



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



ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE
ALPACAS HUACAYA DE COLOR DE DIEZ COMUNIDADES DEL
DISTRITO DE NUÑO A MELGAR, PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

NYCOLAY THONYNO HANCCO SANCHEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

**ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS D
E LA FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE C
OLOR DE DIEZ COMUNIDADES DEL DIST**

AUTOR

**NYCOLAY THONYNO HANCCO SANCHE
Z**

RECUENTO DE PALABRAS

23110 Words

RECUENTO DE CARACTERES

116001 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

109 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

12.4MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 5, 2023 7:18 AM EST

FECHA DEL INFORME

Dec 5, 2023 7:20 AM EST

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)



D. Sc. Bilo W. Calsín Calsín
CMVP 2908



Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco
CMVP:2842



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, dedico con eterna gratitud y entrañable cariño a mis Padres Carmen y Nazario, quienes con su invaluable apoyo y paciencia me formaron para ser un profesional de éxito.

A mis hermanos: Luis, Noemy, Dianet y Jorge, por comprenderme y ser motivo de mi constante esfuerzo para alcanzar mis metas en mi formación profesional.

A mi director de Tesis, Dr. Bilo W. Calsin Calsin, por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el asesoramiento de mi trabajo de investigación.

Nycolay Thonyno Hanco Sanchez



AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio la sabiduría, fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A la Universidad Nacional del Altiplano de la ciudad de Puno, alma Mater de la Ciencia y Tecnología.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA Puno. Alma Mater de mi formación profesional, a los docentes y administrativos, quienes impartieron sus sabias enseñanzas y conocimientos.

A todos los criadores de alpaca del distrito de Nuñoa, por la ayuda recibida, tanto técnica como humana, en donde obtuve una gran información y la base de datos para desarrollar el presente trabajo de investigación.

A todos mis amigos: Ángel, Lady, Edwin, Rogelio, Cesar, Cajia y Foroca Salazar y los amigos de mi promoción que fueron mi apoyo moral, mi fuerza y mi aliento en todo momento de la carrera Universitaria que, con sus alegrías y nostalgias compartidas, recuerdos gratos que fueron hoy parte importante de mi vida. A todos ellos mil gracias. Nada hubiera sido lo mismo sin ustedes. Siempre los tendré presente.

Nycolay Thonyno Hanco Sanchez



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1.1. Objetivo general	17
1.1.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. IMPORTANCIA DEL COLOR DE FIBRA DE ALPACA	18
2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS	21
2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE ALPACA	22
2.3.1. Diámetro medio de fibra	22
2.3.2. Desviación estándar del diámetro medio de fibra	23
2.3.3. Coeficiente de variación del diámetro de fibra	24
2.3.4. Factor de confort	25
2.3.5. Índice de curvatura	26



2.4.	CORRELACIONES FENOTÍPICAS	27
2.5.	ANÁLISIS DE FIBRA DE ALPACA	28
2.6.	ANTECEDENTES	29
2.6.1.	Diámetro medio de fibra	29
2.6.2.	Desviación estándar del diámetro medio de fibra	33
2.6.3.	Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra	35
2.6.4.	Factor de confort	36
2.6.5.	Índice de curvatura	39
2.6.6.	Correlaciones fenotípicas	42

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	45
3.2.	DISEÑO DEL ESTUDIO	45
3.3.	TAMAÑO MUESTRAL.....	45
3.4.	MATERIALES DE CAMPO Y DE LABORATORIO	46
3.5.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO	47
3.5.1.	Muestreo de alpacas	47
3.5.2.	Obtención de muestras	48
3.5.3.	Determinación del diámetro medio de fibra.....	48
3.5.4.	Determinación de la desviación estándar del DMF	49
3.5.5.	Determinación de coeficiente de variación del diámetro medio de fibra	49
3.5.6.	Determinación del factor de confort	49
3.5.7.	Determinación del índice de curvatura	49
3.6.	MÉTODO ESTADÍSTICO	49



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE COLOR DE ALPACAS HUACAYA	52
4.1.1. Diámetro medio de fibra (DMF) según categoría y color.....	52
4.1.2. Desviación estándar del diámetro medio de fibra según categoría y color	56
4.1.3. Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra	59
4.1.4. Factor de confort según categoría y color de fibra.....	61
4.1.5. Índice de curvatura según categoría y color de vellón	64
4.2. CORRELACIONES FENOTÍPICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR	67
V. CONCLUSIONES	71
VI. RECOMENDACIONES	72
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	89

Área : Producción de Camélidos Sudamericanos

Tema : Características de la fibra de alpaca de color.

Fecha de sustentación: 15 de diciembre del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Distribución de alpacas por categoría y color de fibra de diez comunidades del distrito de Nuñoa.....	46
Tabla 2 Diámetro medio de fibra (μm) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya.....	52
Tabla 3 Desviación estándar del diámetro medio de fibra (μm) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya.....	56
Tabla 4 Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra (%) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya.....	59
Tabla 5 Factor de confort (%) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya.....	62
Tabla 6 Índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya.....	64
Tabla 7 Correlaciones fenotípicas de las características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color.....	67



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa	89
ANEXO 2 Desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa	91
ANEXO 3 Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa	93
ANEXO 4 Factor de confort de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa	95
ANEXO 5 Índice de curvatura de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa	97
ANEXO 6 Análisis de variancia para diámetro medio de fibra de alpaca Huacaya de color	99
ANEXO 7 Análisis de variancia para desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas de color	100
ANEXO 8 Análisis de variancia para coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas de color	101
ANEXO 9 Análisis de variancia para factor de confort de fibra de alpacas Huacaya Color	102
ANEXO 10 Análisis de variancia para índice de curvatura de fibra de alpacas Huacaya de color	103
ANEXO 11 Correlación de Pearson de las características fenotípicas de la fibra de alpacas	104
ANEXO 12 Figuras de muestreo y análisis de muestras.....	105



ANEXO13	Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	107
ANEXO 14	Autorización para el depósito de tesis en Repositorio Institucional.....	108
ANEXO 15	Dictamen de tesis.....	109



ACRÓNIMOS

°/mm:	Grados por milímetro
µm:	Micrómetro
CC:	Café claro
COM:	Café oscuro marrón
CON:	Café oscuro negro
CSA:	Camélidos Sudamericanos
CVDMF:	Coefficiente de variación del diámetro medio de fibra.
DCA:	Diseño Completamente al Azar
DMF:	Diámetro medio de fibra.
DSDMF:	Desviación estándar del diámetro medio de fibra
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
FC:	Factor de confort.
GP:	Gris plata
IC:	Índice de curvatura
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
LFX:	Crema claro (Beige)
LFY:	Crema medio (vicuña)
LFZ:	Crema intensa (vicuña intensa)
mm:	Milímetro.
N:	Negro
NTP:	Norma técnica peruana
OFDA:	Analizador óptico de diámetro de fibra
r:	Coefficiente de correlación de Pearson



RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en diez comunidades del distrito de Nuñoa de la provincia de Melgar de la región Puno, con el objetivo de determinar algunas características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color, se tomaron 200 muestras obtenidas de la región del costillar medio, las tonalidades fueron LF y CC como claros y oscuros COM, CON, N y GP, las muestras se analizaron mediante el OFDA 2000 en el laboratorio de fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos del Gobierno Regional de Puno, los datos fueron procesados en un Diseño Complemente al Azar bajo un arreglo factorial de 4 x 2 (4 categorías y 2 colores) y las asociaciones se determinó mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson. Los resultados del diámetro medio de fibra (DMF) fueron de $20.32 \pm 0.36 \mu\text{m}$, $21.21 \pm 0.45 \mu\text{m}$; $22.31 \pm 0.44 \mu\text{m}$ y $25.61 \pm 0.68 \mu\text{m}$ en alpacas de la categoría DL, 2D, 4D y 6D, respectivamente; en tonalidades de color oscuro fue de $22.74 \pm 0.36 \mu\text{m}$ y en claros fue de $20.77 \pm 0.38 \mu\text{m}$ ($P \leq 0.05$); las desviaciones estándar (DS) en fibra de alpacas DL fue de $5.40 \pm 0.17 \mu\text{m}$, 2D de $5.09 \pm 0.16 \mu\text{m}$, 4D de $5.14 \pm 0.15 \mu\text{m}$ y 6D de $5.73 \pm 0.20 \mu\text{m}$, en fibra de color oscuro fue $5.77 \pm 0.13 \mu\text{m}$ y en colores claros fue $4.72 \pm 0.09 \mu\text{m}$ ($P \leq 0.05$); el coeficiente de variabilidad (CV) de la fibra de alpacas de DL fue de 26.28 %, 2D de 23.91 %, 4D de 23.05 % y 6D de 22.32 %, en colores claro de 22.79 % y oscuro de 25.42 % ($P \leq 0.05$); el factor de confort (FC) en alpacas DL fue de 95.35 %, 2D de 93.64 %; 4D de 91.49 % y de 6D de 81.06 %, en colores claro de 93.79 % y oscuro de 88.43 % ($P \leq 0.05$); el índice de curvatura (IC) en alpacas de DL fue de $41.44 \pm 11.03 \text{ }^\circ/\text{mm}$, 2D de $44.55 \pm 1.20 \text{ }^\circ/\text{mm}$, 4D de $45.55 \pm 1.21 \text{ }^\circ/\text{mm}$ y 6D de $41.17 \pm 1.68 \text{ }^\circ/\text{mm}$, en colores claro de $47.55 \pm 0.88 \text{ }^\circ/\text{mm}$, y color oscuro $39.68 \pm 0.76 \text{ }^\circ/\text{mm}$ ($P \leq 0.05$); las correlaciones entre el DMF y FC, CV y FC fueron negativas muy alta, DMF y DS, DS y CV fueron positivas alta, DS y FC fue positiva alta, se concluye que el DMF se incrementa según categoría paralelamente el FC disminuye, la tonalidad de color tienen efecto en las características textiles y las correlaciones fueron significativas.

Palabras clave: Alpaca, Características Textiles, Color, Índice de Curvatura, Vellón.



ABSTRACT

The research work was carried out in ten communities of the Nuñoa district of the Melgar province of the Puno region, with the objective of determining some physical characteristics of the fiber of colored Huacaya alpacas, 200 samples obtained from the rib region were taken. medium, the shades were LF and CC as light and dark COM, CON, N and GP, the samples were analyzed using OFDA 2000 in the fiber laboratory of the Special South American Camelid Project of the Regional Government of Puno, the data were processed in a Randomized Complementary Design under a 4 x 2 factorial arrangement (4 categories and 2 colors) and the associations were determined using the Pearson Correlation Coefficient. The results of the mean fiber diameter (MFD) were $20.32 \pm 0.36 \mu\text{m}$, $21.21 \pm 0.45 \mu\text{m}$; $22.31 \pm 0.44 \mu\text{m}$ and $25.61 \pm 0.68 \mu\text{m}$ in alpacas of the DL, 2D, 4D and 6D category, respectively; in dark tones it was $22.74 \pm 0.36 \mu\text{m}$ and in light tones it was $20.77 \pm 0.38 \mu\text{m}$ ($P \leq 0.05$); The standard deviations (SD) in alpaca fiber DL was $5.40 \pm 0.17 \mu\text{m}$, 2D $5.09 \pm 0.16 \mu\text{m}$, 4D $5.14 \pm 0.15 \mu\text{m}$ and 6D $5.73 \pm 0.20 \mu\text{m}$, in dark-colored fiber it was $5.77 \pm 0.13 \mu\text{m}$ and in light colors it was $4.72 \pm 0.09 \mu\text{m}$ ($P \leq 0.05$); The coefficient of variability (CV) of the DL alpaca fiber was 26.28%, 2D 23.91%, 4D 23.05% and 6D 22.32%, in light colors 22.79% and dark colors 25.42% ($P \leq 0.05$). ; the comfort factor (CF) in DL alpacas was 95.35%, 2D was 93.64%; 4D of 91.49% and 6D of 81.06%, in light colors of 93.79% and dark of 88.43% ($P \leq 0.05$); The curvature index (CI) in DL alpacas was $41.44 \pm 11.03 \text{ }^\circ/\text{mm}$, 2D $44.55 \pm 1.20 \text{ }^\circ/\text{mm}$, 4D $45.55 \pm 1.21 \text{ }^\circ/\text{mm}$ and 6D $41.17 \pm 1.68 \text{ }^\circ/\text{mm}$, in light colors $47.55 \pm 0.88 \text{ }^\circ/\text{mm}$, and dark color $39.68 \pm 0.76 \text{ }^\circ/\text{mm}$ ($P \leq 0.05$); The correlations between DMF and FC, CV and FC were very high negative, DMF and DS, DS and CV were high positive, DS and FC were high positive, it is concluded that the DMF increases according to category, in parallel the FC decreases, the tone of color have an effect on textile characteristics and the correlations were significant.

Keywords: Alpaca, Color, Textile Characteristics, Curvature Index, Fleece.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Perú se destaca como el líder en la producción de fibra de alpaca en el mundo, generando alrededor de 4,501 toneladas métricas anuales, que constituye un notable 80% de la producción global; de esta cantidad, aproximadamente un 90% se dirige al mercado internacional (Azabache *et al.*, 2021); esta fibra se comercializa a través de una variedad de canales, los rescatistas representan el 70%, los productores de hilados artesanales el 10%, los agentes comerciales el 17%, mientras que el remanente se reserva para el consumo de los productores (MINCETUR, 2014); la alpaca es una especie orientada para la producción de fibra considerada como una de las fibras especiales por sus características textiles muy particulares, como la finura, el brillo, la suavidad, color etc.; sin embargo en la región Puno apenas el 15% de la población presenta fibra de color, que tiene una mayor demanda para la artesanía de exportación, en cambio el precio de la fibra está sujeta a fluctuaciones considerables de precio en el mercado internacional, se paga más por la fibra blanca que por las fibras de color (Azabache *et al.*, 2021; Ormachea *et al.*, 2015 y Velarde, 1988) .

El principal producto de la alpaca es su fibra, valorada comercial e industrialmente por ser una de las fibras más finas y lujosas del mundo, el grupo de fibras al cual pertenecen recibe diferentes denominaciones como, fibras raras, especiales, exóticas, nobles, lujosas, los caracteres y atributos que tiene le confieren valor agregado como son su suavidad, brillo, rareza, misterioso, elegante, romántico y exclusivo (Watkins and Buxton, 1992; Gutiérrez *et al.*, 2018). La calidad de la fibra de alpaca dada por la finura, factor de confort, índice de curvatura, finura al hilado en los últimos años ha versado un marcado detrimento, llevando a una reducción gradual en su precio y, en consecuencia,



en los ingresos económicos muy bajos para los criadores, uno de los sectores más empobrecidos en Perú (Wheeler, 1995; Kadwell *et al.*, 2001). Por estas razones, en la actualidad la fibra de alpaca se presenta al mercado como un producto, subvaluado en su valor real, con una calidad inferior (calidad uniformemente validos) a las exigencias del mercado.

El vellón propiamente dicho es un producto que tiene importancia para la industria y está relacionado con la calidad de fibra, la uniformidad en la finura, peso vellón y a su vez estas características tienen relación con el grado de mejoramiento genético del animal en el rebaño. Así mismo, muchos reportes mencionan que las características de la fibra están influenciadas por los factores como raza, edad y el sexo del animal (Bustinza, 2001; Ormachea *et al.*, 2015). No obstante, las alpacas de colores, en particular de la variedad Suri, enfrentan una amenaza grave de extinción, a pesar de esta situación precaria, no se han implementado programas por parte del sector público ni privado destinados a recuperar su población; una perspectiva innovadora que se ha surgido es la denominada "bioartesanía textil" o "producto textil orgánico", que redefine el proceso de creación de la artesanía textil en la región de Puno. Este enfoque surgió como una iniciativa conjunta entre los criadores de alpacas y las artesanas textiles del distrito de Nuñoa; estos actores consideraron las nuevas tendencias globales basadas en el concepto de biocomercio o bionegocios; en esencia, esta propuesta busca fomentar la rentabilidad económica a través de prácticas que conserven y utilicen la biodiversidad de manera sostenible, minimizando al mismo tiempo los impactos ambientales (Enríquez, 2015).

Las alpacas presentan una amplia gama de colores en su fibra, que abarca desde el blanco hasta el negro, esta variabilidad cromática representa un valioso recurso genético que puede ser aprovechado para la conservación y el desarrollo de rebaños de alpacas con fibras de diferentes colores. Sin embargo, en las últimas décadas debido a la



selección realizada en contra de alpacas con vellón de color, se ha disminuido la población de reproductores, lo cual provocó la pérdida de la variabilidad genética de alpacas de color (Bustinza y Apaza, 1990). El color de capa en los mamíferos es una forma importante de camuflaje, de reconocimiento o parte integrante de su comunicación social (Sponenberg, 1997); existen reportes actuales en donde indican que las alpacas de vellón de color son las que presentan una mayor rusticidad en comparación con alpacas de vellón blanco lo cual implica que es un recurso genético muy importante como reservorio de genes en los programas de mejora genética animal para afrontar el cambio climático (Vallejo *et al.*, 2012).

En la actualidad debido al blanqueamiento de los rebaños y la ausencia de asistencia técnica a los criadores alpaqueros se ha disminuido los rebaños de alpacas de color, considerando un incremento de la demanda por la industria textil nacional e internacional de fibra blanca, por ser fáciles de teñirla (Bustinza, 1998); No obstante, la fibra de alpaca posee una gama de veinticinco colores naturales que abarca tonalidades desde el blanco hasta el negro; más allá de su significado cultural, las alpacas aportan una fibra que es duradera, sostenible y única, esto es particularmente relevante en un contexto en el que la industria de la moda tiende a favorecer lo desechable y lo sintético. Adicionalmente, las alpacas presentan una serie de características distintivas, como la finura, la desviación estándar del diámetro medio de la fibra, el coeficiente de variación del diámetro medio de la fibra, el factor de confort, el índice de curvatura, la finura en el hilado, el punto de rotura, la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión, la tasa de medulación, entre otras. Todas estas cualidades influyen en la transformación de la fibra en tejidos u otros productos finales, generando una mayor rentabilidad y siendo altamente atractivas para los consumidores.



