



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



#### TESIS

### CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS SURI DEL C.E. CHUQUIBAMBILLA, PUNO

#### PRESENTADA POR:

**PERCY FERNANDO ARIZACA LUNA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL**

**CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**PUNO, PERÚ**

**2023**

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS SURI DEL C.E. CHUQUIBAMBILLA, PUNO**

AUTOR

**PERCY FERNANDO ARIZACA LUNA**

RECuento de palabras

**31968 Words**

RECuento de caracteres

**146533 Characters**

RECuento de páginas

**101 Pages**

Tamaño del archivo

**1.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 5, 2023 2:30 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 5, 2023 2:31 PM GMT-5**

● **14% de similitud general**


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

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



  
**D. Sc. Bilo W. Calsin Calsin**  
**CMVP 2908**

Resumen



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

#### TESIS

### CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS SURI DEL C.E. CHUQUIBAMBILLA, PUNO

#### PRESENTADA POR:

PERCY FERNANDO ARIZACA LUNA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:


MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL

CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL



APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:


PRESIDENTE

  
.....  
Dr. CEFERINO UBERTO OLARTE DAZA

PRIMER MIEMBRO

  
.....  
Ph.D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA

SEGUNDO MIEMBRO

  
.....  
M.Sc. WILBUR RUBÉN AYMA FLORES

ASESOR DE TESIS

  
.....  
D.Sc. BILO WENCESLAO CALSIN CALSIN

Puno, 18 de agosto de 2023

**ÁREA :** Producción animal

**TEMA :** Características de la fibra de alpaca suri

**LÍNEA:** Producción de Camélidos sudamericanos



## DEDICATORIA

*A Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi tesis, a mis padres Timoteo y Rosita porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia todo lo que soy gracias a ellos.*

*A mis hermanos Héctor y Yeny por el apoyo que siempre me brindaron día a día. A mis sobrinos Elvis, Kevyn, Yemily y Gianella que son el motivo de mi vida y toda mi familia que es lo mejor y grandioso que Dios me ha dado.*

*A mis docentes por su apoyo incondicional que hicieron posible mi formación profesional que ha sido mi compañía y fortaleza.*

***Percy Fernando***





## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Unidad de posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia a través de la Maestría en Ciencia Animal por darme la oportunidad para mis estudios de Maestría y ostentar el respectivo grado académico.*

*A los miembros del jurado, Dr. Ceferino Uberto Olarte Daza, PhD José Luis Bautista Pampa y MSc. Wilbur Rubén Ayma Flores por las sugerencias que contribuyeron en la investigación.*

*Al personal administrativo del Centro Experimental de Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano y la Maestría en Ciencia Animal.*

*Al Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (IIPC) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.*

***Percy Fernando***



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco Teórico	4
1.1.1. Características productivas	4
1.1.2. Características tecnológicas	6
1.2. Antecedentes	9

### CAPÍTULO II

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del Problema	27
2.2. Enunciados del Problema	29
2.3. Justificación	29
2.4. Objetivos	32
2.4.1. Objetivo general	32
2.4.2. Objetivos específicos	32
2.5. Hipótesis	32
2.5.1. Hipótesis general	32
2.5.2. Hipótesis específicas	32



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Lugar de Estudio	33
3.2.	Población	33
3.3.	Muestra	33
3.4.	Métodos de Investigación	34
3.5.	Descripción Detallada de Métodos por Objetivos Específicos	34
3.5.1.	Muestreo de fibra	34
3.5.2.	Determinación del peso de vellón sucio	35
3.5.3.	Determinación de longitud de mecha	35
3.5.4.	Determinación del diámetro medio de fibra	35
3.5.5.	Determinación de la desviación estándar del diámetro medio de fibra	35
3.5.6.	Determinación del coeficiente de variación del diámetro medio de fibra	35
3.5.7.	Determinación del índice de confort	36
3.5.8.	Determinación de finura al hilado	36
3.5.9.	Determinación del índice de curvatura	36
3.5.10.	De las correlaciones	36
3.5.11.	Análisis estadístico	36
3.5.12.	Diseño experimental	36

