	Comprende aspectos cuantitativos y cualitativos				18	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis				18	
CONSISTENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables, dimensiones, indicadores con los ítems					19
METODOLOGIA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr la hipótesis				18	
CONVENIENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					19
Sub total						
Total						

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
 VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.4)
 VALORACIÓN CUALITATIVA

18.5
 Excelente

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

APLICABLE

Lugar y fecha: JULIACA 02/05/20



Percy W. Mamani Mamani
 Ing. Textil y de Confecciones
 CIP. 331852

Firma y post firma del experto
 DNI N°:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES : Sucasaca Guispe, Alexander
 1.2. GRADO ACADÉMICO : Ingeniero
 1.3. INSTITUCIÓN QUE LABORA : UNAJ
 1.4. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN : Características de la fibra y porcentaje de Medelación en Alpacas Huacaya y Surí del distrito Macusani - Carabayo, 2023
 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO : Boch, Livia Huachaca Kallisa
 1.6. NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro de Revaluación de datos
 1.7. CRITERIOS DE APLICABILIDAD :
 a) De 01 al 09: (no valida y reformular) b) De 10 a 12: (no valida, modificar)
 c) De 12 a 15: (valido y mejorar) d) De 15 a 18: (valido y precisar)
 e) De 18 a 20: (valido y aplicar)

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		01-09	10-12	12-15	15-18	18-20
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado				17	
OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos					18
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					19
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				18	
SUFICIENCIA	Comprende aspectos cuantitativos y cualitativos					19
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis				18	
CONSISTENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables, dimensiones, indicadores con los ítems				18	
METODOLOGIA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr la hipótesis					19
CONVENIENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico				18	
Sub total						
Total						

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
 VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.4)

18.2

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Excelente

Aplicable

..... se considere muy bueno

Lugar y fecha: Juliaca 02/05/25



 Alexander Guispe Guispe
 ING. TEXTIL Y DE CONFECCIONES
 CIP 138766

Firma y post firma del experto
 DNI N°: 74.311690

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES
FITCHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

1.1. APELLIDOS Y NOMBRES : JOHN CHOQUEHUANCA RODRIGO
 1.2. GRADO ACADEMICO : Ingeniero
 1.3. INSTITUCIÓN QUE LABORA : U.N.A.J.
 1.4. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN : CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y PORCENTAJE DE MEDULACIÓN EN ALPARGAS HUAYAY Y SURI DEL Dpt. HUANUCANO - CAYASHA 2023
 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO : Bach. Lucio MASHUCA HALLAS
 1.6. NOMBRE DEL INSTRUMENTO : FICHA DE REGISTRO DE RESECCIÓN DE DATOS
 1.7. CRITERIOS DE APLICABILIDAD :
 a) De 01 al 09: (no valida y reformular) b) De 10 a 12: (no valida, modificar)
 c) De 12 a 15: (valido y mejorar) d) De 15 a 18: (valido y precisar)
 e) De 18 a 20: (valido y aplicar)

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		01-09 01	10-12 02	12-15 03	15-18 04	18-20 05
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos					X
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X	
SUFICIENCIA	Comprende aspectos cuantitativos y cualitativos				X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de las hipótesis				X	
CONSISTENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables, dimensiones, indicadores con los ítems				X	
METODOLOGIA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr la hipótesis					X
CONVENIENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
Sub total						
Total						

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.4) 18

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: VALORACIÓN CUALITATIVA Excelente

APLICABLE Se considere Excelente

Lugar y fecha: Juliaca - 2025


 JOHN CHOQUEHUANCA RODRIGO
 Ingeniero Textil y De Confecciones
 CIP N° 340543

Firma y post firma del experto
 DNI N°:

Anexo 10: Inicio del proceso de recolección de muestra



Nota: Se procedió a comienzo de la recolección de muestreo de raza suri

Anexo 11: *Recolección de muestra*



Nota: Se realizo la extracción de las muestras de raza huacaya

Anexo 12: Muestras recolectadas del Distrito de Macusani



Nota: Se realizo la recolección muestras en el Distrito de Macusani

Anexo 13: Lavado y secado de las muestras



Nota: Se realizo el lavado y secado de las muestras de raza Suri y Huacaya

Anexo 14: *Esparcido de muestra*



Nota: Se realizo es esparcimiento de la muestra para realizar el análisis en el equipo FIBER EC

Anexo 15: *Análisis de muestra*



Nota: Se realizo el análisis de la muestra en el equipo FIBER EC

Anexo 16: Preparado de muestra para el análisis en el equipo FIBER MED



Nota: Se realizo la extracción de las muestras

Anexo 17: Análisis de muestra en el equipo de FIBER MED



Nota: Se realizo el análisis de las muestras en el equipo FIBER MED