Por estas consideraciones se realizó la investigación con el propósito de conocer algunas características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color en diez comunidades del distrito de Nuñoa, de la provincia de Melgar, Puno.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

Determinar algunas características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color y sus correlaciones, de diez comunidades del distrito de Nuñoa.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el diámetro medio de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort e índice de curvatura, considerando categoría (DL, 2D, 4D y 6D) y color de fibra (claro y oscuro).
- Estimar las correlaciones fenotípicas entre el diámetro medio de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DEL COLOR DE FIBRA DE ALPACA

La alpaca exhibe una amplia diversidad cromática, y en este sentido, Morante *et al.* (2009) señala que se pueden discriminar hasta 22 variaciones de color, incluyendo el blanco, en el fundo experimental Pacamarca, situado en el distrito de Llalli, se han clasificado en 9 tonalidades que abarcan desde el blanco, pasando por los tonos beige (LF) y marrones, hasta llegar al negro. Además, incluso existe una variante de tono mixto conocida como gris Lauvergne *et al.* (1985) realiza un reporte de la variación de colores describiendo seis patrones pigmentados, dos tipos eumelánicos, tres alteraciones y un patrón de manchas blancas.

La proporción de colores observados en los rebaños, predomina en color blanco cuya representación es del 60%, mientras que los colores intermedios representan un 32%, y un 8% de color negro; la proporción observada es consecuencia de la selección artificial realizada por los criadores, debido a que los precios de la fibra de color blanco son más altos en el mercado en comparación con las fibras de color, debido a que existe la posibilidad de teñir fácilmente a cualquier tonalidad. Sin embargo, antiguamente la mayor población de alpacas era de color incluyendo el negro y en menor cantidad la alpaca de color blanco (Vallejo *et al.*, 2012).

Existen controversias con referencia a la herencia del color tal es así que Bustinza (1991) reporta que el blanco es dominante sobre el negro, mientras que Gandarillas (1971) indica, que el blanco presenta un gen recesivo, pudiendo ser el negro dominante o recesivo sobre el marrón. Los estudios realizados por Velasco *et al.* (1978) manifiestan



que el color manchado sería recesivo de los colores sólidos. Al respecto Renieri *et al.* (2004) realizan la descripción de colores recesivos y dominantes para la agrupación de los eumelánicos, feomelánicos y los colores silvestres. Valbonesi *et al.* (2011) mencionan que el color blanco es regulado por un gen dominante sobre los pigmentados. Sin embargo, no existe dominancia entre los colores marrón y negro. Renieri *et al.* (2008) concluyen que los análisis de segregación resultan ser muy complicados debido a que el color de la fibra es distinto al color de la piel. Por ello se recomienda incidir en la medición de la variación cuantitativa de la melanina como se realizan estudios en llamas por (Cecchi *et al.*, 2007).

La producción de los pigmentos de color eumelanina (EM) y feomelanina (FM) en los melanocitos, así como su ausencia, constituye la base principal de los patrones de color observados en los mamíferos (Stéphane *et al.*, 2004). Estos dos tipos de melanina tienen diferencias químicas distintivas (Ito *et al.*, 2000). El eumelanosoma es de forma elipsoidal y de tamaño grande ($\sim 0,9 \times 0,3 \mu\text{m}$), y su matriz altamente organizada de glicoproteínas es crucial para la producción de eumelanina oscura o marrón. En contraste, los feomelanosomas son más pequeños y esféricos ($\sim 0,7 \mu\text{m}$ de diámetro) y dan lugar a feomelanina roja o amarilla, con una matriz de glicoproteínas menos estructurada y más dispersa (Sturm *et al.*, 2001).

La eumelanina es un polímero extremadamente variado compuesto de unidades reducidas u oxidadas de 5,6-dihidroindol (DHI) y ácido 5,6-dihidroindol-2-carboxílico (DHICA), además de unidades de pirrol provenientes de su escisión peroxidativa. En cambio, la feomelanina se compone principalmente de derivados de benzotiazina que contienen azufre. Tanto la eumelanina como la feomelanina tienen su origen en la dopaquinona, un precursor que surge de la tirosina gracias a la enzima tirosinasa



(Lamoreux *et al.*, 2001). En los animales, el color del pelaje, la piel y los ojos depende en gran medida de la cantidad, calidad y distribución de la melanina (Ito *et al.*, 2003).

En los mamíferos el color de pelaje está regulado, por la cantidad y el tipo de melanina y químicamente existen dos tipos de pigmentos; las eumelaninas responsables del color que varía del negro al café y las feomelaninas brindan el color amarillo al rojizo que a su vez se subdividen en feomelaninas poliméricas y diméricas tricromos. La eumelanina se deriva a partir de la copolimerización de 5,6- dihidroxiindol (DHI) y 5,6- dihidroxiindol-2-carboxil ácido (DHICA), mientras que la feomelanina se caracteriza por la presencia de 1 ,4-benzotilacilalanina, que es una estructura unida bioquímicamente a 3,4- dihidroxifenilalanina (DOPA) y la cisteína (Cecchi *et al.*, 2007).

En los animales domésticos la importancia del estudio del color de pelaje está en función a las siguientes características, la regulación de la temperatura corporal de los animales, el pelaje de color oscuro reduce la exposición a la presentación del cáncer de ojo y a nivel de mucosas, en la industria textil los colores naturales de la fibra, lana, tienen mayor demanda para la elaboración de prendas de vestir, el color uniforme o entero del pelaje o fibra de los animales produce ciertas expresiones como: belleza, confort, armonía, deleite a la vista, produce un equilibrio psicológico, constituye un aspecto que transforma y embellece todo el ambiente que rodea al hombre (Caballero y Carreón, 1995).

Tradicionalmente la comercialización de la fibra en los camélidos sudamericanos fue determinada por el color (Villarroel, 1991). El precio de las fibras de color entre 1969 y 1981 fue alrededor del 65,9 % superior al precio de la fibra blanca (Velarde, 1988), pero posteriormente fue decayendo (Antonini y Vinella, 1997).



2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

El Perú posee 3'685,516 de alpacas siendo la mayor población, seguida por Bolivia con 456,794, luego Chile con 45,224, Ecuador con 2000 y Argentina con 1,000 alpacas. En el Perú el departamento de Puno tiene 1'459,903 alpacas, que representan el 39.61%, seguido del departamento Cusco con 545,454 cuya representación es del 14.80%, Arequipa con 468,392 cuya representación es del 12.71%, Huancavelica con el 8.37%, Ayacucho con el 6.27%, Apurímac con 5.95%, Moquegua con 3.51%, Cerro de Pasco con 3.95%, Junín con 1.67%, Tacna con 1.63%, Lima con 1.06%, Ancash 0.14%, La libertad con 0.14%, Huánuco con 0.15% y otros con 0.06% (CENAGRO, 2013).

EL 85% de la población de alpacas en el Perú, se halla en manos de pequeños criadores, 10% en medianos criadores y 5% en empresas, estos animales se encuentran en las zonas alto andinas. Actualmente está crianza de alpacas está conducido por personas que tienen 45 años y la mayoría de ellos son mujeres, cuya economía es de subsistencia en la categoría de pobreza y pobreza extrema. Por otro lado, los efectos del cambio climático se hacen más intensos, con heladas, nevadas, granizadas y lluvias fuera de época que repercuten en el deterioro de los recursos naturales (Aguilar *et al.*, 2014).

En las últimas décadas existe gran interés por realizar trabajos de investigación en camélidos sudamericanos a nivel mundial, principalmente debido a las características de la fibra que compite en el mercado internacional con las fibras más finas (Quispe, 2010). En las regiones altoandinas, la alpaca contribuye en la producción de alimentos para garantizar la seguridad alimentaria del poblador rural del sur del país (Puno, Cusco, Arequipa y Huancavelica); sin embargo, esa contribución varía de una región a otra. Asimismo, la alpaca, es un medio subsistencia para las familias que se dedican a la crianza de alpacas través de la venta de su fibra tanto en el mercado interno como en el externo,



así mismo su carne se comercializa en los mercados locales, motivo por el cual la crianza de alpacas está muy difundida y está en manos de pequeños criadores (Carlos *et al.*, 2016).

Las características tecnológicas que determinan la calidad de la fibra en los camélidos sudamericanos domésticos son el diámetro de la fibra, color, longitud de la mecha, fibra, la uniformidad del diámetro y de la longitud, otra característica que puede afectar el valor de la fibra en ambas razas de alpacas es el factor confort (porcentaje de fibras menores a 30 μ m) (Frank *et al.*, 2006). Esto ha revalorado el interés de criadores, investigadores de los países de Perú, Estados Unidos y Australia por definir estudios relacionados con las características de la producción de fibra, con la finalidad de implementar programas de mejoramiento genético a largo plazo (Gutiérrez *et al.*, 2009; Wuliji *et al.*, 2000).

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE ALPACA

2.3.1. Diámetro medio de fibra

El diámetro medio de fibra se refiere al grosor cuando se realiza un corte transversal (Gillespie y Flanders, 2010) se puede definir como un carácter constante que ha contribuido al proceso de la diferenciación de las razas. Existen varios trabajos de investigación que han demostrado que el diámetro de fibra es el parámetro más importante para determinar las características físicas del tejido (Minola y Goyenechea, 1975).

El diámetro de fibra se mide en micrones (micras), que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, 2010; Poppi y McLennan, 2010; Rowe, 2010) es ampliamente reconocido como la característica más importante de la fibra (Lee *et al.*, 2001; Edriss *et al.*, 2007; Kelly *et al.*, 2007). Paradójicamente,



las fibras gruesas son particularmente adecuados para la confección de productos textiles de menor valor y se utilizan para la confección de alfombras, ropa de abrigo y frazadas (Poppi y McLennan, 2010).

Existen reportes de que el diámetro de la fibra es afectado por varios factores como: la edad, raza, color de la capa, año de producción, condición nutricional y estación (Bustinza, 2001; Frank *et al.*, 2006; Ormachea *et al.*, 2015). Sin embargo, otros autores mencionan que el sexo no tiene efecto en la finura (Mcgregor y Butler, 2004; Melo, 2007; Roque y Ormachea, 2018; Wuliji *et al.*, 2000). Existen referencias contradictorias sobre la influencia del color de la capa en el diámetro de la fibra: según Ruiz y Olaguibel (1991) el blanco es más fino que el negro, aunque otros investigadores demuestran que no hay un efecto significativo entre el color de la capa (Renieri *et al.*, 1991; Trejo, 1986).

2.3.2. Desviación estándar del diámetro medio de fibra

El concepto ampliamente reconocido a nivel internacional es el promedio del diámetro medio de fibra (MDF), junto con la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad, estos parámetros están relacionados (en términos aproximados) con la distribución normal de los diámetros de las fibras animales (McColl, 2004). En el caso de la lana de oveja, el MDF desempeña un papel fundamental al determinar el precio en el mercado, el rendimiento en el proceso y el uso final (Stobart *et al.*, 1986), así como en el contexto del Mohair de cabras Angora (Hunter, 1993).

Para calcular la desviación estándar, el procedimiento comienza con la obtención del promedio aritmético de los valores, a continuación, se evalúan las discrepancias entre los valores registrados y este promedio calculado, estas



discrepancias se elevan al cuadrado y se suman; posteriormente, se divide la suma resultante por el número total de elementos considerados y finalmente, se extrae la raíz cuadrada del resultado obtenido. La desviación estándar representa una medida de dispersión, ilustrando en qué medida los valores pueden apartarse del promedio. Así, en un gráfico de barras que presenta un diámetro medio de fibra de $22.31 \mu\text{m}$ y una desviación estándar de $6.20 \mu\text{m}$, se puede observar que la variabilidad promedio de las fibras con respecto a la media es de $22.31 \pm 6.20 \mu\text{m}$ (McGregor, 1995).

2.3.3. Coeficiente de variación del diámetro de fibra

El coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CVDF) constituye una métrica que evalúa la variabilidad en el grosor de las fibras presentes en un vellón, esta medida se calcula al dividir la desviación estándar entre el promedio del diámetro y luego multiplicar por 100, lo que da como resultado un valor expresado en porcentaje, en esencia, el CVDF cuantifica la heterogeneidad de las dimensiones de las fibras dentro del conjunto; un vellón con CVDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005). El estudio de la variación del diámetro a lo largo de la fibra, es una herramienta útil para observar la respuesta del animal frente a las situaciones medio ambientales a través del período de crecimiento de la fibra (Hansford, 1997).

Existen dos fuentes de variación del diámetro de fibra que es medida en una muestra, la primera variación que representa el 80%, está referida dentro de la mecha y la segunda variación del 20% está referida a lo largo de la mecha, la variación del 24% representa el límite para el rendimiento textil la cual está



asociada con el rendimiento al hilado. Por lo que si este CVDF se redujera en 5% su finura se vería virtualmente reducida en 1 micrón (Ormachea *et al.* 2013; Quispe, 2010).

2.3.4. Factor de confort

El factor de confort (FC) o índice de agradable sensación al tacto, se refiere al porcentaje de fibras con un diámetro inferior a 30 μm que se encuentran presentes en la capa de pelo de alpaca, cuando la proporción de fibras con diámetros superiores a 30 μm excede el 5%, la prenda resultante se vuelve incómoda para el uso debido a la sensación de irritación que puede experimentar el usuario en su piel (McLennan y Lewer, 2005); la proporción de fibras con diámetros mayores a 30 μm se identifica como el factor de picazón o irritación (FI); la industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5%, estos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2008).

Las prendas de vestir que generan sensación de picazón son reconocidas como una de las experiencias incómodas al llevarlas en contacto directo con la piel, lo que puede resultar en inflamación debido al raspado excesivo, las puntas de las fibras que protruyen de la tela juegan un papel crucial al estimular los receptores nerviosos cuando entran en contacto con la piel, desencadenando esta sensación de incomodidad (Garnsworthy *et al.*, 1988). Se reportó que el diámetro que resulta ser crítico para lanas puede variar entre las 26 y 32 micras, todas las fibras que se encuentren por encima de este diámetro crítico cumplen un mismo



rol sobre el factor confort de esa tela haciendo que su porcentaje disminuya (Naylor, 2003).

2.3.5. Índice de curvatura

El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica adicional en el ámbito textil que se emplea para describir la estructura espacial de un conjunto de fibras de lana. Esta propiedad, compartida por todas las fibras textiles, resulta relevante para los productores de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (Fish *et al.*, 1999). El rizado de la lana, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana (Quispe *et al.*, 2008).

Al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente (Rogers, 2006), tradicionalmente, la frecuencia de rizo se utilizó como un marcador indirecto del diámetro de fibra durante la venta de lotes de ovinos, (Cottle, 2010; Hatcher y Atkins, 2000), Sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de la fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra (Aylan y McGregor, 2002).

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



2.4. CORRELACIONES FENOTÍPICAS

La correlación fenotípica mide el grado de asociación entre dos características medidas en un animal (Badii *et al.*, 2007; Ibáñez, 2009; Pierce, 2011; Ortiz y Ortiz, 2021), este índice es útil para escoger aquellos caracteres que deben ser usados en un programa de mejoramiento genético y biológicamente se define como el resultado de la contribución de elementos comunes del medio ambiente y del genotipo de dos características en estudio; por lo tanto, viene a ser la suma de las correlaciones genéticas y ambientales, indica además que las correlaciones pueden ser positivas cuando la variación va dirigida en el mismo sentido o negativas cuando varían en sentido opuesto (Restrepo y Gonzales, 2007; Caballero, 2017).

Los análisis de correlación son métodos estadísticos descriptivos utilizados en investigación de nivel relacional (Badii *et al.*, 2007; Ortiz y Ortiz, 2021), con los que se estima la magnitud y define la tendencia de la relación entre variables; por consiguiente, un coeficiente de correlación, mide el grado de relación o asociación existente generalmente entre dos variables aleatorias.

No es conveniente identificar correlación con dependencia causal, ya que, si hay una semejanza formal entre ambos conceptos, no puede deducirse de esto que sean análogos (Joe, 1997; Pita, 1996); en efecto es posible que haya una alta correlación entre dos acontecimientos y que; sin embargo, no exista entre ellos relación de causa o efecto; por ejemplo cuando dos acontecimientos tienen alguna causa común, pueden resultar altamente asociados y no son el uno causa del otro, así mismo el coeficiente de correlación fluctúa entre los valores de $-1 \leq \rho \leq 1$ (Restrepo y Gonzales, 2007).



2.5. ANÁLISIS DE FIBRA DE ALPACA

El diámetro de la fibra es la medida objetiva más crucial, y debido a ello, se han desarrollado múltiples métodos de medición. Inicialmente, se usaban microscopios de proyección (lanómetros), pero debido a su complejidad se buscaron alternativas más precisas y eficientes. El Air Flow marcó un progreso significativo en este ámbito. A pesar de su rapidez y precisión, este método no proporcionaba información sobre la distribución de los diversos diámetros presentes en la muestra. En los últimos años, se ha extendido el uso de nuevos instrumentos de medición, el Laserscan y el OFDA (Qi *et al.*, 1994), estos instrumentos además de ser rápidos y precisos, proporcionan una información adicional sobre la frecuencia de los diámetros y su variabilidad.

Históricamente, se empleaban microscopios de proyección, también conocidos como lanómetros, para la medición de los diámetros de un número específico de fibras presentes en una muestra de lana. Mediante esta técnica, los diámetros individuales registrados posibilitan el cálculo del promedio de diámetros de fibra (PDF) correspondiente a la muestra en análisis, además de proporcionar información sobre la distribución de frecuencias de los diferentes diámetros presentes en la muestra. Pero la medición manual de cada fibra limitaba la utilización del lanómetro para analizar gran cantidad de muestras y gran cantidad de fibras por muestra. Por ello el desarrollo de un instrumento de medición de PDF, rápido y preciso, como el air flow fue un avance muy importante para generalizar el análisis de muestras de vellones individuales. El método utilizado por el air flow se basa en el hecho de que la altura en que flota una cantidad de lana determinada dentro de una columna de vacío es función del diámetro medio de las fibras de la muestra (Brims *et al.*, 1999; Davison, 2004).