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Características Productivas de la Fibra	38
4.1.1.	Peso de vellón sucio	38
4.1.2.	Longitud de mecha	40
4.1.3.	Diámetro medio de fibra	42
4.2.	Características Tecnológicas	45
4.2.1.	Desviación estándar del diámetro medio de fibra	45
4.2.2.	Coefficiente de variación del diámetro medio de fibra	47
4.2.3.	Factor de confort	48
4.2.4.	Finura al hilado	51
4.2.5.	Índice de curvatura	52
	CONCLUSIONES	60



RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	74



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Peso de vellón sucio (g) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	38
2. Longitud de mecha (mm) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	40
3. Diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	43
4. Desviación estándar del diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	46
5. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	47
6. Factor de confort de fibra (%) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	48
7. Finura al hilado de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	51
8. Índice de curvatura de fibra ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla	52
9. Correlaciones fenotípicas de las características productivas y tecnológicas de fibra de alpacas hembras de la raza Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla.	56



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de un año	75
2. Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de dos años	76
3. Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de tres años	77
4. Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de cuatro años	78
5. Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de cinco años	79
6. Análisis de varianza para diámetro medio de fibra de alpacas Suri	80
7. Análisis de varianza para desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas Suri	81
8. Análisis de varianza para coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas Suri	82
9. Análisis de varianza para factor de confort de fibra de alpacas Suri	83
10. Análisis de varianza para finura al hilado de fibra de alpacas Suri	84
11. Análisis de varianza para longitud de mecha de alpacas Suri	85
12. Análisis de varianza para índice de curvatura de fibra de alpacas Suri	86
13. Análisis de varianza para peso de vellón sucio en alpacas Suri	87
14. Correlaciones fenotípicas de Pearson las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri hembras.	88
15. Correlaciones fenotípicas de Rho Spearman de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri hembras	89





## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura
CONOPA	: Coordinadora de investigación y desarrollo de los camélidos sudamericanos
DMF	: Diámetro medio de fibra
CVDMF	: Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra
DSDMF	: Desviación estándar del diámetro medio de fibra
IC	: Índice de curvatura
PVS	: Peso de vellón sucio
IVITA	: Instituto veterinario de investigación tropical y de altura
CE	: Centro experimental
FH	: Finura al hilado
FC	: Factor de comodidad
OFDA	: Analizador óptico de fibras
CY	: Fibra fina
LDM	: Longitud de mecha
Foll/mm <sup>2</sup>	: Folículos por milímetro cuadrado
CS	: Camélidos sudamericanos
CIDCS	: Centro de investigación de camélidos sudamericanos

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri blanco del CE Chuquibambilla, se tomaron muestras de 110 alpacas por edad analizadas en la Estación Experimental de Quimsachata del INIA, mediante el OFDA 2000; los resultados muestran que el peso de vellón sucio fue de  $2\ 118.64 \pm 387.82$  g, la longitud de mecha de  $88.00 \pm 16.13$  mm, similares hasta los cuatro años ( $P > 0.05$ ) y menores a los cinco años ( $P \leq 0.05$ ); el diámetro medio de fibra fue de  $20.61 \pm 0.33$   $\mu\text{m}$ , la desviación estándar del diámetro medio de fibra de  $4.74 \pm 0.08$   $\mu\text{m}$ , se incrementaron con la edad ( $P \leq 0.05$ ); el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra fue de 23.06%, sin diferencia entre edades ( $P > 0.05$ ), el factor de confort fue de 94.27%, disminuyeron con la edad ( $P \leq 0.05$ ), la finura al hilado fue de  $20.46 \pm 0.37$   $\mu\text{m}$ , se incrementaron con la edad ( $P \leq 0.05$ ), el índice de curvatura fue de  $15.24 \pm 0.37$   $^{\circ}/\text{mm}$ , disminuyeron con la edad ( $P \leq 0.05$ ), las correlaciones entre el DMF y DS fue  $r = 0.84115$ , entre DMF y FH fue  $r = 0.99332$ , entre DMF y FC fue  $r = -0.91275$ , DMF e IC fue  $r = -0.70782$ , DSDMF y FC fue  $r = -0.85021$ , DSDMF y FH fue  $r = 0.89749$ , FC y FH fue  $r = -0.92325$ , FH e IC fue  $r = -0.69369$ , se concluye que la edad tiene efecto en las características tecnológicas y las correlaciones fueron significativas.