En los últimos años, ha habido una creciente adopción de nuevos dispositivos para medir el diámetro de las fibras. Por un lado, está el OFDA® (Optical Fiber Distribution Analyser), que se basa en un analizador de imágenes de muestras de fibra. Por otro lado, está el Sirolan Laserscan®, que utiliza un escaneo láser para leer las fibras; ambos instrumentos miden en forma rápida y precisa los diámetros de una gran cantidad de fibras, y a través de programas de computación apropiados, grafican la distribución de frecuencia de los diámetros medidos, calculan el PDF y su variabilidad (Qi *et al.*, 1994).

El OFDA 2000 es un dispositivo basado en la tecnología de imágenes digitalizadas y un analizador óptico de fibras, este instrumento permite medir las características de las fibras de lana y otras fibras animales a lo largo de las mechas sucias en tiempo real. Además, ofrece la flexibilidad de ser utilizado en el lugar mismo de la esquila, incluso en el propio galpón. El diseño del equipo está pensado para soportar condiciones adversas, siendo construido con una estructura robusta que garantiza su durabilidad, su alta velocidad de funcionamiento lo capacita para acompañar diversas actividades realizadas en el campo, ya sean la selección de animales o el proceso de esquila. Se trata de un dispositivo portátil que pesa 17 kg y puede ser fácilmente transportado gracias a una maleta de fibra de vidrio de dimensiones de 50 cm de ancho, 48 cm de profundidad y 27 cm de altura (Elvira, 2000).

2.6. ANTECEDENTES

2.6.1. Diámetro medio de fibra

En dos comunidades (Huaytire y Maure) de la Región Tacna Gandarillas *et al.* (2022) con el objetivo de determinar las características textiles de fibra de alpacas Huacaya y su grado de asociación con el sexo, edad y color de manto, analizaron muestras de fibra con el equipo OFDA 2000, los resultados muestran



un DMF de $20.79 \pm 2.62 \mu\text{m}$ en fibra de color blanco y en alpacas de color de $21.69 \pm 2.66 \mu\text{m}$ con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). En la categoría etaria la fibra más fina se encontró en alpacas DLM ($20.00 \pm 2.30 \mu\text{m}$) y la fibra más gruesa en alpacas BLL ($21.77 \pm 2.78 \mu\text{m}$), observándose una tendencia a engrosar con la edad.

Al evaluar las características físicas de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya Meza (2018) en comunidades del distrito de Totos Ayacucho, reporto resultados del diámetro medio de fibra según edad de $22.87 \pm 2.03 \mu\text{m}$, $24.43 \pm 3.42 \mu\text{m}$, $25.50 \pm 3.45 \mu\text{m}$ y $25.99 \pm 3.96 \mu\text{m}$ para DL, 2D, 4D y BLL respectivamente y según color de $24.08 \pm 3.39 \mu\text{m}$, $24.42 \pm 3.31 \mu\text{m}$ y $25.61 \pm 3.62 \mu\text{m}$ para blanco, café y negro respectivamente. No se encontraron muchas referencias relacionadas a la finura de la fibra de alpacas de color, Barrionuevo (2019) reporta DM para animales café ($24.42 \mu\text{m}$) y negro ($25.61 \mu\text{m}$), indicando además que hubo diferencias a favor de la fibra blanca.

Machaca *et al.* (2017) llevaron a cabo un estudio con el propósito de establecer el perfil de las características físicas clave de la fibra de alpaca, con el objetivo de mejorar su comercialización y fomentar el mejoramiento genético; para ello, realizaron mediciones en 145 muestras de distintos colores (blanco, intermedio y oscuro) tomadas de alpacas de cinco comunidades en el distrito de Cotaruse, Apurímac; se observó un efecto contundente y coherente en relación al color del vellón, ya que las fibras de color blanco presentaron una finura más alta ($22.30 \pm 0.34 \mu\text{m}$) en comparación con las fibras de colores intermedios ($23.81 \pm 0.66 \mu\text{m}$) y oscuros ($26.69 \pm 0.97 \mu\text{m}$), la diferencia en el diámetro medio de fibra (DMF) entre el vellón blanco y el intermedio fue de $1.51 \mu\text{m}$, mientras que con el color oscuro fue de $4.39 \mu\text{m}$.



El diámetro medio de la fibra es un parámetro muy importante, Lupton *et al.* (2005) analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando diámetros de fibra de 26.7 μm en hembras y 27.1 μm en machos; con respecto a la edad, encontró valores de 24.3 μm , 26.5 μm y 30.1 μm en uno, dos y tres años de edad, respectivamente.

En alpacas Huacaya del distrito de Corani Ormachea *et al.* (2015) determinó que el DMF fueron de $19.6 \pm 2.09 \mu\text{m}$ en alpacas de dos años, $21.07 \pm 2.56 \mu\text{m}$ en tres años y $22.28 \pm 2.45 \mu\text{m}$ en cuatro años, con diferencia estadística; tomando como factor a las comunidades Quelccaya y Chimboya, se encontraron resultados de diámetro de fibra de $20.85 \pm 2.35\mu$ y de $21.12 \pm 2.85\mu$, respectivamente ($P > 0.05$), concluyéndose que el diámetro de fibra se incrementa con la edad, por otro lado refieren que el factor sexo y comunidad no influyen en la variación.

Así mismo, en alpacas procedentes de ocho comunidades ubicadas entre 4.100 y 4.750 m de altitud de Huancavelica Montes *et al.* (2008) reportó un diámetro medio de fibra de $22,70 \pm 0,02 \mu\text{m}$, se encontró variación en factor sexo, la edad y la comunidad de origen. En zonas con condiciones ambientales similares en Chile Crossley *et al.* (2014) reportó un diámetro medio de fibra en todas las alpacas muestreadas de $22.69 \pm 3.76 \mu\text{m}$, con valores extremos entre 17.60 y 35.10 μm .

En estudios de fibra de alpacas criadas en norte américa Lupton *et al.* (2006) mostro un DMF de $27.85 \pm 5.35 \mu\text{m}$, 27.70 μm en hembras y 26.80 μm en machos, 24.30 μm de alpacas de uno, 26.50 μm de dos y 30.10 μm tres años de edad. Así mismo, McGregor (2006) en alpacas criadas en Australia estableció que



más del 50% presentan un DMF de 29.9 μm . y el 10% de 24 μm . Ponzoni *et al.* (1999) refiere valores extremos de 23.4 a 27.3 μm y un promedio de DMF de 25.7 μm .

Al determinar el diámetro de fibra para la raza Huacaya de color Montesinos (2000) encontró efecto del factor edad considerando que las alpacas de 1 año de edad tienen 21,78 μm y el mayor grosor fue en alpacas de 3 a 5 años (26,70 μm) a su vez indica que el diámetro de fibra aumenta en relación directa con la edad del animal. En lo que se refiere a colores, reporta para fibras blancas (22,26 μm), café rojizo (23,36 μm) y LF (23,38 μm) tienen mayor finura que los colores cafés (23,45 μm), roano (23,46 μm) café claro (23,77 μm), gris (24,07 μm), café oscuro (24,07 μm) y el negro (24,59 μm).

Se ha demostrado que existe una asociación entre el tamaño y la forma de la papila con el diámetro de la fibra en crecimiento, cuanto más grande es el volumen de la papila más grande será el diámetro de la misma, en el nivel de queratinización y las papilas grandes contienen más vasos sanguíneos por lo que la irrigación sanguínea tiene efecto en el DMF (Ryder y Stephenson, 1968). Los folículos primarios, están capacitados para producir fibras moduladas, pelos y los folículos secundarios que son más numerosos y pequeños, se encuentran rodeando a los primarios y producen únicamente fibra (DeGea, 2007).

Entre los trabajos recientes realizados en alpacas del sur de Perú, destacan los realizados en los departamentos de Arequipa (Cervantes *et al.*, 2010) en Puno (Franco *et al.*, 2009) y en Huancavelica (Quispe *et al.*, 2009) que refieren medias de diámetro de fibra desde 21 hasta 24 μm generalmente. Pari (2018) estratificó según el número de rizos caracterizados en cuatro grupos: fibras con más de 4

rizos, con 3 a 4 rizos, con 1 a 2 rizos y fibras sin rizos; los promedios de la finura de fibra en cada grupo fueron: $17.85 \pm 1.99 \mu\text{m}$ para fibras con más de 4 rizos, $20.45 \pm 3.14 \mu\text{m}$ para fibras de 3 a 4 rizos, $21.90 \pm 2.81 \mu\text{m}$ para fibras de 1 a 2 rizos y $18.40 \pm 2.48 \mu\text{m}$ para fibras sin rizos.

2.6.2. Desviación estándar del diámetro medio de fibra

En dos comunidades (Huaytire y Maure) de la Región Tacna Gandarillas *et al.* (2022) con el objetivo de determinar las características textiles de fibra de alpacas Huacaya y su grado de asociación con el sexo, edad y color de manto, analizaron muestras de fibra con el equipo OFDA 2000, los resultados muestran una DS en alpacas de $5.26 \pm 0.88 \mu\text{m}$ en DL, $4.97 \pm 0.81 \mu\text{m}$ en DLM, $5.22 \pm 1.23 \mu\text{m}$ en 2D, $5.14 \pm 0.86 \mu\text{m}$ en 4D y $5.30 \pm 0.98 \mu\text{m}$ en BLL, con diferencia estadística ($P \leq 0.05$), para el factor color, blanco de $5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$ y color de $5.34 \pm 0.99 \mu\text{m}$ con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Las alpacas de manto blanco mostraron una dispersión de finura más baja ($5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$) en comparación con las alpacas de colores ($5.34 \pm 0.99 \mu\text{m}$). Sin embargo, esta diferencia solo fue significativa en los animales clasificados como DLM (dientes de leche en muda), quienes exhibieron una variación menor y estadísticamente relevante en comparación con los otros grupos etarios.

Se caracterizaron las fibras de alpacas Huacaya blancos ($n=143$) y de color ($n=100$) participantes en la LVIII Feria Ganadera del Sur del Perú (FEGASUR) por Quispe *et al.* (2021) los resultados muestran que la DS de las alpacas blancas, macho y hembra, muestran menores valores (4.73 y $4.71 \mu\text{m}$) respecto a las de color (5.64 y $5.28 \mu\text{m}$), respectivamente ($p < 0.05$); es decir, las fibras blancas tienen menor dispersión alrededor de la media del DM. Las diferencias promedio



entre las fibras blancas y las de color son de $0.91 \mu\text{m}$ para los machos y $0.47 \mu\text{m}$ para las hembras; Esto representa un 19% y un 10% en términos relativos, respectivamente. En resumen, las desviaciones estándar (DS) promedio de las alpacas blancas no superan el 5%, mientras que las de color no exceden el 6%, la dispersión estándar también guarda relación con la edad de las alpacas, ya que se observaron valores bajos de dispersión en los ejemplares más jóvenes, finalmente las diferencias absolutas entre las categorías extremas son de $0.28 \mu\text{m}$ para las alpacas blancas y $0.75 \mu\text{m}$ para las de color. En términos relativos, esto equivale al 6% y al 15%, respectivamente.

Así mismo, Ccalta (2020) reporta una desviación estándar de fibra en alpacas Huacaya, en las categorías de dientes de leche (1.73), dos dientes (2.26), cuatro dientes (1.77), boca llena (1.50) ($P > 0.05$), Cruz (2012) quien estableció la desviación típica de la fibra de alpacas en $4,25 \mu\text{m}$, la influencia de los efectos del sexo sobre la desviación típica resultó poco relevante, de tan solo $0,1 \mu\text{m}$ de diferencia entre machos y hembras. Porto (2021) en alpacas de Cojata reporta valores para el efecto edad de la DS con valores de $3.91 \mu\text{m}$ (1 a 2.5 años), $4.16 \mu\text{m}$ (2.5 a 3.4 años), $4.40 \mu\text{m}$ (3.5 a 4.5 años) y $4.44 \mu\text{m}$ (4.5 a más años) con una tendencia al incremento de la DSD ($P \leq 0.05$) a medida que avanza la edad.

En estudios realizados de la desviación estándar de fibra de alpacas por Aguilar *et al.* (2019) los resultados sugieren que habría una buena respuesta esperada a la selección para este carácter si se utiliza como criterio de selección, ya que para seleccionar por uniformidad el vellón, la desviación estándar da un indicador de la homogeneidad o variabilidad de la muestra el vellón en el animal; Así mismo, se determinó que cuanto mayor sea, mayor será la dispersión de los



valores de la distribución respecto a la media y, por tanto, la media será menos representativa de las observaciones de dicha distribución.

2.6.3. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

Machaca *et al.* (2017) con el objetivo de establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca que pueden servir para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, los resultados muestran un CVDMF para fibra blanca de 22.66 ± 0.21 %, colores intermedios de 22.41 ± 0.46 % y oscuros de 22.50 ± 0.48 %, se observó diferencia significativa por efecto del color del vellón en el CVDMF. Quispe *et al.* (2021) reporta que las alpacas blanco exhiben menor variación del CV(DM) (24.19%), en tanto que las de color tienen mayor variación (25.99%).

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

En el estudio realizado en el fundo Malkini de Puno por Palacios (2009) se informa que en las alpacas tuis sometidas a su primera esquila, el coeficiente de variación promedio del diámetro de la fibra fue de 25.01%. Este cálculo se realizó al evaluar diversas campañas de nacimientos desde el año 2005 hasta el 2008. Al evaluar diversas unidades productivas en comunidades de la región



Huancavelica Quispe *et al.* (2009) reporta un promedio del coeficiente de variación del diámetro de fibra de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, en animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente.

En alpacas, Hack *et al.* (1999); Aylan-Parker y McGregor (2002); McGregor (2002); McGregor (2006); González *et al.* (2008); Lupton (2006); Morante *et al.* (2009); Quispe *et al.* (2009); Quispe (2010) obtuvieron resultados de CVDF de 24.40, 27.00, 23.30, 23.60 18.38, 23.48, 23.12, 22.82 y 21.4 % respectivamente, los cuales, si bien resultan un tanto elevados, muestran una alta variabilidad de los animales que resulta conveniente para programas de mejora genética. Asimismo, casi todos los resultados (a excepción de lo encontrado por Aylan-Parker y McGregor (2002) no superan el 24%, que representa el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe *et al.*, 2009).

2.6.4. Factor de confort

En dos comunidades (Huaytire y Maure) de la Región Tacna Gandarillas *et al.* (2022) con el objetivo de determinar las características textiles de fibra de alpacas Huacaya y su grado de asociación con el sexo, edad y color de manto, analizaron muestras de fibra con el equipo OFDA 2000, los resultados muestran un FC de 93.68 ± 7.96 % en fibra de color blanco y en alpacas de color de 91.73 ± 9.99 % con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). El factor de confort (FC) fue comparable entre las alpacas jóvenes (DL y DLM), pero difirió en comparación con las alpacas adultas (BLL), las cuales presentaron un FC más bajos (91.97 ± 8.91 %). Sin lugar a dudas, el comportamiento del factor de confort (FC)



muestra una relación inversa con el diámetro medio de fibra (DM) en función de la edad del animal. Esto significa que a medida que la finura aumenta, se produce una mayor comodidad en la fibra, estableciendo una relación inversa entre estos dos factores.

Se caracterizaron las fibras de alpacas Huacaya blancos (n=143) y de color (n=100) participantes en la LVIII Feria Ganadera del Sur del Perú (FEGASUR) por Quispe *et al.* (2021) los resultados muestran que las alpacas blancas, machos y hembras, presentan valores superiores (96.34 y 97.01%, respectivamente) que las de color (91.44 y 92.50%, respectivamente) ($P \leq 0.05$).

Al evaluar las características físicas de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya Meza (2018) en comunidades del distrito de Totos Ayacucho, reporto valores del factor de confort según edad de 90.27 ± 7.06 %, 84.10 ± 14.59 %, 81.83 ± 15.35 % y 78.17 ± 19.24 % en alpacas DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente y según color de 86.11 ± 14.65 %, 85.12 ± 13.73 % y 79.44 ± 16.73 % en alpacas de color blanco, café y negro, respectivamente.

Machaca *et al.* (2017) con el objetivo de establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca que pueden servir para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, los resultados muestran un FC para fibra blanca de 92.16 ± 2.30 %, colores intermedios de 87.89 ± 4.54 % y oscuros de 75.94 ± 6.62 %, se observó diferencia significativa por efecto del color del vellón.



Arango (2016) indica que el factor confort varía por efecto de la edad ($p < 0.01$), mientras la edad del animal aumenta, el factor confort de su fibra disminuye. Además, es importante señalar que los animales en la etapa de diente de leche presentarán el mayor factor de confort, se observa una interacción significativa entre el sexo y el grupo de edad en relación con el factor de confort. Por otro lado, se observó que a medida que aumenta el número de rizos en la fibra, se experimenta un mayor nivel de confort, en cuanto al factor de sexo, no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), mientras que, en relación al factor de edad, se observa un decrecimiento en el nivel de confort a medida que avanza la edad del animal ($P \leq 0.01$).

En comunidades de Chimboya y Quelccaya del distrito de Corani, provincia de Carabaya Ormachea *et al.* (2015) analizó 240 muestras de fibra utilizando el equipo OFDA 2000 reporta que el factor de confort en alpacas de dos años fue 97.50%, tres años 95.85 % y cuatro años 93.43 % ($p \leq 0.05$); en alpacas hembras el factor de confort fue 96.19% y en machos 94.99 % ($P \leq 0.05$); para el factor comunidad fue del 95.62 % en Quelccaya y 95.56 % en Chimboya ($P > 0.05$). Así mismo Roque y Ormachea (2018) indican que el factor de confort disminuyó significativamente con la edad ($P < 0.05$), no habiendo diferencia por efecto del sexo o procedencia.

En Huancavelica, se encontraron un factor de picazón de 6,33% y un factor de confort de 93,67%, el cual es considerado adecuado para industria textil (Quispe *et al.*, 2009). Asimismo, existen evidencias suficientes del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica de la fibra de alpaca (Quispe, 2010).



Luptón *et al.* (2006) reporta un factor de comodidad de $68.39 \pm 25.05\%$, en hembras 69.50% y machos de 72.60% , según edad de 82.70% en uno, 74.10% en dos y 58.60% tres años de edad; en el sur de Australia las alpacas muestran un índice de confort de 75.49% ; estableciéndose variaciones por diversos factores, en alpacas de Australia, un factor bajo de picazón de 44.42% y un índice de confort de 55.58% (McGregor y Butler, 2004; Ponzoni *et al.*, 1999).

2.6.5. Índice de curvatura

En dos comunidades (Huaytire y Maure) de la Región Tacna Gandarillas *et al.* (2022) con el objetivo de determinar las características textiles de fibra de alpacas Huacaya y su grado de asociación con el sexo, edad y color de manto, analizaron muestras de fibra con el equipo OFDA 2000, los resultados muestran un IC en alpacas blancas mayor ($35.07 \pm 6.19^\circ/\text{mm}$) que las de color ($33.55 \pm 6.38^\circ/\text{mm}$). con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Respecto a la categoría etaria, el menor valor fue presentado por las alpacas DL ($31.48 \pm 5.27^\circ/\text{mm}$), mientras que los valores de los demás grupos etarios fueron irregulares.

Se caracterizaron las fibras de alpacas Huacaya blancos ($n=143$) y de color ($n=100$) participantes en la LVIII Feria Ganadera del Sur del Perú (FEGASUR) por Quispe *et al.* (2021). Los resultados muestran que el IC de las alpacas blancas (57.12 y $58.02^\circ/\text{mm}$) presenta mayores valores que las alpacas de color (49.95 y $50.99^\circ/\text{mm}$) ($P \leq 0.05$), las diferencias entre alpacas blanca y de color en términos absolutos fluctúan entre 7 y $8^\circ/\text{mm}$; y que en valores relativos están entre 14 y 16% a favor de la fibra blanca.

En comunidades Roque y Ormachea (2018) encontraron valores de 38.35 grad/mm, 34.95 grad/mm y 31.74 grad/mm en alpacas de dos, cuatro y seis años



de edad. Así mismo reportaron 34.80 grad/mm en hembras y 35.25 grad/mm en machos. En la comunidad de Condormilla Bajo 35.38 grad/mm y en la comunidad de Condormilla Alto 34.65 grad/mm evidenciándose que no existe diferencia estadística.

Machaca *et al.* (2017) con el objetivo de establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca que pueden servir para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, los resultados muestran un IC para fibra blanca de 38.29 ± 0.90 °/mm, colores intermedios de 34.98 ± 1.39 °/mm y oscuros de 29.26 ± 2.41 °/mm, se observó diferencia significativa por efecto del color del vellón.

Investigaciones en fibra de color evidencian que las alpacas de color más oscuro tienen un índice de curvatura más bajo; en alpacas de color blanco fue de 40.00 °/mm y en alpacas de color café oscuro de 31.00 °/mm y descendiendo hasta los 24.00 °/mm en alpacas color negro (Oria *et al.*, 2008); Quispe (2009) menciona que por efecto de la edad aumenta el índice de curvatura, por el contrario, McGregor (2006) manifiesta que no varía con la edad.

En Huancavelica, el patrón general del índice de curvatura tuvo una disminución dorso-ventral y los valores medios en el costillar medio fueron de 34,9 °/mm (McGregor *et al.*, 2011); se demostró la relación entre IC con la frecuencia de rizos en la mecha y con la resistencia a la compresión, y el coeficientes de correlación varían entre 0.80 y 0.90; así mismo, existe una fuerte relación entre el DMF y la curvatura de la fibra, se concluye que las fibras con



alta curvatura tienen fibras con menor diámetro (Fish *et al.*, 1999), así mismo se concluyó la ventaja que tiene el valor del índice de curvatura frente a la frecuencia de rizos, cuando se desea evaluar el diámetro de la fibra y se reportó los coeficientes de correlación entre el IC y el DMF de 0.64 en alpacas Huacaya y 0.79 en alpacas Suri, y entre la frecuencia de rizo y DMF de 0.44 (Holt, 2006).

El IC en alpacas ha sido reportado en Perú por Quispe (2010) encuentra una media de 38.8 °/mm y Siguayo y Aliaga (2010) reportan valores entre 47.66 °/mm y 54.01 °/mm; valores de 27.80 °/mm a 32.50 °/mm fueron reportados por Liu *et al.* (2004); Wang *et al.* (2004); Lupton *et al.* (2006); McGregor (2006) la fibra de alpaca Suri tiene menor (15 °/mm a 35 °/mm) curvatura que la Huacaya (25 a 60 °/mm) (Holt, 2006), mientras que la lana de ovino tiene mayor índice de curvatura que la fibra de alpaca (Liu *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004), pero menor que la de vicuña (Quispe *et al.*, 2010).

En alpacas norteamericanas se reportó un índice de curvatura de 33.16 ± 7.00 °/mm, para el sexo de 33.50 °/mm en hembras y 33.90 °/mm en machos y para la edad de 34.60 °/mm uno, 33.70 °/mm en dos y 31.00 °/mm en alpacas de tres años (Lupton *et al.*, 2006) y en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, se reporta valores similares entre sexos, pero diferente entre edades siendo el índice de curvatura de 37.00 ± 0.30 °/mm (Vásquez *et al.*, 2015).

El promedio de índice de curvatura en Huacaya fue de 35.52 °/mm y Suri de 26.31 °/mm y en alpacas de color de 35.71 °/mm, (Wang *et al.*, 2005); así mismo, con valores de diámetro de 15 a 40 micras los rangos de índice de curvatura son de 50 °/mm a 15 °/mm, la curvatura de la fibra de alpaca disminuye a medida que aumenta el diámetro medio de la fibra (Wang *et al.*, 2004); el estudio



de Quispe *et al.* (2021) señala que el índice de curvatura de las fibras en las alpacas fue similar entre los sexos (machos: 37.57 ± 7.09 °/mm; hembras: 37.92 ± 6.94 °/mm). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en relación con la edad ($P < 0.05$), con valores que variaron entre 34.82 ± 5.52 y 41.72 ± 7.58 °/mm.

Al trabajar con alpacas de la raza Huacaya hembras en la región de Puno se reportó 4,63; 4,47 y 4,63 rizos/cm en las regiones de paleta, flanco y grupa respectivamente, indicando además que no existe diferencia estadística entre las regiones del cuerpo con respecto a esta característica (Mamani, 2009).

2.6.6. Correlaciones fenotípicas

Montenegro (2023) encontró correlaciones de Pearson entre el diámetro medio de fibra y el coeficiente de variación fue negativa muy bajo o débil ($r = -0.17071$), con el factor de confort negativa muy alto o considerable ($r = -0.88212$) con el índice de curvatura negativa bajo o débil ($r = -0.34527$), con la finura al hilado positiva alta o muy fuerte ($r = 0.99555$), entre el coeficiente de variación y factor de confort positiva muy bajo ($r = 0.00065$), con el índice de curvatura negativa muy bajo o débil ($r = -0.12413$), con la finura al hilado negativo muy bajo o débil ($r = -0.14655$) y factor de confort e índice de curvatura positiva bajo o débil ($r = 0.33822$) con la finura al hilado negativa muy alto o considerable ($r = -0.89840$) e índice de curvatura y finura al hilado fue negativa bajo o débil ($r = -0.36897$). Para el caso específico de $r = 0.00065$ (CVDMF-FC), no necesariamente implica que no exista relación entre estas variables, sino que la relación podría ser no lineal, y para el caso de $r = 0.99555$ (DMF-FH), se deduce que la relación describe una función aproximadamente lineal tal como refiere (Apaza *et al.*, 2002).



Respecto a la significación estadística de los coeficientes de correlación de Pearson, se observa que en casi la totalidad de coeficientes de correlación asumen un valor de $< .0001$, excepto las correlaciones entre CVDMF-FC (0.9874), CVDMF-IC (0.0023), que evidencian que entre las características consideradas no existe una relación lineal, con un elevado nivel de probabilidad (Montenegro, 2023).

En trabajos realizados en Cerro de Pasco por Flores *et al.* (2009) se observó que existe una correlación negativa para diámetro de fibra entre factor confort $r = -0.90$ (Arango, 2016). Por otra parte, se encontró una correlación diámetro de fibra con factor confort $r = -0.844$ reportado.

En un estudio llevado a cabo en alpacas de la raza Huacaya por Roque y Ormachea (2018) se identificaron las siguientes correlaciones: hubo una correlación negativa y moderada entre el diámetro de la fibra y el índice de curvatura, con un valor de -0.40 , también se encontró una correlación negativa y moderada entre el diámetro de la fibra y el factor de confort, con un valor de -0.58 , además, se observó una correlación alta entre el diámetro de la fibra y la finura al hilado, con un valor de 0.75 .

Aguilar *et al.* (2019) con el objetivo de estimar los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas) para caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en el vellón de alpacas tuis del fundo Mallkini (Puno, Perú).

En el contexto del estudio realizado, se encontraron las siguientes correlaciones: la correlación entre el diámetro de la fibra y la desviación estándar fue significativamente alta y positiva, con un valor de 0.80 , en lo que respecta al



factor de confort, se observó una correlación alta y negativa, con un valor de -0.93, por otro lado, la correlación entre el diámetro de la fibra y el coeficiente de variación fue negativa y de baja magnitud, con un valor de -0.06, el estudio realizado por Arango (2016) reveló una correlación altamente negativa (-0.90) entre el factor de confort y el diámetro promedio de las fibras de alpaca Huacaya. Este valor se asemeja al resultado de -0.844 informado por (Quispe, 2009). Estos hallazgos indican que existe una relación inversa entre el factor de confort y la desviación estándar, con un grado de asociación de magnitud moderada. En otras palabras, un aumento en la desviación estándar del diámetro promedio de la fibra resultaría en una ligera disminución en el porcentaje del factor de confort.

Respecto a la correlación fenotípica entre el factor de confort y el coeficiente de variación del diámetro promedio de la fibra, los resultados también indicaron una asociación positiva de +0.13, aunque esta relación es muy débil ya que se acerca al valor de cero. Esto sugiere que cualquier cambio en la magnitud de uno de estos factores tendría un impacto mínimo en el otro.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio tuvo lugar en el distrito de Nuñoa, ubicado en la provincia de Melgar en el departamento de Puno, esta área geográfica está situada entre las coordenadas 14°13'18" y 14°34'50" de latitud Sur, y entre 70°30'00" y 70°55'33" de longitud Oeste; desde una perspectiva geográfica, se enmarca en la región natural de Suni, con altitudes que varían entre los 3954 y 4687 metros sobre el nivel del mar, el clima en esta localidad corresponde a la zona ecológica de puna húmeda. No obstante, se pueden identificar dos estaciones bien definidas: una estación seca que se extiende desde junio hasta octubre, y otra estación lluviosa de diciembre a abril (SENAMHI, 2020).

3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO

La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo y un diseño explicativo y correlacional.

3.3. TAMAÑO MUESTRAL

El tamaño muestral fue determinado de acuerdo a lo establecido por Morillas (2007) para poblaciones finitas.

$$n^0 = \frac{(Z^2(S)^2}{d^2}$$

n_0 = Tamaño de muestra.

Z^2 = Margen de error a considerarse 95% ($\alpha = 0.05$) 1.96.



S^2 = Desviación estándar en trabajos similares al estudio (0.72).

d^2 = Porcentaje de error admisible con respecto al promedio real o verdadero (10 %)

En el trabajo de investigación se muestrearon 200 alpacas de color de la raza Huacaya, procedentes de las comunidades de Totorani, Chilligua, Quenamari, Aguas calientes, Huanacopampa, Viluyo, Rosaspata, Moroccota, Anansaya y Huaycho distribuidas de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1

Distribución de alpacas por categoría y color de fibra de diez comunidades del distrito de Nuñoa

Categoría	DL	2D	4D	6D	Total
Colores claros	20	20	20	20	80
Colores oscuros	60	20	20	20	120
Total	80	40	40	40	200

Nota: Donde DL= Diente de leche; 2D= Dos dientes; 4D = Cuatro dientes y 6D=Seis dientes

3.4. MATERIALES DE CAMPO Y DE LABORATORIO

- Tijera
- Bolsa de polietileno
- Regla milimétrica de 30 cm
- Lapicero
- Libreta de campo
- Mameluco



- Guardapolvo
- Botas

Equipos

- OFDA 2000, modelo 2145 con procesador de Windows 8 el cual permitió procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos
- Laptop (HP Pavilion dv6-3010us)
- Impresora (HP Laserjet Pro P1102W)
- Cámara fotográfica (Sony cyber-shot 14M)

3.5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO

3.5.1. Muestreo de alpacas

Las muestras fueron colectadas de los rebaños de alpacas de color de diez comunidades, durante la selección de los animales se tomó criterios de inclusión relacionados con los aspectos fenotípicos del patrón racial, aplicados a la selección de las alpacas, y como criterio de exclusión la presencia de defectos genéticos.

Para la determinación del color se realizó por observación fenotípica del vellón en el animal abriendo y asignando un valor cualitativo según la uniformidad del color de fibra en el cuerpo del animal determinando colores claro como oscuros, dentro de colores claros se consideró LFX crema claro (Beige), LFY crema medio (vicuña), LFZ crema intenso (vicuña intensa) y CC café claro y dentro de color oscuro COM café oscuro marrón, CON café oscuro negro, N negro y GP gris plata.



3.5.2. Obtención de muestras

Se realizó la agrupación de los animales de acuerdo a las categorías: dientes de leche (DL) menor de 1.5 años, dos dientes (2D) 1.5 a 3 años, cuatro dientes (4D) 3 a 4 años y seis dientes (6D) mayores a 4 años.

Las muestras de fibra fueron tomadas de la región del costillar medio (zona representativa) utilizando una tijera, procediéndose a cortar las mechas en una cantidad entre 4 a 10 g de acuerdo a los trabajos referidos por (Aylan y McGregor, 2006).

Las muestras estas fueron rotuladas considerando la categoría y color de la fibra. Posteriormente fueron colocadas en bolsas de polietileno, y remitidas al laboratorio de fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos PECSA del Gobierno Regional de Puno.

3.5.3. Determinación del diámetro medio de fibra

- Primeramente, se procedió con el calibrado del equipo utilizando el slide con patrones de fibra poliéster estándar.
- Para el análisis de fibra grasienta se determinó el factor de corrección por grasa y se identificaron 20 muestras de fibra en sucio, que representa el diez por ciento del total, inmediatamente se procedió a realizar una lectura inicial del diámetro medio de fibra, posteriormente fueron lavadas y luego se realizó la segunda lectura, determinándose el factor de corrección por grasa, el OFDA, mediante su propio software, hace un análisis estadístico relacionando las, mediciones en sucio y luego en limpio del grupo de mechas que fueran lavadas, por medio del cual se obtiene el factor de corrección (Elvira, 2000), siendo el valor de 0.7 μm .



- Posteriormente la totalidad de muestras de fibra sucia fueron colocadas en el slide para su análisis respectivo, aplicando de forma automática el factor de corrección de grasa.

3.5.4. Determinación de la desviación estándar del DMF

Se determinó mediante el OFDA 2000, corresponde a la desviación estándar de cada muestra de fibra analizada.

3.5.5. Determinación de coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

El coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, se determinó utilizando el OFDA 2000, esta representa la variabilidad que existe en el diámetro de fibra dentro de un mismo vellón y se establece como el cociente de la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100.

3.5.6. Determinación del factor de confort

Se determinó en el OFDA 2000, corresponde al porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene la muestra analizada

3.5.7. Determinación del índice de curvatura

Se determinó mediante el OFDA 2000, se expresa en grados por milímetro y es considerado como una característica textil que describe el rizado de la fibra.

3.6. MÉTODO ESTADÍSTICO

Durante el análisis se determinaron medidas de tendencia central y dispersión. Los datos fueron procesados a través de un arreglo factorial de 4 x 2 (edad y color), conducido bajo un Diseño Completamente al Azar, siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

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



Y_{ijk} = Vector

respuesta de las variables (diámetro de fibra, factor de confort, e índice de curvatura).

μ = Media general.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor categoría (DL, 2D, 4D y 6D)

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor color (Colores claros y oscuros)

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

ε_{ijk} = Error experimental.

La comparación de medias de las variables en estudio, se realizó mediante la Prueba Múltiple de Significación de Duncan con un nivel de confianza de 95% que represento el nivel de significancia de $\alpha=0.05$).

Para estimar las correlaciones entre diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort e índice de curvatura, fueron procesados mediante la correlación de Pearson, cuya fórmula establecida es el siguiente:

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

Donde:

r_{xy} = Vector respuesta del coeficiente de correlación de Pearson

X_i = Variable independiente



Y_i = Variable dependiente

n = Tamaño de la muestra calculada

Para poder interpretar los resultados se empleó la clasificación establecida por Paredes (2010) donde:

Correlación muy baja de 0,00 a 0,20

Correlación baja de 0,21 a 0,40

Correlación moderada de 0,41 a 0,60

Correlación alta de 0,61 a 0,80

Correlación muy alta de 0,81 a 1,00

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de algunas características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color procedentes de diez comunidades del distrito de Nuñoa según categoría y tonalidad se muestran en los anexos cuyos principales parámetros estadísticos descriptivos se presentan en las tablas siguientes.

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE COLOR DE ALPACAS HUACAYA

4.1.1. Diámetro medio de fibra (DMF) según categoría y color

En la Tabla 2, se muestra el diámetro medio de fibra (DMF) según categoría y tonalidad de color de vellón de alpacas Huacaya procedentes de comunidades del distrito de Nuñoa.