**Palabras clave:** Alpaca Suri, confort, diámetro, finura al hilado, índice de curvatura.

## ABSTRACT

With the objective of determining the productive and technological characteristics of the white Suri alpaca fiber from the Chuquibambilla CE, samples were taken from 110 alpacas by age analyzed at the Quimsachata Experimental Station of the INIA, through OFDA 2000; The results show that the weight of dirty fleece was  $2\ 118.64 \pm 387.82$  g, the length of the lock was  $88.00 \pm 16.13$  mm, similar up to four years ( $P > 0.05$ ) and lower at five years ( $P \leq 0.05$ ); the mean fiber diameter was  $20.61 \pm 0.33$   $\mu\text{m}$ , the standard deviation of the mean fiber diameter was  $4.74 \pm 0.08$   $\mu\text{m}$ , increased with age ( $P \leq 0.05$ ); The coefficient of variation of the average fiber diameter was 23.06%, with no difference between ages ( $P > 0.05$ ), the comfort factor was 94.27%, they decreased with age ( $P \leq 0.05$ ), the spinning fineness was  $20.46 \pm 0.37$   $\mu\text{m}$ , increased with age ( $P \leq 0.05$ ), the curvature index was  $15.24 \pm 0.37$  %/mm, decreased with age ( $P \leq 0.05$ ), the correlations between DMF and DS was  $r = 0.84115$ , between DMF and FH was  $r = 0.99332$ , between DMF and FC was  $r = -0.91275$ , DMF and IC was  $r = -0.70782$ , DSDMF and FC was  $r = -0.85021$ , DSDMF and FH was  $r = 0.89749$ , FC and FH was  $r = -0.92325$ , FH and IC was  $r = -0.69369$ , it is concluded that age has an effect on technological characteristics and the correlations were significant.

**Keywords:** Alpaca Suri, comfort, curvature index, diameter, yarn fineness.

## INTRODUCCIÓN

La alpaca produce una fibra considerada como rara, que se diferencia por sus características físicas propias; la fibra de alpacas de la raza Suri es lacia, sedosa, lustrosa y brillante, parecida a la suavidad del cashmere y al lustre y brillo de la seda (Bustanza, 1985); en la industria textil, se denomina fibra textil al conjunto de filamentos o hebras susceptibles de ser usados para formar hilos, bien sea mediante hilado, o mediante otros procesos físicos o químicos (Watkins & Buxton, 1992; Gutiérrez et al., 2018); en el mercado internacional, la fibra de alpaca es altamente competitiva para la industria textil (Cruz et al., 2017), siendo altamente requerida a nivel mundial (Pinares et al., 2018).

El grupo de fibras al cual pertenece la fibra de alpacas reciben diferentes denominaciones como fibras especiales, fibras raras, fibras exóticas, fibras nobles o más comúnmente fibras lujosas (luxury fibres); los atributos que le confieren valor agregado a estas fibras son la suavidad, brillo, escasez o rareza, precio alto, carácter de misterioso, romántico, elegante y exclusivo (Watkins & Buxton, 1992); siendo la suavidad y el brillo o lustrosidad los únicos atributos que solo dependen de la fibra sucia, los demás atributos tienen carácter de cultural o socio-cultural y no están sujetas a posibles modificaciones en el proceso de producción.