Tabla 2

Diámetro medio de fibra (μm) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya

Factor	Grupos	n	Promedio \pm EE.	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Categoría	Diente de	80	20.32 \pm 0.36 ^c	14.40	33.20
	leche	40	21.21 \pm 0.45 ^{cb}	15.50	28.70
	Dos dientes	40	22.31 \pm 0.44 ^b	17.40	28.90
	Cuatro dientes	40	25.61 \pm 0.68 ^a	17.20	39.00
Color	Seis dientes				
	Claro	80	20.77 \pm 0.38 ^b	14.40	33.50
	Oscuro	12	22.74 \pm 0.36 ^a	15.50	39.00
		0			

Letras diferentes indican diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El menor diámetro medio de fibra (DMF) fue en alpacas DL (20.32 ± 0.36 μm) y similar a alpacas de 2D (21.21 ± 0.45 μm), el DMF de alpacas de 2D fue similar a alpacas de 4D (22.31 ± 0.44 μm) e inferiores al DMF de alpacas 6D (25.61 ± 0.68 μm) con una diferencia estadística ($P \leq 0.05$); las fibras de alpacas de color claro (20.77 ± 0.38 μm) presenta menor diámetro que las de color oscuro (22.74 ± 0.36 μm) con una diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Los resultados son similares a los reportados por Gandarillas *et al.* (2022). En alpacas de color procedentes de dos comunidades (Huaytire y Maure) de la Región Tacna, mencionado que en la categoría etaria la fibra más fina se encontró en alpacas DLM (20.00 ± 2.30 μm) y la fibra más gruesa en alpacas 6D (21.77 ± 2.78 μm), observándose una tendencia a engrosar con la edad, para el factor color el DMF fue de 20.79 ± 2.62 μm en fibra de blanco y en alpacas de color de 21.69 ± 2.66 μm con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Machaca *et al.* (2017) en muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac estableció que el color del vellón presentó un efecto fuerte y consistente, ya que la fibra blanca exhibe mayor finura (22.30 ± 0.34 μm) que las fibras de colores intermedios (23.81 ± 0.66 μm) y oscuros (26.69 ± 0.97 μm) y la diferencia entre la DMF del vellón blanco con el de color intermedio fue de 1.51 μm y con el color oscuro de 4.39 μm .

Los resultados son inferiores a los citados por Meza (2018) al evaluar las características físicas de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya en comunidades del distrito de Totos Ayacucho, reportando resultados del DMF según edad de 22.87 ± 2.03 μm en DL, 24.43 ± 3.42 μm en 2D, 25.50 ± 3.45 μm en 4D y 25.99 ± 3.96 μm en BLL; así mismo, según color fue de 24.08 ± 3.39 μm en fibra blanco, 24.42 ± 3.31 μm en café y 25.61 ± 3.62 μm negro Barrionuevo



(2019) reporta DMF para animales café (24.42 μm) y negro (25.61 μm), indicando además que hubo diferencias a favor de la fibra blanca; concluyéndose que las alpacas con fibra clara tienen mayor finura que las alpacas de fibra de color; así mismo, fueron inferiores a lo citado por Olaguivel (1991) quien para el color café claro encontró un DMF de 26.59 μm , café oscuro 25.50 μm , negro 24.38 μm , LFx 26.41 μm , LFy 25.58 μm y LFz 24.87 μm . Clavetea (2003) reporta en fibra de color negro de 23.43 μm , color café oscuro 24.42 μm , color café claro 23.34 μm , color café 23.96 μm y LF 23.87 μm .

Así mismo, resultados superiores fueron citados por Montesinos (2000) en fibra de alpacas Huacaya de color y encontró efecto del factor edad considerando que las alpacas de un año tienen 21,78 μm y el mayor grosor fue en alpacas de tres a cinco años (26,70 μm) a su vez menciona que el diámetro de fibra aumenta en relación directa con la edad de la alpaca. En lo referente a colores, reporta para fibras blancas (22,26 μm), café rojizo (23,36 μm) y LF (23,38 μm) tienen mayor finura que los colores cafés (23,45 μm), roano (23,46 μm) café claro (23,77 μm), gris (24,07 μm), café oscuro (24,07 μm) y el negro (24,59 μm).

Los reportes indican que la fibra de alpacas de color claro es más fina que las de color oscuro, tal como menciona Nina (2017) quien en alpacas Huacaya de color procedentes de la comunidad de Lagunillas (Lampa) encontró un DMF de alpacas de vellón blanco fue de 20.17 μm , café de 20.77 μm , dos colores a más 21.30 μm y negro de 25.25 μm ($P < 0.05$).

Las diferencias encontradas se atribuyen al proceso de selección y al grado de mejoramiento genético impuesto en favor de la fibra de color blanca y sus tonalidades claras como el LF o beige a nivel de las empresas asociativas, centros



experimentales y comunidades campesinas a pequeña escala. Así mismo, no se les dio importancia a las alpacas de color, debido a que el precio de su fibra en los mercados locales y nacionales están por debajo del vellón de color blanco por ende no se enfatiza en los programas de mejoramiento genético.

En general en alpacas Huacaya para el factor categoría los resultados obtenidos son similares a los reportes realizados por Quispe (2020) ($23.38 \mu\text{m}$), Vásquez *et al.* (2015) en la categoría diente de leche ($17.8 \pm 0.2 \mu\text{m}$), dos dientes ($19.7 \pm 0.3 \mu\text{m}$), cuatro dientes ($20.7 \pm 0.3 \mu\text{m}$) y boca llena ($22.1 \pm 0.3 \mu\text{m}$). Por otro lado, Flores (2017) reporta un DMF de $19.86 \pm 2.31 \mu\text{m}$ en alpacas de dos años, $21.02 \pm 2.62 \mu\text{m}$ en alpacas de tres años y $21.88 \pm 2.70 \mu\text{m}$ en alpacas de cuatro años; el incremento del diámetro medio de fibra por efecto categoría es corroborado por (Ormachea *et al.*, 2015). Roque y Ormachea (2018); McGregor (2006); Lupton *et al.* (2006); Huamaní y Gonzales (2004); Bustinza (2001) quienes afirman que los valores del DMF en alpaca son menores al primer año de vida y se va incrementando considerablemente de acuerdo a su edad.

Al respecto se afirma que existen varios factores que influyen en el diámetro de fibra uno de ellos es el factor alimentación y sobre el particular Franco *et al.* (2009) menciona que una alimentación basada con bajos niveles de energía y proteína van a disminuir el diámetro de fibra y el crecimiento en cuanto a su longitud. Bryant *et al.* (1989) manifiestan que, cuando existe abundancia de pastos naturales se presenta el engrosamiento de la fibra como resultado de una mejor alimentación.

Las diferencias en el promedio del diámetro medio de las fibras entre distintas categorías podría estar vinculada con la cantidad de folículos pilosos

presentes y la proporción entre folículos secundarios y primarios; esta relación varía en función de la edad, presentando diferencias entre edades tempranas y avanzadas; la densidad de folículos pilosos y la relación entre folículos secundarios y primarios parecen ser determinados genéticamente; del mismo modo, los posibles cambios en el tamaño promedio de las fibras podrían relacionarse con la cantidad de vasos sanguíneos presentes en la papila, como fue señalado por (Ryder y Stephenson, 1968).

4.1.2. Desviación estándar del diámetro medio de fibra según categoría y color

En la Tabla 3, se muestra la desviación estándar del diámetro medio de fibra (μm) de alpacas Huacaya según categoría y color de vellón.

Tabla 3

Desviación estándar del diámetro medio de fibra (μm) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya

Factor	Grupos	n	Promedio \pm E.E	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Categoría	Diente de leche	80	5.40 \pm 0,17 ^{ba}	3.00	10.60
	Dos dientes	40	5.09 \pm 0.16 ^b	3.40	7.40
	Cuatro dientes	40	5.14 \pm 0.15 ^b	3.40	7.60
	Seis dientes	40	5.73 \pm 0.20 ^a	3.50	8.70
Color	Claro	80	4.72 \pm 0.09 ^b	3.00	6.40
	Oscuro	120	5.77 \pm 0.13 ^a	3.40	10.60

Letras diferentes indican diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

La desviación estándar del diámetro medio de fibra en alpacas DL fue de 5.40 \pm 0,17 μm , 2D de 5.09 \pm 0.16 μm , 4D de 5.14 \pm 0.15 μm y en 6D de 5.73 \pm



0.20 μm , con diferencia estadística ($P \leq 0.05$); la fibra de color claro ($4.72 \pm 0.09 \mu\text{m}$) tiene menor desviación estándar del diámetro medio de fibra que las de color ($5.77 \pm 0.13 \mu\text{m}$) con diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Los resultados son similares a los reportados por Gandarillas *et al.* (2022). En alpacas de color de comunidades de Tacna cifrando una DS en alpacas DL de $5.26 \pm 0.88 \mu\text{m}$, DLM de $4.97 \pm 0.81 \mu\text{m}$, 2D de $5.22 \pm 1.23 \mu\text{m}$, 4D de $5.14 \pm 0.86 \mu\text{m}$ y $5.30 \pm 0.98 \mu\text{m}$ en 6D, con diferencia estadística ($P \leq 0.05$), para el factor color, en blanco de $5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$ y color de $5.34 \pm 0.99 \mu\text{m}$ con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Las alpacas de color blanco presentaron una dispersión de finura menor ($5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$) en comparación con las alpacas de color ($5.34 \pm 0.99 \mu\text{m}$), esta tendencia se observó especialmente en los animales clasificados como DLM, quienes mostraron una variación menor y significativa en comparación con otros grupos etarios. Además, el estudio de Quispe *et al.* (2021) también respalda esta idea al informar que las alpacas blancas (4.73 y $4.71 \mu\text{m}$) tienen una desviación estándar menor en relación con las de color (5.64 y $5.28 \mu\text{m}$), ($P < 0.05$). Se concluye que las fibras de color blanco tienden a tener una dispersión más reducida alrededor del diámetro medio de la fibra (DMF); además, las desviaciones estándar promedio de las alpacas blancas no superan el 5%, mientras que las de color no exceden el 6%. La dispersión estándar también guarda relación con la edad de las alpacas, ya que los valores más bajos de dispersión se correspondieron con animales más jóvenes.

En cuanto a la categoría, los resultados coinciden relativamente con los reportes de Castillo y Zacarías (2014) y Arango (2016) quienes señalan que las alpacas juveniles presentan mayor homogeneidad (4.99 y $4.19 \mu\text{m}$) que las de mayor edad (5.73 y $5.44 \mu\text{m}$). Cabe indicar que a menor DS más uniformemente



dimensionada estarán las fibras, lo cual es deseable para propósitos del procesamiento textil tal como refieren (Holt y Scott, 2006).

Los resultados son superiores a los reportados por Ccalta (2020) quien muestra desviación estándar de fibra en alpacas Huacaya, en las categorías de dientes de leche ($1.73 \mu\text{m}$), dos dientes ($2.26 \mu\text{m}$), cuatro dientes ($1.77 \mu\text{m}$), seis dientes ($1.50 \mu\text{m}$) ($P > 0,05$). Cruz (2011) estableció una DS de $4,25 \mu\text{m}$, la influencia de los efectos del sexo sobre la desviación típica resultó poco relevante, de tan solo $0,1 \mu\text{m}$ de diferencia entre machos y hembras.

Resultados ligeramente inferiores fueron reportados por Porto (2021) en alpacas procedentes del distrito de Cojata citando una DS de $3.91 \mu\text{m}$ (1 a 2.5 años), $4.16 \mu\text{m}$ (2.5 a 3.4 años), $4.40 \mu\text{m}$ (3.5 a 4.5 años) y $4.44 \mu\text{m}$ (4.5 a más años) con una tendencia al incremento ($P \leq 0.05$), a medida que avanza la edad; asimismo, en estudios realizados por Aguilar *et al.* (2019) concluyen que habría una buena respuesta esperada a la selección para este carácter si se utiliza como criterio de selección, ya que para seleccionar por uniformidad el vellón, la desviación estándar es un indicador de la homogeneidad o variabilidad de la muestra el vellón en el animal; Así mismo, se determinó que cuanto mayor sea, mayor será la dispersión de los valores de la distribución respecto a la media y, por tanto, la media será menos representativa de las observaciones de dicha distribución tal como señala (Cruz, 2012).

Finalmente, los resultados son diferentes a los citados por Cruz (2011) respecto al efecto del color en la DS del diámetro medio de fibra, reportando para los colores extremos de $4,11 \mu\text{m}$ y $4,38 \mu\text{m}$ en los blancos.

4.1.3. Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra

En la Tabla 4, se muestra el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra según categoría y el color de vellón.

Tabla 4

Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra (%) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya

Factor	Grupos	n	Porcentaje	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Categoría	Diente de leche	80	26.28 ^a	19.30	41.30
	Dos dientes	40	23.91 ^b	17.50	30.50
	Cuatro dientes	40	23.05 ^b	17.40	32.30
	Seis dientes	40	22.32 ^b	17.50	29.40
Color	Claro	80	22.79 ^b	17.90	31.10
	Oscuro	120	25.42 ^a	17.40	41.30

Letras diferentes indican diferencia estadística ($p \leq 0,05$)

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra fue mayor en alpacas DL respecto a 2D, 4D y 6D con diferencia estadística ($P \leq 0.05$), siendo similares entre estos últimos ($P > 0.05$); la fibra de color claro (22.79 %) presenta menor coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de color oscuro (25.42 %) con diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Resultados similares fueron reportados por Machaca *et al.* (2017) siendo el CVDMF para fibra blanca de 22.66 ± 0.21 %, colores intermedios de 22.41 ± 0.46 % y oscuros de 22.50 ± 0.48 %, se observó diferencia significativa por efecto del color del vellón. Quispe *et al.* (2021) reporta que las alpacas blanco exhiben menor



variación del CVDMF (24.19 %), en tanto que las de color tienen mayor variación (25.99 %).

Así mismo, Gil (2017) indica que existe una variación significativa considerando la edad del animal reportando valores de 26.72 % al año, 26.48 % a los dos años; 25.69 % a los tres años, 23.21 % a los cinco años, 24.12 % a los seis años, 23.67 % siete años y ocho años del 24.47 %. ($P \leq 0.01$).

Al respecto Lupton *et al.* (2006) reportan un coeficiente de variación del 25.00%; de igual forma (Manso, 2011) en alpacas Huacaya DL de 26.03%, así mismo, los resultados del estudio son inferiores a los citados por Checmapocco *et al.* (2013) en alpacas de primera esquila de 26.32% y son superiores a lo citado por Castillo y Zacarias (2014) (22.56%) en alpacas Huacaya de la categoría dos dientes, por otro lado, Vásquez *et al.* (2015) (21.3 %) en alpacas de la categoría diente de leche.

El coeficiente de variación en una mecha se debe a dos aspectos: la primera variación encontrada está referido a las fibras dentro de la mecha y constituye el 80% de variación; la segunda tiene que ver con la variación a lo largo de la mecha que representa un 20% (Quispe, 2010). Por lo tanto, un vellón con un coeficiente de variación menor al 25% tendrá mayor uniformidad en cuanto al diámetro de fibras individuales dentro de la mecha y los hilos que se producen serán más resistente y uniformes (Manso, 2011; Mclellan y Lewer, 2005). Si reducimos el coeficiente de variación en un 5% el diámetro medio de la fibra se reducirá en $1\mu\text{m}$ lo cual es un aspecto deseable desde el punto de vista de la industria textil (Frank *et al.*, 2006; Mclellan y Lewer, 2005; Ormachea, 2012).



El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de la fibra es muy importante desde el punto de vista de la industria textil tal como lo menciona Lupton *et al.* (2006) lógicamente las variaciones encontradas se atribuyen a factores medio ambientales, a los efectos de la edad, por otro lado, la desnutrición y la presencia de enfermedades, puede producir el desquebrantamiento de la fibra.

Por lo tanto, es recomendable que el coeficiente de variación tenga un valor menor al 24%, de modo que la finura al hilado disminuye en un μm por cada 5% de disminución del coeficiente de variación tal como indica (Lupton *et al.*, 2006). Al respecto Quispe (2010) realiza un reporte del 19.5% de coeficiente de variación en Vicuñas de la Región de Huancavelica concluyendo que esas fibras tienen mayor homogeneidad.

Dada las correlaciones desfavorables entre el CV y el DMF, existe la posibilidad de reducir la distribución del diámetro de la fibra vía selección, pero es mejor seleccionar por tipos de fibra, logrando reducir el diámetro medio y el coeficiente de variación, pero no en forma separada, sino simultáneamente tal como refieren (Frank *et al.*, 2008). Finalmente, Taddeo (1999) en estudios realizados en Argentina, obtuvieron que el punto más representativo para el muestreo de fibra para determinar el CV es el costillar medio.

4.1.4. Factor de confort según categoría y color de fibra

En la Tabla 5 se muestra el factor de confort según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya.

Tabla 5*Factor de confort (%) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya*

Factor	Grupos	n	Porcentaje	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Categoría	Diente de leche	80	93.35 ^a	49.10	100
	Dos dientes	40	93.64 ^a	66.80	100
	Cuatro dientes	40	91.49 ^a	68.30	99.40
	Seis dientes	40	81.06 ^b	31.10	99.50
Color	Claro	80	93.79 ^a	33.60	100
	Oscuro	120	88.43 ^b	31.70	100

Letras diferentes muestran diferencia estadística ($p \leq 0,05$)

El factor de confort de la fibra en alpacas Huacaya fue igual en alpacas de la categoría diente de leche (95.35 %), 2 dientes (93.64 %) y 4 dientes (91.49 %) y superiores a alpacas de la categoría seis dientes (81.06 %), con diferencia estadística ($P \leq 0.05$); los vellones de color claro (93.79%) presentan mayor factor de confort que las de color oscuro (88.43%) ($P \leq 0.05$).