Si se soluciona el problema de la presencia de fibras indeseables u objetables, la calidad textil de la fibra de alpacas se presenta como muy prometedor, llevándolas a una frecuencia tolerable por los consumidores (menor al 3%), este proceso se podría realizar por vía de la selección genética, llevando a la aplicación de tecnología textil de cardado (woollen) o de procesamiento algodonero; de esa manera se exaltaría la gran suavidad al tacto (mano) y otras características importantes que llevarían el valor de la fibra a ser competitivo con otras fibras lujosas más conocidas en el mercado, como el cashmere (Frank, 1992).

En la clasificación de las fibras, el tamaño promedio de la fibra se destaca como uno de los elementos más significativos que influyen en el valor en el mercado. Además, la longitud de la fibra constituye un parámetro esencial en todas las fibras textiles, con un impacto crucial en la calidad, lo cual en última instancia define su aplicabilidad en la industria textil (Gupta et al., 1981; McGregor, 2006; Frank, 2012). Cada uno de estos factores se estima en función de su valor percibido en el mercado, siendo el tamaño promedio de la fibra el más preponderante, representando entre el 65 % y el 80 % del

peso, seguido por la longitud de la fibra que contribuye con un 15 % al 20 % (Quispe et al., 2013). Además de su papel en la comodidad de uso, se ha establecido que la sensación de picazón o prurito en relación a estos atributos está asociada con las fibras más gruesas o de bordes más prominentes (Naylor, 1992). La proporción de fibras con un diámetro superior a 30  $\mu\text{m}$  resulta ser un indicador relevante para anticipar dicha sensación en tejidos de punto, siendo aún más pronunciada en los tejidos planos. En tanto, el índice de curvatura se erige como una característica clave en las fibras finas que se ajustan a programas de selección y mejora del rebaño. Las fibras rizadas presentan una correlación con el tamaño promedio de la fibra y ostentan propiedades textiles superiores a las de sus contrapartes, gracias a su capacidad de estiramiento y torsión durante el proceso de hilado.

La alpaca se ha adaptado por cientos de años a las condiciones deficientes de alimentación y adversas al medio ambiente de los altos Andes, en estas condiciones es capaz de producir fibra de muy buena calidad para la industria textil; el diámetro medio de fibra, la uniformidad del diámetro, la longitud de mecha, el factor de confort, la finura al hilado, índice de curvatura y peso de vellón puede variar entre rebaños y los factores determinantes de estas variaciones son el factor genético, edad, medio ambiente; los cambios medioambientales pueden repercutir en una reducción del diámetro de fibra, que puede conducir a la reducción en la resistencia a la tracción (Naylor y Stanton, 1997; Mayhua et al., 2011).

Finalmente, para la producción de fibra es importante considerar el estrés a bajas temperaturas de las zonas alto andinas que generaría un crecimiento lento de fibra debido a la vasoconstricción que conlleva a una disminución en el abastecimiento de nutrientes debido a la baja del flujo sanguíneo (Ryder y Stephenson, 1968).

Por estas consideraciones fue relevante la investigación de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri del centro experimental de Chuquibambilla, Puno (Peso de vellón sucio, diámetro medio de fibra, longitud de mecha, desviación estándar del diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado) y las correlaciones fenotípicas con la intención de generar conocimientos que contribuyan en la recuperación parcial de la calidad de fibra de alpacas Suri en beneficio de los criadores alpaqueros, uno de los sectores más pobres del país. El propósito de la investigación fue determinar las características productivas: peso de vellón sucio, longitud de mecha y el diámetro medio de fibra y las características tecnológicas de: coeficiente de variabilidad del diámetro



medio de fibra, finura al hilado, índice de curvatura, factor de confort y longitud de mecha de alpacas de la raza Suri blanco del CE Chuquibambilla, según efecto edad.



## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco Teórico

##### 1.1.1. Características productivas

##### **Peso de vellón sucio (PCS)**

El peso del vellón es una variable importante que es necesario tener en cuenta en programas de mejora genética de alpacas (Ponzoni et al., 1999; León-Velarde y Guerrero, 2001; Quispe et al., 2009), así como de ovinos (Villarroel, 1963; Safari et al., 2005), cabras (Kosgey y Okeyo, 2007) y llamas (Wurzinger et al., 2008).

El peso de vellón es una característica de importancia desde el punto de vista económico para el criador de alpacas y es la característica principal en el momento de la venta de la fibra. el peso de vellón sucio se encuentra influenciado por la edad, mas no por el sexo (Quispe et al., 2007); sin embargo, algunos autores reportan diferencias significativas por el sexo; así como Wuliji et al. (2000) encontraron que los vellones de los machos son superiores al de las hembras en Nueva Zelanda.

El vellón de los camélidos sudamericanos cumple diversas funciones, por ejemplo, ayuda a prevenir la pérdida de agua a través de la piel, resguarda contra las condiciones climáticas adversas como la irritación de la piel debido a la fricción, posibilita el camuflaje mediante su coloración y facilita la regulación de la temperatura corporal (Grigg et al., 2004); esta última función está relacionada con un mecanismo de equilibrio interno vinculado al metabolismo energético, el cual mantiene el cuerpo en un rango de temperatura óptima; en relación a este

aspecto, las fibras del pelaje permiten que las alpacas se adapten mejor a su entorno, especialmente en relación al aire, ya que poseen una baja conductividad térmica debido a la retención de aire en el interior (en la médula) y entre las fibras; esto se traduce en una excelente capacidad de aislamiento térmico (Gerken, 2009). Debido a estas características, la composición del vellón varía dependiendo de la ubicación en el cuerpo; por ejemplo, es más fino y largo en áreas como la espalda, el dorso y los flancos, mientras que es más grueso y corto en las extremidades y la cabeza (Carpio, 1991). Es esencial considerar estas particularidades al elegir una muestra representativa para evaluar las propiedades de las fibras en el pelaje de una alpaca.

### **Longitud de mecha (LDM)**

La longitud de mecha influye en el peso de los vellones y es una característica muy importante para el industrial porque determina el futuro textil de la fibra, para el peinado se requiere fibras de buena longitud y buena resistencia para soportar las tensiones de estiramiento durante el proceso, mientras que el sistema de cardado requiere fibras cortas, no muy resistentes, existe una relación directa entre el diámetro de fibra y la longitud, esta varía en función a la raza, en Huacaya es aproximadamente dos pulgadas más corta que en la Suri para un mismo periodo de crecimiento, los elementos nutritivos que constituyen la alimentación son considerados como los de mayor influencia en la longitud de fibra, se estima que el crecimiento mensual de la fibra de alpaca es de un cm por mes (Quispe et al., 2009); la fibra Suri tiene una longitud más larga y el borde más grueso que la fibra Huacaya (Wang et al., 2005).

### **Diámetro medio de fibra (DMF)**

El diámetro medio de fibra (DMF) de una muestra representativa del vellón está expresado en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y define la finura de fibra, este parámetro físico es considerado el principal criterio de selección en poblaciones de alpaca de todo el mundo (Frank et al., 2006; Gutiérrez et al., 2009 y Cruz et al., 2017) y es uno de los factores más importantes en la clasificación de la fibra, determina el precio en el mercado (Frank, 2012). La clasificación de los vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización (Quispe, 2010).

### 1.1.2. Características tecnológicas

#### **Desviación estándar del diámetro medio de fibra (DSD)**

La media del diámetro de fibra (MDF), es un concepto común de uso internacional, y conjuntamente con la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad, se relacionan (aproximadamente) a la distribución normal de los diámetros de fibra animal McColl (2006). En lana de ovinos se refiere ser el criterio primario para determinar el precio comercial, el rendimiento en el proceso y el uso final (Stobart et al., 1986) así como en Mohair de cabras Angora (Hunter, 1993).

Para determinar la desviación estándar, se inicia calculando la media aritmética de los valores, luego, se evalúan las disparidades entre los valores registrados y la media calculada, estas disparidades se elevan al cuadrado y se suman, el siguiente paso implica dividir la suma obtenida por la cantidad total de elementos que se han considerado y por último, se extrae la raíz cuadrada de este resultado, la desviación estándar es una medida de dispersión, que indica cuánto pueden alejarse los valores respecto al promedio. Así, en un histograma con un diámetro medio de fibra promedio de  $22.31\mu\text{m}$ , y SD de  $6.20\mu\text{m}$ , la variación promedio de las fibras de la media fue de  $22.31 \pm 6.20\mu\text{m}$  (McGregor, 1995).