Resultados similares fueron reportados por Gandarillas *et al.* (2022) en dos comunidades (Huaytire y Maure) de la Región Tacna, siendo el FC de 93.68 % en fibra de color blanco y en alpacas de color de 91.73 % con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Además, se observó que el factor de confort (FC) fue similar entre las alpacas jóvenes (DL y DLM), pero varió en comparación con las alpacas adultas (BLL), donde se presentaron índices de FC más bajos (91.97%). Es evidente que el factor de confort (FC) presenta un patrón de comportamiento contrario al diámetro medio (DM) en relación con la edad del animal; es decir, a medida que



la finura aumenta (lo que se refleja en un menor diámetro de fibra), se experimenta una mayor comodidad en la fibra.

Sobre el particular Quispe *et al.* (2021) en alpacas Huacaya blancos y de color participantes en FEGASUR muestran que las alpacas blancas, presentan valores superiores (96.34 y 97.01%) que las de color (91.44 y 92.50%) ($P \leq 0.05$), resultados similares al estudio.

Resultados inferiores fueron citados por Meza (2018) en alpacas de color de la raza Huacaya de comunidades del distrito de Totos Ayacucho, reportando valores del factor de confort según edad de 90.27 % en DL, 84.10 % en 2D, 81.83 % en 4D y 78.17 % en 6D y según color de 86.11 % en color blanco, 85.12 % en café y 79.44 ± 16.73 % en alpacas negro. Así mismo, Machaca *et al.* (2017) en alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, reportan para fibra blanca de 92.16 %, colores intermedios de 87.89 % y oscuros de 75.94 %, se observó diferencia significativa por efecto del color del vellón, siendo similares al presente estudio.

Los resultados obtenidos en el estudio muestran que la variable factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal, sugiriendo que el factor de confort estaría inversamente relacionado al diámetro medio de fibra en alpacas por lo que el factor de confort se disminuye conforme se incrementan la edad tal como señalan (Ponzoni *et al.*, 2006); McGregor, 2006; Ormachea *et al.*, 2015; Roque y Ormachea, 2018).

Así también, los estudios realizados por Flores *et al.* (2015) en el distrito de Corani en alpacas de dos años reporta un factor de confort de 96.71% tres años

94.43% y alpacas de cuatro años 93.04%. Ponzoni *et al.* (2006) reporta valores de 75.49% de factor de confort, resultados que son inferiores al estudio.

Las diferencias reportadas de los estudios se deben probablemente a los diferentes valores del diámetro medio de fibra que guarda relación con el factor de confort tal como mencionan Quispe *et al.* (2007); McGregor (2004); MacGregor (2008); Lupton *et al.* (2006); Ponzoni *et al.* (2006); Ormachea (2015) quienes indican que a menor diámetro de fibra el valor del factor de comodidad será mayor.

4.1.5. Índice de curvatura según categoría y color de vellón

En la Tabla 6, se muestra el índice de curvatura según categoría y color de vellón en alpacas Huacaya.

Tabla 6

Índice de curvatura (°/mm) según categoría y color de vellón de alpacas Huacaya

Factor	Categoría	n	Promedio ± E.E	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Categorías	Diente de leche	80	41.44 ± 11.03 ^b	16.70	65.80
	Dos dientes	40	44.55 ± 1.20 ^{ab}	28.00	58.40
		40	45.55 ± 1.21 ^a	28.90	64.00
	Cuatro dientes	40	41.17 ± 1.68 ^b	24.30	71.30
	Seis dientes				
Color	Claro	80	47.55 ± 0.89 ^a	28.50	71.30
	Oscuro	120	39.68 ± 0.76 ^b	16.70	63.00

Letras diferentes muestran diferencia estadística ($p \leq 0,05$)

El índice de curvatura de la fibra de alpacas Huacaya fue igual en alpacas DL (41.44 ± 11.03 °/mm) 2D (44.55 ± 1.20 °/mm) y 6D (41.17 ± 1.68 °/mm) e



inferiores a alpacas de 4D (45.55 ± 1.21 °/mm) con diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$); las alpacas de color claro (47.55 ± 0.89 °/mm) presentan mayor índice de curvatura que los de color oscuro (39.68 ± 0.76 °/mm) ($P \leq 0.05$).

Resultados inferiores fueron reportados por Gandarillas *et al.* (2022) en fibra de alpacas Huacaya de color de comunidades de Tacna cifrando un IC en alpacas blancas mayor (35.07 ± 6.19 °/mm) que las de color (33.55 ± 6.38 °/mm) con diferencia estadística ($P \leq 0.05$). Respecto a la categoría etaria, el menor valor fue presentado por las alpacas DL (31.48 ± 5.27 °/mm), mientras que los valores de los demás grupos etarios fueron irregulares. Así como a los reportados por Roque y Ormachea (2018) quienes cifran valores de 38.35 grad/mm, 34.95 grad/mm y 31.74 grad/mm en alpacas de dos, cuatro y seis años de edad. Machaca *et al.* (2017) en alpacas procedentes de comunidades de Apurímac, muestran para fibra blanca de 38.29 ± 0.90 °/mm, colores intermedios de 34.98 ± 1.39 °/mm y oscuros de 29.26 ± 2.41 °/mm, se observó diferencia significativa por efecto del color del vellón, similares al presente estudio.

Resultados superiores fueron reportados por Quispe *et al.* (2021) en alpacas Huacaya blancos (57.12 y 58.02°/mm) presenta mayores valores que las alpacas de color (49.95 y 50.99 °/mm) ($P \leq 0.05$), las diferencias absolutas entre las alpacas blancas y las de color oscilan entre 7 y 8 °/mm, mientras que en términos relativos estas diferencias varían entre el 14% y el 16%, siendo más favorables para la fibra blanca, estos resultados resaltan que las alpacas blancas tienden a tener índices de curvatura mayores que las de color.

Los resultados encontrados en el trabajo fueron superiores a lo mencionado por Gil (2017) quien manifiesta que el índice de curvatura es de 38.79



± 7.35 °/mm, Manso (2011) reporta valores de 37.25 °/mm en alpacas Huacaya procedentes de Huancavelica de la categoría diente de leche. De igual forma Galindo *et al.* (2016) cifra valores en alpacas Huacaya de un año de edad fue de $41,607 \pm 9,43$ °/mm. Sin embargo, Marín (2007) reporta valores de 47.14 grad/mm en alpacas de un año de edad. Lo cual demuestra que existe variaciones en cuanto a los valores obtenidos del índice de curvatura; sin embargo, esta característica estaría relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 °/mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de 40 – 50 grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

Al respecto Lupton *et al.* (2006) reporto valores de 34.6 °/mm, 33.7 °/mm, 29.4 °/mm en animales de uno, dos y mayores de dos años. Vásquez *et al.* (2015) trabajando con alpacas Huacaya de color blanco reporta valores de 35. 8°/mm; 36. 9°/mm; 37. 6°/mm y 38. 2°/mm en alpacas de la categoría diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente.

Sobre el particular, Mamani (2010); Fish *et al.* (1999); Mike (2006) manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy importante en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro, finalmente investigaciones en fibra de color evidencian que las alpacas de color más oscuro tienen un índice de curvatura más bajo; en alpacas de color blanco fue de 40.00 °/mm y en alpacas de color café oscuro de 31.00 °/mm y descendiendo hasta los 24.00 °/mm en alpacas color negro

4.2. CORRELACIONES FENOTÍPICAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR

La Tabla 7; muestra las correlaciones fenotípicas de las características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color.

Tabla 7

Correlaciones fenotípicas de las características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de color

Variab les	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Factor de confort	Índice de curvatura
Díametro de Fibra (Sig)	0,6880 < 0,0001	-0,0165 0,8166	-0,9091 < 0,0001	-0,5809 < 0,0001
Desviación estándar (Sig)		0,7041 < 0,0001	-0,7003 < 0,0001	-0,5929 < 0,0001
Coefficiente de variación (Sig)			-0,8091 0,2097	-0,2637 0,0002
Factor de confort (Sig)				0,5810 < 0,0001

La Tabla anterior muestra la correlación entre el diámetro medio de fibra con la desviación estándar siendo esta positiva y alta ($r= 0,688$), con el coeficiente de variación fue negativa bajo ($r= -0,0165$), con el factor de confort fue negativa muy alto ($r= -0,9091$), con el índice de curvatura fue negativa moderada ($r= - 0,5809$). La asociación entre la desviación estándar y el coeficiente de variación fue positiva alta ($r=.0.7041$), con el factor de confort fue negativa alta ($r= - 0,7003$), con el índice de curvatura fue negativa moderado ($r= - 0,5929$). La correlación del coeficiente de variación y factor de confort fue negativa alta ($r= -0,8091$), con el índice de curvatura fue negativa bajo ($r= -0,2637$).



La correlación del factor de confort con el índice de curvatura fue positiva moderado ($r=0,5810$).

Respecto a la significación estadística de los coeficientes de correlación de Pearson, se observa que en casi la totalidad de coeficientes de correlación asumen un valor de $< .0001$, excepto las correlaciones entre DMF con el CVDMF, CVDMF y el FC, CVDMF con el IC que evidencian que entre las características consideradas no existe una relación lineal, con un elevado nivel de probabilidad.

Para el caso específico de DMF y CVDMF ($r = -0,0165$), no necesariamente implica que no exista una relación entre estas variables, sino que la relación podría ser no lineal, y para el caso de la correlación entre el DMF y FC ($r = -0.9091$), se deduce que la relación describe una función aproximadamente lineal tal como refiere (Apaza *et al.*, 2002).

Los resultados de la correlación entre el diámetro de fibra y la desviación estándar son similares a los reportados por Aguilar *et al.* (2019) quienes cifran una correlación positiva y alta ($r= 0.80$), de igual forma Cervantes *et al.* (2010) reporta valores de $r= 0.71$; Gutiérrez *et al.* (2009) y Gutiérrez (2011) indican un asociación de 0.72 y 0.67, respectivamente; Cruz (2011) con 0.96; Gutiérrez (2013) con $r= 0.61$; More *et al.* (2017) con $r= 0.71$; lo cual demuestra que a medida que se intente disminuir el diámetro de fibra, la desviación estándar también disminuirá por tener una correlación positiva muy alta.

Los resultados para la correlación entre el diámetro medio de fibra y el coeficiente de variación son similares a los reportados por Cruz (2011) quien cifra una correlación negativa y baja ($r= -0.06$). Por otro lado, los resultados fueron similares a los reportados por otros Gutiérrez (2013) $r= -0.06$; Gutiérrez *et al.* (2009) $r= 0.03$; Cervantes *et al.* (2010) $r= 0.14$; la gran variabilidad de las correlaciones entre diámetro de fibra y coeficiente de



variación indicaría que se pueden trabajar como caracteres separados, ya que la selección para uno de ellos no influiría en la selección para el otro carácter.

Los resultados fueron similares respecto a la correlación entre el diámetro medio de fibra y factor de confort reportados por Montenegro (2023) siendo negativa muy alto ($r = -0.88212$). Arango (2016) en alpacas de Cerro de Pasco ($r = -0.90$) y similar a los reportados por Quispe *et al.* (2009) ($r = -0.844$), siendo estas correlaciones negativas muy altas. Así como, a la correlación genética reportada por (Aguilar *et al.*, 2019) entre el diámetro de fibra y el factor de confort resultó negativa y muy alta ($r = -0.93$), similar a otros resultados Cervantes *et al.* (2010) $r = -0.97$; Gutiérrez *et al.* (2009) y Gutiérrez (2013): reportan valores de $r = -0.97$, $r = -0.78$, respectivamente, lo cual implica que, si en programa de selección se intenta disminuir el diámetro de fibra, el factor de confort aumentaría, lo que supone un cambio en el sentido favorable del carácter, considerando que la heredabilidad de la finura oscila entre niveles moderados y altos (0.3 a 0.5), lo que implica que es posible influir en este rasgo a través de programas de evaluación genética, con el propósito de mejorarlo según lo indicado por (Porto, 2016). No obstante, las estimaciones de heredabilidad para todas las características según las áreas geográficas fueron de magnitud moderada (0.12 a 0.38), excepto en el caso del coeficiente de variación que tuvo un rango de (0.17 a 0.43), según lo reportado por (Aguilar *et al.*, 2019).

Estos resultados indicarían que la asociación entre el factor confort y el diámetro promedio de fibra es de sentido opuesto y de alta magnitud; por este motivo, una disminución del diámetro de fibra traerá como consecuencia un aumento del porcentaje de factor confort en la fibra tal como mencionan (Roque y Ormachea, 2018; Apaza *et al.*, 2022).



La correlación entre el factor de confort y la desviación estándar del diámetro medio de las fibras por Arango (2016) mostró ser negativa ($P < 0.01$) y de magnitud moderada ($r = -0.66$), estos hallazgos indican que la relación entre el factor de confort y la desviación estándar es inversa y de intensidad intermedia, que implica si la magnitud de la desviación estándar del diámetro medio de las fibras aumenta, esto se traducirá en una ligera disminución del porcentaje de factor de confort.

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

Los resultados similares a la correlación entre el diámetro medio de fibra e índice de curvatura fueron reportados por Roque y Ormachea (2018) ($r = -0.40$) siendo las correlaciones negativas moderadas. Así, mismo Ticlla *et al.* (2015) reporta valores de $r = -0.96$ en machos y $r = -0.90$ en hembras, siendo estas negativas muy altas.

Finalmente, Quispe *et al.* (2021) reportó coeficientes de correlación de Pearson entre las principales características tecnológicas de fibra de alpacas Huacaya blanca y de color, el coeficiente de correlación de Pearson entre el DMF y FC ($r = -0.840$; $r = -0.899$), asociación regular entre DMF y DSDMF ($r = 0.669$; $r = 0.774$), DSDMF y FC ($r = -0.777$; $r = -0.745$) y correlación mínima entre DMF e IC ($r = -0.443$; $r = -0.521$), DSDMF e IC ($r = -0.402$; $r = -0.544$), DSDMF y CVDMF ($r = 0.562$; $r = 0.498$); y FC e IC ($r = 0.442$; $r = 0.511$), según, Martínez (1999) se puede considerar como asociaciones aceptables.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: El diámetro medio de fibra se incrementa por categoría, la desviación estándar fue similar entre alpacas DL, 2D y 4D y menores a 6D, el coeficiente de variabilidad fue mayor en DL y similares en las demás categorías, el factor de confort disminuye con la edad y el índice de curvatura fue mayor en 2D y 4D y menores en DL y 6D ($P \leq 0,05$).

SEGUNDA: Las correlaciones entre el DMF y DSDMF fue positiva alta, DMF y FC fue negativa muy alto, entre DMF e IC fue negativa moderada, DE y CVDMF fue positiva alta, DSDMF y FC negativa alta, DSDMF e IC fue negativa moderado, CVDMF y FC fue negativa muy alta y FC e IC fue positiva moderado ($r = 0,5810$).



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar investigaciones enfocadas en las alpacas Suri de diferentes colores y tonalidades, provenientes de diversas zonas ecológicas del Perú, esta podría brindar valiosa información para apoyar a las comunidades altoandinas en la crianza de alpacas, este tipo de investigaciones podría abordar aspectos como las propiedades específicas de la fibra de distintos colores y cómo se relacionan con la calidad y demanda en el mercado.

SEGUNDA: Utilizar el diámetro de la fibra como criterio de selección en un Plan de Mejoramiento Genético para alpacas esta sería una estrategia importante, considerando que el diámetro de fibra es un indicador clave de la calidad de la fibra y está relacionado con factores como la suavidad y la durabilidad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, H., Gutiérrez, G., Wurzinger, M. (2019). Parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya en Puno, Perú *Rev. Investig. Vet. Perú* vol.30 no.3 Lima jul./set 2019
- Aguilar, M., Torres, D., Murillo, R. & Zeballos, J. (2014). *Buenas prácticas de manejo en la producción de alpacas*. Necesidad estratégica para la adaptación al cambio climático. DESCO MINSUR.
- Anderson, J., Gehly, C., Safley, M. & VandenBosch, A. (2011). *The art & ciencia of alpaca Judging*.
- Antonini, M. & Vinella, S. (1997). *Fine fibre production from Argentina Camelids a development perspective*. European Fine Fibre Network, 6, 31–41.
- Arango, S. J. S. (2016). *Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Aylan-Parker, J. y McGregor, B. (2002). Optimización de técnicas de muestreo y la estimación de varianza muestral de la lana en los atributos de calidad en alpacas. *Small Rumin Res* 44, 53-64
- Azabache, D. A., Campero, J. A., Gallardo, A. R. y Ramírez, A. (2021). *Análisis de la evolución de la fibra de alpaca peruana del 2010 al 2019*. (Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad de Lima.
- Badii, M. H., Castillo, J., Rositas, J. y Alarcón, G. (2007). *Uso de un método de pronóstico en investigación*. En: Badii MH, Castillo J (eds). Técnicas cuantitativas



- en la investigación. Monterrey, México: Univ. Autónoma de Nuevo León. p 137-155.
- Barrionuevo, E. (2019). *Caracterización física de la fibra de alpacas Huacaya utilizando OFDA 2000 en cuatro comunidades Ocongate, Quispicnachis*. (Tesis de Ingeniero Zootecnista). Cusco, Perú: Univ. Nacional San Antonio Abad. 84 p.
- Baxter, B., Brims, M. & Taylor, T. B. (1992). Description and performance of the optical fiber diameter analyser (OFDA). *Journal Textile Institute*, 83, 507–526.
- Brims, M., Peterson, A. & Gherardi, S. (1999). *Introducing the OFDA2000 - For Rapid Measurement of Diameter Profile on Greasy Wool Staples*. IWTO, Raw Wool Group Rep. RWG04, Florence, Italy.
- Burchill, S. A., Thody, A. J. and Ito, S. (1986). Melanocytestimulating hormone, throsinase activity and the regulation of eumelanogenesis and pheomelanogenesis in the hair follicular melanocytes of the mouse. *J. Endocrinol.* 109:15-21.
- Bustinza, V. A. (1998). *La alpaca, diversidad de colores*. Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos. UNA. Puno
- Bustinza, V. A. (2001). *Conocimiento del gran potencial andino (N° 1)*. Impresiones O.R.A. sección publicaciones.
- Bustinza, V. A. (2001). *La alpaca*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Bustinza, V. A. & Apaza, E. (1990). *Problemática de las alpacas de color*. Informe técnico No 38 PAL-IIPC-Puno.
- Caballero, J. R. & Carrión, E. (1995). *Coloraciones o capas del ganado* (Ediciones).



- Castillo, R. y Zacarías, A. (2014). *Determinación de las características tecnológicas de los diferentes componentes del vellón de la alpaca (Vicugna pacos) Huacaya*. (Tesis de Ingeniero Zootecnista). Perú: Univ. Nacional de Huancavelica. 130 p. 8.
- Ccalta, A. (2020). *Determinación del índice folicular y densidad de fibra de alpacas Huacaya del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos La Raya*. (Tesis de grado Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSACC).
- Cecchi, T., Valbonesi, A., Passamonti, P., Frank, E. & Renieri, C. (2007). *Quantitative variation of melanins in llama (Lama pacos)*. *Small Ruminant Research*, 71, 52–58.
- CENAGRO. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario*.
<https://proyectos.inei.gob.pe/CenagroWeb/>
- Cervantes, L., Pérez-cabal, M., Morante, R., Burgos, A., Salgado, C., Nieto, B., Goyache, F. & Gutiérrez, J. (2010). Genetic Parameters and Relationships Between Fibre and Type Traits in Two Breeds of Peruvian alpacas. *Small Ruminant Res* 88: 6-11. doi: 10.1016/j.smallrumres.- 2009.10.016
- Checmapocco, O., Calsin, B., Quispe, J. y Maquera, Z. (2013). Peso de vellón y efecto del sexo y zona corporal en el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad y factor de confort en alpacas suri a la primera esquila de la asociación Urinsaya puna-Nuñoa. *Revista de Investigaciones Allpak´a* Vol 18 N° 01, pp 75-80.
- Cieslak, M., Reissmann, M., Hofreiter, M. & Ludwig, A. (2011). *Colours of domestication*. *Bioll*, 86, 885–899.
- Cottle, D. (2010). *Wool preparation and metabolism*. *International Sheep and Wool Handbook*.



- Crossley, J. C., Borronia, C. G. y Raggi, AS. (2014). Correlation between mean fibre diameter and total follicle density in alpacas of differing age and colour in the Parinacota province of the Chilean high plain. *Journal of Applied Animal Research* 42(1): 27-31.
- Cruz, L. (2011). *Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (Vicugna pacos)*. (Tesis Interuniversitaria de Maestría). Lima, Perú: Univ. Autónoma de Barcelona. 53 p.
- De Gea, G. S. (2007). *El ganado lanar en la Argentina*. (2da. Edición). Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. 245 pág.
- Elvira, M. (2000). *Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000*. 1–11.
- Enríquez, P. (2015). La alpaca Suri, de la extinción a la conservación de la biodiversidad de colores y la importancia de la bioartesanía textil en el distrito de Nuñoa (Melgar-Puno). *Rev. Investig. Altoandin.* 2015; Vol 17 N° 3: 291-300
- ET (Expediente Técnico). (2016). *Expediente técnico. Implementación de la actividad de sanidad animal en la prevención y control de enfermedades infecciosas y parasitarias en el Sector Anansaya Puna*. Nuñoa.
- Fish, V. E., Mahar, T. J. y Crook, B. J. (1999). *Fibre curvature morphometry and measurement*. International Wool Textile Organization. Nice Meeting. Report N° CTF 01.
- Flores, W. (2017). *Perfil de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del distrito de Corani-Carabaya*. (Tesis para optar el título de MVZ);
URI: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6311>



- Frank, E. N., Hick, M. V. H., Lamas, H. E., Gauna, C. D. & Molina, M. G. (2006). Effects of age-class, shearing interval, fleece and colour types on fibre quality and production in Argentine Llamas. *Small Ruminant Research*, 113–118.
- Galindo, W., Gandarillas, D., Rodríguez, H., Flores, H., Maquera, E. y Paniagua J. (2016). Confort e índice de curvatura en fibra de alpacas Huacaya (*Vicugna pacus*) de las comunidades de Ancomarca y alto Perú - región Tacna. *Revista científica en Camélidos Sudamericanos del Centro de investigación en Camélidos Sudamericanos* N° 1. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna.
- Gandarillas, E., Quispe, A. E., Puma, A., Torres, E. A., Rios, R. M. y Quispe, J. (2022). Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya en comunidades altoandinas de la región Tacna, Perú *Rev Inv Vet Perú* 2022; 33(5): e23791 <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23791>
- Gandarillas, H. (1971). *Identificación preliminar de los genes involucrados en la herencia del color en llamas y alpacas*. Estación Experimental Patacamaya La Paz, Bolivia.
- Garnsworthy, R., Gully, R., Kenins, P., Mayfields, R. & Westernman, R. A. (1988). Identification of the physical stimulus and the neural basis of fabric-evoked prickle. *Journal of Neurophysiology*, 59(34), 1083–1097.
- Gil, R. (2017). *Evaluación de las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, Puno*. (Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista). Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 67 p. 13.



- Gillespie, J. & Flanders, F. (2010). *Modern livestock and poultry production (Delmar Cengage Learning (ed.); 8th Edition).*
- González, H., León-Velarde, C., Rosadio, R., García, W. y Gavidia, C. (2008). Evaluación de un método numérico de medición del diámetro de la fibra de alpaca. *Rev Inv Vet, Perú* 19: 1-8.
- Gutiérrez, G. (2011). *Valores estimados de los parámetros genéticos en poblaciones de alpacas*. En: Producción y tecnología en camélidos sudamericanos. Perú: Univ. Nacional de Huancavelica. p 241-25
- Gutiérrez, G., Gutiérrez, J. P., Huanca, T. y Wurzinger, M. (2018). Challenges and opportunities of genetic improvement in alpacas and llamas in Peru. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, February 11–16, 2018. Auckland, New Zealand.
- Gutierrez, J. P. (2013). *Fiber genetics on alpaca*. 64th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Symposium on South American Camelids and other Fibre Animals.
- Gutiérrez, J. P., Goyache, F., Burgos, A. y Cervantes, I. (2009). Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas. *Livest Sci* 123: 193-197. doi: 10.1016/j.livsci.2008.11.006
- Hack, W., McGregor, B., Ponzoni, R., Judson, G., Carmicheal, I. y Hubbard, D. (1999). Australian alpaca fibre: improving productivity and marketing. Rural Industries Research and Development Corporation Research Paper Series No. 99/140
- Hansford, K. A. (1997). *Wool strength and topmaking*. Wool Technology and Sheep Breeding.



- Hatcher, S. & Atkins, K. D. (2000). Breeding objectives which include fleece weight and fibre diameter do not need fibre curvature. *Asian-Austral Animal Science*, 13, 293–296.
- Holt, C. (2006). A survey of the relationships of crimp frecuencia, micron, character y curvature de fibra. A report to the *Australian Alpaca Association*. Pambula Beach NSW. Australia.
- Ibáñez, V. (2009). *Métodos estadísticos*. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela de Post Grado. Maestría en Ganadería Andina. Editorial Universitaria.
- Ito, S. (1993). High-performance liquid chromatography (HPLC) analysis of eu- and pheomelanin in melanogenesis control. *J. Invest. Dermatol.* 100:166S-171S.
- Ito, S. and Wakamatsu, K. (2003). *Quantitative analysis of eumelanin and pheomelanin in humans, mice, and other animals: a comparative review*. *Pigment Cell Res.* 16:523-531.
- Ito, S., Wakamatsu, K. and Ozeki, H. (2000). *Chemical analysis of melanins and its application to the study of the regulation of melanogenesis*. *Pigment Cell Res.* 13(Suppl. 8):103-109.
- Joe, H. (1997). *Multivariate models and dependence concepsts*. Chapman and Hall/CRC, Boca Ralton. New York, 1997. 395p.
- Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H. F., Balbi, R., Wheeler, J. C., Rosadio, R. and Bruford, M. W. (2001). *Genetic analysis reveals the wild ancestors of llama and alpaca*. *Proceeding of the Royal Society London B.* 268: 2575-2584.



- Laime, F., Pinares, R., Paucara, V., Machaca, V. & Quispe, E. C. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de Descerदार. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 2, 209.
- Lamoreux, M. L., Wakamatsu, K. and Ito, S. (2001). *Interaction of major coat color gene functions in mice as studied by chemical analysis of eumelanin and pheomelanin*. *Pigment Cell Res.* 14:23-31.
- Lauvergne, J., Renieri, C. & Frank, E. (1985). *Identification of some allelic series for coat colour in domestic camelids of Argentina*. In: Gerken, M., Renieri, C. Proceedings of the 2nd European Symposium on South American Camelids. Camerino, 39–50.
- Liu, X., Wang, L. y Wang, X. (2004). Evaluating the softness of animal fibers. *Textile Res. J.*, 74(6): 535-538.
- Lupton, C. J., Mccoll, A. & Stobart, R. H. (2005). *Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca*. 211–224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/>
- Machaca, V., Bustinza, A. V, Corredor, F. A., Paucara, V., Quispe, EE. y Machaca, R. (2017). Características de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 28: 843-851. doi: 10.15381/rivep. v28i4.13889.
- Mamani, A. (2009). *Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal*. (Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNA-Puno). 22.
- Marín, E. (2007). *Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil*. (Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.



- McColl, A. (2004). *Methods for Measuring Microns. Alpacas Magazine*. Herd Sire 164 – 168.
- McGregor, B. (2002). Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and Peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Ruminant Res*, 219–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016>
- McGregor, B. A. (2006). Production attributes and relative value of alpaca Fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin Res* 61, 93-111.
- McGregor, B. A. A. & Butler, K. L. B. (2004). *Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection*. 433–442.
- McLennan, N. & Lewer, R. (2005). *Wool production Coefficient of Variation of Fibre Diameter (CVFD)*. <http://www2.dpi.gld.gov.au/sheep/10003.html>.
- Melo, C. (2007). *Diámetro de fibra en alpacas Huacaya ganadoras en ocho ferias agropecuarias y su relación con el porcentaje de medulas y número de rizo*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Meza, M. (2018). *Caracterización física de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya en el distrito de Totos, provincial Cangallo, región Ayacucho a 4438 msnm*. (Tesis de Médico Veterinario). Ayacucho, Perú: Univ. Nacional San Cristóbal de Huamanga. 60 p
- MIDAGRI. (2021). *Ministerio de desarrollo agrario y riego*. <https://www.gob.pe/midagri>



- MINCETUR. (2014). *Ministerio de comercio exterior y turismo*.
<https://www.google.com/search?>
- Minola, J. & Goyenechea, J. (1975). *Praderas y lanares de producción ovina en el alto Uruguay*.
- Montenegro, S. (2022). *Correlaciones fenotípicas entre las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya hembras del distrito de Cojata, Puno*. (Tesis Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia). UNA, Puno.
- Montes, M. (2008). *Caracterización de la fibra de alpaca producida en la región de Huancavelica (Perú)*. TFC. UPNA.
- Montesinos, (2000). *Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de Germoplasma Quimsachata, ILLPA – INIA – Puno*. (Tesis FMVZ – UNA – Puno).
- Morante, R., Goyache, F., Burgos, A., Cervantes, I., Pérez-Cabal, M. & Gutiérrez, J. (2009). *Genetic Improvement for alpaca fibre production in the Peruvian altiplano: The Pacamarca experience*. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 37–43.
- Morillas, A. (2007). *Muestreo en poblaciones finitas*. Editorial Acribia.
- Olaguivel, O. (1991). *Estudio del rendimiento y de las características físicas más importantes de la fibra de alpacas (Lama pacos) de color, variedad Huacaya*. (Tesis Ing. Agron). UNSAAC Cusco-Perú.



- Ormachea, E., Calsín, B. y Olarte, U. (2015). Características textiles en la fibra de alpacas Huacaya en el distrito de Corani Carabaya, Puno. *Rev Investig Altoandina* 17: 215-22
- Ormachea, V., Calsin, B., Olarte, U. & Quiñones, G. (2013). Diámetro de fibra, factor de confort y índice de curvatura en alpacas Huacaya de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani – Carabaya. *Rev. Allpak´a FMVZ*, Puno
- Ortiz, J. y Ortiz, A. (2021). *¿Pearson y Spearman, coeficientes intercambiables? Comunicaciones en Estadística febrero 2021*, Vol. 14, No. 1, pp. 53–63
- Ozeki, H., Ito, S., Wakamatsu, K. and Hirobe, T. (1995). Chemical characterization of hair melanins in various coat-color mutants of mice. *J. Invest. Dermatol.* 105:361-366.
- Ozeki, H., Ito, S., Wakamatsu, K. and Thody, A. J. (1996). *Spectrophotometric characterization of eumelanin and pheomelanin in hair*. *Pigment Cell Res.* 9:265-270.
- Palacios, M. (2009). *Evaluación técnica - productiva del núcleo de alpacas Huacaya del fundo Mallkini - Azángaro Puno*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pari, E. (2018). *Principales características de finura y correlación según el número de rizos en alpacas reproductores Huacaya*. (Tesis FMVZ). Universidad Nacional del Altiplano.
- Pita, F. S. (1996). *Correlación frente a la Causalidad*. *Jano* 1996; 4:59-260.



- Ponzoni, R., Hubbard, D., Kenyon, R., Tuckwell, C., McGregor, B., Howse, A., Carmichael, I. & Judson, G. (1999). *Phenotypes resulting from Huacaya, Suri by Huacaya and Suri by Suri alpaca crossing*. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet., 12, 136-139.
- Poppi, D. & McLennan, S. (2010). Nutritional research to meet future challenges. *Anim. Prod. Sci.*
- Porto, H. (2021). *Caracterización de las unidades familiares alpaqueras y calidad de fibra de alpaca Huacaya blanco en el distrito de Cojata*. (Tesis Maestría en Desarrollo Rural). UNA Puno.
- Quispe, E. (2010). *Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú*. Libro de Conferencias Magistrales del International Symposium on Fiber South American Camelids.
- Quispe, E. C., Flores, A. & Mueller, J. (2009). *La fibra de la alpaca: Contribución de su conocimiento a través del proyecto INCAGRO*.
- Quispe, E. C., Rodríguez, T. C. & Mueller, L. R. I. J. P. (2008). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. 1–14.
<https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- Quispe, J., Castillo, P., Yana, W., Vilcanqui, H., Apaza, E. y Quispe, D. (2021). Atributos textiles de la fibra de alpacas Huacaya blanca y color (*Vicugna pacos*) de la feria ganadera del sur del Perú *Rev Inv Vet Perú* 2021; 32(4): e20930
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i4.20930>
- Quispe, Y. (2020). *Evaluación de la producción y calidad de fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) en la comunidad originaria Chacaltaya*. (Tesis de grado del



- Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Mayor de San Andrés). Bolivia.
- Renieri, C., Antonini, M. & Frank, E. (2004). *Fiber Recording Systems in Camelids*. ICAR Technical Series, 11, 131–144.
- Renieri, C., Trabalza Marinucci, M., Martino, G. & Giordano, G. (1991). *Preliminary survey on fibre quality and on coat colour in pigmented alpaca*. XXI Italian. Nat. Cong. ASPA.
- Renieri, C., Valbonesi, A., La Manna, V., Antonini, M. & Lauvergne, J. (2008). *Inheritance of coat color in merino sheep*. Small Ruminant Research, 74, 23–29.
- Restrepo, B. L. F y Gonzales, L. J. (2007). De Pearson a Spearman. *Rev Colomb Cienc Pec* 20: 183-192.
- Roque, L. A. & Ormachea, E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(4), 1325–1334. <https://doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>
- Rowe, J. (2010). The Australian sheep industry – undergoing transformation. *Anim. Prod. Sci.*
- Ruiz, M. & Olaguibel, O. (1991). *Estudio preliminar del rendimiento y de las características físicas más importantes de la fibra de Alpaca de color*.
- Ryder, M. L. y Stephenson, S. K. (1968). *Wool growth*. Editorial Academic Press INC. Londres. 805 p.
- Sachero, D. (2008). *Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos Grafica industrial IERL Huancayo-Perú*.



- SENAMHI, (2020). *Lineamientos generales que orientan la aplicación de la información climática sobre tendencias históricas, eventos extremos y proyecciones de escenarios climáticos nacionales.* 43p.
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00701SENA-1278.pdf>
- Solis, R. H. (1991). *Tecnología de lanas y fibras animales especiales.*
- Sponenberg, D. (1997). *Genetics of colour and hair texture.* In In The genetics of sheep (eds. LR Piper and A Ruvinsky) (pp. 51–86).
- StépHane, C., Olivier, G., Sonia, T. and Bruno, A. (2004). *Absence of TRP-2 in melanogenic melanocytes of human hair.* *Pigment Cell Res.* 17:488-497.
- Sturm, R. A., R. D. Teasdale and N. F. Box. (2001). *Human pigmentation genes: Identification, Structure and Consequences of Polymorphic variation.* *Gene* 277:49-62.
- Taddeo H. R., L. Duga, D. Almeida, P. Willems, R. Somlo (1999). *Variation of mohair quality over the body in Angora goats.* 35.
- Ticlla, I., Mendoza, G., Paucar R., Espinoza, M. y Paucar, Y. (2015). *Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Huancavelica Sitio Argentino de Producción Animal.*
- Trejo, W. (1986). *Estudio de la correlación fenotípica entre el diámetro de fibra y la escala de colores en Alpacas.*
- Valbonesi, A., Apaza, N., Manna, V. L., Gonzales, M. L., Huanca, T. & Renieri, C. (2011). *Inheritance of white, black and brown coat colours in alpaca (Vicuna*



pacos L.). *Small Ruminant Research*, 99(1), 16–19.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.04.003>

Vallejo, A. R., C., Yalta, E. V. & Cerna, D. (2012). Diversidad y estructuración genética de alpacas de color de la región Puno. Perú. Resúmenes. *VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos*.

Vásquez, R., Gómez-Quispe O. y Quispe, E. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de Apurímac. *Rev Inv Vet Perú* 26: 213-222. doi: 10.15381/rivep.v26i2.11020. 31.