#### **Coefficiente de variación del diámetro medio de fibra (CVD)**

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

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

Se conceptualiza como el porcentaje de las fibras menores de  $30\mu\text{m}$  que tiene un vellón, conocido también como factor de comodidad; si más del 5 % de fibras son mayores a  $30\mu\text{m}$ , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel (McColl, 2004; McLennan y Lewer,

2005; Mueller et al. 2010). El porcentaje de fibras superiores a  $30\ \mu\text{m}$  se define como el factor de picazón (FP). Por estas razones, la industria textil de prendas prefiere vellones con un factor de confort igual o mayor a 95 % con un FP igual o menor a 5 % (Bardsley, 1994; Wood, 2003; Baxter y Cottle, 2010).

El confort está influenciado por un rango de factores psicológicos, fisiológicos y físicos entre el humano y el ambiente externo (Stoffberg et al., 2015); estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas; las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables en cambio prendas confeccionadas con fibras mayores a 30 micras causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra que sobresalen desde la superficie de las fibras que son relativamente gruesas; sin embargo, si estas fibras fueran más delgadas serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel (McColl, 2004; Mueller, 2007 y Sacchero, 2008).

Cuando se utilizan ropas confeccionadas a partir de la fibra de alpacas, los extremos de estas fibras sobresalen en la superficie y ejercen presión sobre la piel, la cantidad de fuerza que puede aplicar el extremo de la fibra antes de doblarse está estrechamente ligada a su grosor y la longitud que sobresale. Por encima de la fuerza crítica (100 mg) los nervios que se encuentran situados justo debajo de la piel son provocados; cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera, comúnmente llamada picazón, para un tejido plano usado comúnmente en chompas o suéteres, el diámetro crítico que conlleva a la picazón es aproximadamente de  $30\ \mu\text{m}$  a  $32\ \mu\text{m}$ , aunque esto varía considerablemente entre personas, temperatura y limpieza de la piel; en prendas normales confeccionadas con lana que exhiben una media de  $21\ \mu\text{m}$  tienen un número pequeño de fibras con diámetros mayores a  $30\ \mu\text{m}$ , que le da confortabilidad a la prenda (Naylor y Stanton, 1997).

### **Finura al hilado (FH)**

Es expresada en  $\mu\text{m}$  (spinning fineness), proporciona una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo, su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (DMF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra y es una característica fuertemente heredable (Butler y Dolling, 1992).

La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24 % en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (Lupton et al., 2006); llamó a la expresión finura efectiva (effective fineness) y fue usada con la finalidad de demostrar la influencia de los cambios de la DMF y el CVDF sobre la uniformidad de los hilados (Anderson, 1976).

La finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo (Manso, 2011); dos tops con diferentes DMF y CVDF pueden producir hilados de la misma uniformidad, si sus finuras efectivas tienen el mismo valor al utilizar la fórmula anteriormente descrita. Por ejemplo, un top con un diámetro medio de fibra y coeficiente de variación del diámetro de fibra de 21,50  $\mu\text{m}$  y 20,0 %, respectivamente, produce un hilado más uniforme que otro top con DMF y CVDF de 20,2 y 27,0 %, respectivamente (De Groot, 1995).

La finura efectiva sólo depende del diámetro medio de fibra y del coeficiente de variación del diámetro de fibra y es siempre numéricamente mayor que el diámetro medio de fibra, aunque esto puede corregirse normalizando la finura efectiva mediante la aplicación de la ecuación:

$$F = 0,881 * DMF * \sqrt{1+5 * (CVDF / 100)^2} \text{ (Butler y Dolling, 1995).}$$

En alpacas Huacaya la finura al hilado determinado fue de 20,9  $\mu\text{m}$ , las alpacas jóvenes tienen menor finura al hilado que alpacas adultas y las alpacas menores de 18 meses son los que presentan una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año de producción y procedencia, sobre esta característica (Quispe, 2010).