Velarde, R. (1988). *Comercialización de la fibra de alpaca*. Escuela de Negocios Internacionales Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Velasco, J., Condorena, N., Novoa, C., Sumar, J. & Franco, E. (1978). *Herencia del color y tipo de fibra en alpacas*. Resúmenes de Proyectos de Investigación (1975–1979), UNMSM, Tomo II, 1–127.

Villarroel, J. (1991). *Las fibras (The fibres)*. En: Fernández-Baca, S (Ed.). Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos.

Wang, H. M., Xin, L. and Wang, X. (2005). *Internal structure and pigment granules in coloured alpaca fibers*. *Fibers and Polimers* 6: 263-268.

Wang, L. J., Liu, X. y Wang, X. G. (2004). *Changes in fiber curvature during the processing of wool and alpaca fibres and their blends*. College of Textiles.

Wang, X., Wang, L. & Liu, X. (2003). *The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres*.



- Wheeler, J. (1995). Camélidos sudamericanos, pasado, presente y futuro. *Revista Stude Camélidos Ciencia. Biol.J. Linn Soc.* 54: 271-295.
- Wuliji, T., Davis, G. H., Dodds, K. G., Turner, P. R., Andrews, R. N. & Bruce, G. D. (2000). *Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand.* 37.
- Wurzinger, M. y Gutiérrez, G. (2022). Alpaca breeding in Peru: ¿From individual initiatives towards a national breeding programme? *Small Ruminant Research* Volume 217, December 2022, 106844.0. McGregor BA. (2006). Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Res* 61: 93-111. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.07.00



ANEXOS

ANEXO 1: Diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa

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



33		19,90						
34		19,80						
35		22,70						
36		22,00						
37		24,30						
38		24,50						
39		20,10						
40		19,50						
41		25,60						
42		26,60						
43		23,90						
44		19,50						
45		19,50						
46		20,80						
47		20,20						
48		17,90						
49		23,00						
50		18,60						
51		19,30						
52		24,80						
53		28,40						
54		22,90						
55		24,00						
56		18,70						
57		19,80						
58		17,80						
59		18,20						
60		18,80						
PROM	17,81	21,16	20,26	22,17	21,16	23,46	23,86	27,36
DS	1,61	3,25	2,48	2,87	2,68	2,46	3,48	4,44
CV	9,02	15,37	12,23	12,96	12,65	10,48	14,60	16,22
MAX	21,00	33,20	26,90	28,70	26,20	28,90	33,50	39,00
MIN	14,40	15,50	15,50	18,60	17,40	18,50	17,20	19,00



ANEXO 2: Desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya color
procedentes de Nuñoa

CATG	DL		2D		4D		6D	
	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO
1	5,10	3,70	4,40	4,90	5,40	4,80	5,80	4,80
2	3,70	4,50	4,30	4,50	4,90	4,40	5,30	5,00
3	3,30	4,20	5,30	5,20	5,20	5,60	5,90	5,20
4	4,10	3,90	4,70	3,80	3,70	5,80	4,60	6,50
5	4,70	3,70	5,70	3,90	5,40	3,50	5,70	3,90
6	4,70	4,10	4,60	5,20	5,90	4,40	3,90	4,20
7	3,90	5,80	6,40	5,80	4,90	6,20	4,20	6,70
8	3,60	6,00	4,50	6,20	4,80	6,20	6,40	5,70
9	3,70	6,60	4,50	4,50	5,20	3,40	5,10	6,80
10	3,90	4,20	4,10	7,30	5,30	6,40	5,00	5,30
11	5,10	5,60	4,90	4,10	5,10	4,40	5,80	5,60
12	3,30	5,80	4,90	6,80	4,20	6,20	5,10	5,70
13	4,60	6,70	5,00	6,30	4,90	7,30	4,30	6,30
14	4,60	6,10	5,40	7,40	4,80	5,60	4,40	7,90
15	4,90	5,30	6,00	5,40	5,00	7,60	5,10	6,80
16	5,80	4,30	5,20	4,80	5,40	5,50	4,90	8,70
17	3,40	6,80	4,30	7,10	4,70	5,00	6,00	6,30
18	3,50	6,50	4,00	4,50	4,00	6,40	5,80	8,40
19	3,00	10,60	3,40	4,40	3,80	5,90	6,00	8,30
20	3,40	3,70	4,20	5,50	3,90	4,50	3,50	8,20
21		4,10						
22		8,30						
23		5,20						
24		8,90						
25		4,90						
26		4,60						
27		6,30						
28		8,00						
29		8,70						
30		4,80						
31		4,90						
32		4,30						
33		5,70						



34		6,20						
35		5,80						
36		6,60						
37		6,90						
38		9,20						
39		4,90						
40		5,30						
41		7,40						
42		7,50						
43		6,70						
44		5,30						
45		6,20						
46		6,10						
47		6,00						
48		5,50						
49		6,10						
50		5,80						
51		5,70						
52		6,90						
53		6,40						
54		7,50						
55		6,80						
56		5,00						
57		4,90						
58		4,20						
59		3,90						
60		3,80						
PROM	4,12	5,82	4,79	5,38	4,83	5,46	5,14	6,32
DS	0,77	1,50	0,72	1,14	0,61	1,14	0,80	1,42
CV	18,68	25,76	15,13	21,19	12,61	20,92	15,48	22,56
MAX	5,80	10,60	6,40	7,40	5,90	7,60	6,40	8,70
MIN	3,00	3,70	3,40	3,80	3,70	3,40	3,50	3,90



ANEXO 3: Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa

CATG	DL		2D		4D		6D	
	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO
1	25,80	21,50	20,50	23,90	23,10	19,10	24,30	18,30
2	21,70	24,20	21,70	24,20	22,00	18,70	23,00	17,50
3	19,60	21,70	26,90	23,90	22,50	21,60	25,80	22,50
4	25,40	19,30	26,80	20,40	19,10	23,40	17,90	25,30
5	24,30	19,50	28,80	20,60	23,20	18,90	22,90	20,50
6	25,50	21,20	29,60	22,60	24,80	20,80	19,10	19,10
7	22,60	31,00	23,80	24,80	20,70	25,70	21,00	23,40
8	21,30	29,90	22,20	26,80	23,30	25,40	23,80	25,20
9	20,50	32,30	22,20	20,50	19,80	17,40	23,70	24,60
10	21,60	21,20	21,10	25,50	21,40	27,50	22,70	22,40
11	28,50	21,20	24,60	17,50	27,90	19,50	25,40	21,20
12	20,00	27,20	25,20	27,80	21,70	26,50	21,10	21,60
13	22,50	31,60	23,10	30,50	26,50	27,10	19,70	22,50
14	23,70	22,30	25,00	29,30	26,60	25,30	19,80	28,00
15	23,60	28,70	24,90	27,90	21,20	32,30	21,60	25,60
16	31,10	21,90	27,90	23,70	26,10	26,40	20,20	29,40
17	20,20	34,50	19,60	25,30	22,20	21,10	17,90	19,90
18	20,90	33,90	20,70	20,70	21,60	29,30	19,90	28,40
19	21,10	32,00	20,20	23,30	21,90	20,30	22,20	24,00
20	19,70	21,90	18,90	23,60	22,00	18,10	20,10	21,10
21		26,60						
22		32,20						
23		26,60						
24		41,30						
25		24,40						
26		22,50						
27		30,90						
28		30,70						
29		35,80						
30		26,50						
31		22,50						
32		22,80						
33		28,60						



34		31,40						
35		25,80						
36		30,00						
37		28,60						
38		37,70						
39		24,60						
40		27,00						
41		29,00						
42		28,00						
43		28,20						
44		27,40						
45		31,60						
46		29,20						
47		29,80						
48		30,50						
49		26,40						
50		31,10						
51		29,50						
52		27,90						
53		22,60						
54		32,90						
55		28,40						
56		26,80						
57		25,00						
58		23,80						
59		21,30						
60		20,10						
PROM	22,98	27,38	23,69	24,14	22,88	23,22	21,61	23,03
MAX	31,10	41,30	29,60	30,50	27,90	32,30	25,80	29,40
MIN	19,60	19,30	18,90	17,50	19,10	17,40	17,90	17,50



ANEXO 4: Factor de confort de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa

CATG	DL		2D		4D		6D	
	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO
1	96,30	100,00	95,80	96,80	90,80	87,90	89,20	84,80
2	100,00	98,20	98,30	98,20	93,30	93,70	92,10	70,10
3	100,00	98,40	97,30	93,40	91,50	80,50	91,80	90,40
4	99,10	97,80	98,00	99,30	99,10	90,60	85,70	85,20
5	97,50	98,80	95,70	99,10	90,70	99,40	86,90	98,70
6	98,70	98,50	98,80	91,10	89,10	95,40	98,00	94,90
7	100,00	97,80	74,10	90,40	91,30	86,80	97,40	71,00
8	100,00	94,80	98,00	91,20	96,80	85,50	74,10	91,70
9	99,70	92,50	98,00	97,80	81,20	99,20	94,80	76,40
10	99,70	98,00	98,50	66,80	86,60	88,50	93,60	90,30
11	97,40	81,30	97,60	95,30	97,80	93,70	90,00	81,50
12	100,00	94,10	96,70	85,90	98,40	88,70	89,90	79,10
13	97,60	90,70	95,20	93,10	97,80	74,00	95,30	70,70
14	98,30	76,40	94,70	82,40	98,10	93,00	94,60	71,60
15	95,30	96,00	88,70	95,40	90,20	86,60	91,60	78,70
16	96,10	98,00	97,10	95,70	94,90	94,30	89,70	67,80
17	100,00	93,40	97,60	74,80	95,90	94,10	33,60	48,60
18	100,00	95,10	98,30	96,20	99,10	89,70	67,80	64,10
19	100,00	49,10	100,00	98,30	99,20	68,30	77,50	31,70
20	99,80	99,20	95,50	90,30	99,10	88,90	99,50	62,00
21		98,70						
22		79,10						
23		95,70						
24		90,70						
25		96,60						
26		97,20						
27		94,50						
28		75,60						
29		80,10						
30		96,90						
31		93,60						
32		97,90						
33		94,40						
34		94,10						



35		91,30						
36		90,50						
37		83,80						
38		79,80						
39		97,30						
40		95,90						
41		79,00						
42		77,30						
43		88,40						
44		95,70						
45		94,80						
46		93,20						
47		92,30						
48		97,50						
49		89,80						
50		96,30						
51		94,80						
52		84,80						
53		72,00						
54		87,00						
55		85,90						
56		96,80						
57		96,60						
58		99,50						
59		99,50						
60		99,30						
PROM	98,78	91,54	95,70	91,58	94,05	88,94	86,66	75,47
MAX	100,00	100,00	100,00	99,30	99,20	99,40	99,50	98,70
MIN	95,30	49,10	74,10	66,80	81,20	68,30	33,60	31,70



ANEXO 5: Índice de curvatura de fibra de alpacas Huacaya color procedentes de Nuñoa

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



35		37,60						
36		39,70						
37		29,40						
38		35,20						
39		32,80						
40		33,10						
41		29,50						
42		24,60						
43		26,00						
44		38,50						
45		38,10						
46		40,10						
47		56,00						
48		63,00						
49		40,70						
50		46,60						
51		54,60						
52		26,50						
53		32,90						
54		41,90						
55		34,10						
56		41,90						
57		53,90						
58		37,40						
59		46,90						
60		41,20						
PROM	48,65	39,04	48,36	40,74	47,31	43,79	45,89	36,45
DS	7,28	8,52	5,96	7,17	6,98	8,08	11,12	7,84
CV	14,97	21,83	12,33	17,60	14,76	18,46	24,24	21,52
MAX	65,80	63,00	58,00	58,40	64,00	57,80	71,30	54,30
MIN	37,90	16,70	38,30	28,00	33,90	28,90	28,50	24,30



ANEXO 6: Análisis de variancia para diámetro medio de fibra de alpaca Huacaya de color

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	774.1775750	258.0591917	27.49	<.0001
COLOR	1	360.2590139	360.2590139	38.38	<.0001
CLASE*COLOR	3	19.6486111	6.5495370	0.70	0.5544

Duncan

Grouping	Mean	n	CLASE
A	25.6050	40	4
B	22.3100	40	3
CB	21.2125	40	2
C	20.3188	80	1

Duncan Grouping	Mean	n	Color
A	22.7417	120	2
B	20.7700	80	1



ANEXO 7: Análisis de variancia para desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas de color

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	10.44417500	3.48139167	2.56	0.0563
COLOR	1	54.61512500	54.61512500	40.17	<.0001
CLASE*COLOR	3	10.41716667	3.47238889	2.55	0.0567

Duncan

Grouping	Mean	n	CLASE
A	5.7275	40	4
BA	5.3963	80	1
B	5.1400	40	3
B	5.0850	40	2

Duncan

Grouping	Mean	n	Color
A	5.7700	120	2
B	4.7175	80	1



ANEXO 8: Análisis de variancia para coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas de color

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	539.6013000	179.8671000	13.48	<.0001
COLOR	7	638.2022167	91.1717452	6.83	<.0001
CLASE*COLOR	21	105.6080333	5.0289540	0.38	0.9944

Duncan

Grouping	Mean	n	Categoría
A	26.2825	80	1
B	23.9125	40	2
B	23.0500	40	3
B	22.3150	40	4

Duncan

Grouping	Mean	n	Color
A	25.4225	120	2
B	22.7875	80	1



ANEXO 9: Análisis de variancia para factor de confort de fibra de alpacas Huacaya

Color

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	4678.889500	1559.629833	16.94	<.0001
COLOR	1	2185.443556	2185.443556	23.73	<.0001
CLASE*COLOR	3	302.834861	100.944954	1.10	0.3519

Duncan

Grouping	Mean	n	Categoría
A	93.635	40	2
A	93.348	80	1
A	91.493	40	3
B	81.060	40	4

Duncan

Grouping	Mean	n	Color
A	93.793	80	1
B	88.433	120	2



ANEXO 10: Análisis de variancia para índice de curvatura de fibra de alpacas Huacaya de color

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLASE	3	679.728800	226.576267	3.44	0.0178
COLOR	1	2971.712133	2971.712133	45.17	<.0001
CLASE*COLOR	3	8.292533	2.764178	0.04	0.9885

Duncan

Grouping	Mean	n	Categoría
A	45.550	40	3
B A	44.550	40	2
B	41.440	80	1
B	41.165	40	4

Duncan

Grouping	Mean	n	Color
A	47.550	80	1
B	39.682	120	2



ANEXO 11: Correlación de Pearson de las características fenotípicas de la fibra de alpacas

	DIAM	DSTD	COVA	FACO	INCU
DIAM	1.00000	0.68811	-0.01651	-0.90908	-0.58088
		<.0001	0.8166	<.0001	<.0001
DSTD	0.68811	1.00000	0.70411	-0.70025	-0.59291
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
COVA	-0.01651	0.70411	1.00000	-0.08908	-0.26373
		0.8166	<.0001	0.2097	0.0002
FACO	-0.90908	-0.70025	-0.08908	1.00000	0.58099
		<.0001	<.0001	0.2097	<.0001
INCU	-0.58088	-0.59291	-0.26373	0.58099	1.00000
		<.0001	<.0001	0.0002	<.0001

Obs	TYPE	NAME_	DIAM	DSTD	COVA	FACO	INCU
1	MEAN		21.953	5.349	24.369	90.577	42.829
2	STD		3.854	1.300	4.209	11.150	9.048
3	N		200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
4	CORR	DIAM	1.000	0.688	-0.017	-0.909	-0.581
5	CORR	DSTD	0.688	1.000	0.704	-0.700	-0.593
6	CORR	COVA	-0.017	0.704	1.000	-0.089	-0.264
7	CORR	FACO	-0.909	-0.700	-0.089	1.000	0.581
8	CORR	INCU	-0.581	-0.593	-0.264	0.581	1.000

ANEXO 12: Figuras de muestreo y análisis de muestras







ANEXO 13: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo NYCOLAY THONYNO HANCCO SANCHEZ,
identificado con DNI 70850754 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS
HUACAYA DE COLOR DE DIEZ COMUNIDADES DEL DISTRITO
DE NUÑO A MELGAR PUNO ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 27 de NOVIEMBRE del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 14: Autorización para el depósito de tesis en Repositorio Institucional

		
Universidad Nacional del Altiplano Puno	Vicerrectorado de Investigación	Repositorio Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo NYCOLAY THONYNO HANCCO SANCHEZ,
identificado con DNI 70850754 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, **Programa de Segunda Especialidad**, **Programa de Maestría o Doctorado**

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA,
informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación** denominada:

"ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS HUACAYA DE COLOR DE DIEZ COMUNIDADES DEZ DISTRITO DE NUÑO MELGAR PUNO"

para la obtención de **Grado**, **Título Profesional** o **Segunda Especialidad**.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 16 de OCTUBRE del 2023



FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 15: Dictamen de tesis



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA UNA-PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



FORMATO N° 1

SEÑOR DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA UNA - PUNO:

En mérito a la evaluación y dictamen del borrador de tesis, titulado:
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS
HUACAYA DE COLOR DE DIEZ COMUNIDADES DEL DISTRITO
DE NUÑO A MELGAR PUNO
 presentado por el Br. NYCOLAY THONYNO HANCCO SANCHEZ a PILAR, el jurado revisor lo declara: APTO (X)

Por tanto, esta expedito para la sustentación presencial y defensa de la tesis. Determinando que dicho acto académico se lleve a cabo el día 15 de NOVIEMBRE del 2023 a horas 12:00. Por lo que solicitamos a usted, se efectuó los tramites y la publicación correspondiente para la realización de acuerdo a lo reglamentado.

En Puno (C.U.), a los 27 días del mes de NOVIEMBRE Del 2023

Firma y Post-firma
Presidente

Firma-Post-firma
Primer miembro

Firma y Post-firma
Segundo miembro

Firma y Post-firma
Director Asesor de Tesis
CMVP 2908

Tesista