### **Índice de curvatura (IC)**

Puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras, es una característica textil adicional; esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (Fish et al., 1999). El rizado de la lana, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana (Quispe et al., 2008).

En lo que respecta a la sensación al tacto, el rizo presente en las fibras es una característica deseable. Sin embargo, en algunas situaciones, este rizo puede generar dificultades durante el proceso de tratamiento. El rizo de una mecha, en términos de "definición de rizo", se puede entender como el grado de alineación. En lanas donde el rizo de la fibra no está bien alineado, la definición del rizo es deficiente, y la frecuencia del rizo se mide como el número de ondas curvadas por centímetro; estas particularidades, combinadas con el color de la grasa, la longitud de la mecha, la presencia de suciedad y el desgaste, conforman el estilo de la lana; este aspecto resulta crucial para determinar el rendimiento en el proceso de tratamiento, la comercialización y la calidad de los productos finales de lana; dado que las fibras se encuentran naturalmente flexionadas y retorcidas a lo largo de su longitud, la curvatura de las fibras puede ser tridimensional. Sin embargo, la forma de la fibra puede representarse en un patrón bidimensional, ya que la mayor parte de la curvatura ocurre en un plano específico, siendo la flexión la contribución principal (Fish et al., 1999).

El valor del rizado de la fibra ha sido objeto de discusión constante en el ámbito de la industria textil. En términos generales, prevalece la noción de que las fibras con una menor cantidad de rizado son superiores a aquellas con una mayor cantidad de rizado; la presencia de rizos en una hebra de lana puede ser evaluada teniendo en cuenta tanto la descripción de la curvatura en sí como la frecuencia con la que dichos rizos aparecen. La primera puede ser simplemente descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que lanas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres; mientras que la segunda, se define como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro; el rizado de la lana, expresada como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los instrumentos comerciales como la OFDA y LaserScan (Wang et al., 2004).

## 1.2. Antecedentes

### 1.2.1. Peso de vellón sucio

Con el objetivo de evaluar el peso de vellón y las características tecnológicas de la fibra de Alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) de primera esquila Mayhua y Quispe (2022) colectaron muestras de fibra sucia de los vellones de la esquila 2021, los resultados obtenidos para el caso de machos fueron para peso de vellón (PV) de



2,59 ± 0,68 kg, DF de 20,44 ± 3,15 μm, factor de confort (FC) de 90,09 ± 10,53%, factor de picazón (FP) de 11,42 ± 10,53%, finura al hilado (FH) de 21,54 ± 2,71 μm y longitud de mecha (L) de 13,60 ± 3,95 cm y en hembras fueron de 2,29 ± 0,64 kg de PV, 20,27 ± 4,39 μm de DF, 88,57 ± 15,07% de FC, 9,91 ± 15,06% de FP, 21,97 ± 4,35 μm y 11,46 ± 4,41 cm de L. Del mismo modo, en alpacas DL fueron de 2,2 ± 0,4kg de PV, 18,9 ± 2,2 μm de DF, 94,0 ± 5,8 % de FC, 6,0 ± 5,8 % de FP, 20,5 ± 2,3 μm de FH y 10,5 ± 2,6 cm de L, en 2D fueron de 2,6 ± 0,6kg de PV, 23,5 ± 1,9 μm de DF, 81,7 ± 5,6 % de FC, 18,3 ± 8,6 % de FP, 24,6 ± 1,9 μm de FH y 18,7 ± 0,4cm de L, en alpacas 4D fueron de 3,6 ± 0,5kg de PV, 26,0 ± 6,3 μm de DF, 68,3 ± 28,3% de FC, 31,7 ± 28,3 % de FP, 27,0 ± 6,3 μm de FH y 19,1 ± 0,4 cm de L y finalmente para BLL fueron de 3,7 ± 0,6kg de PV, 28,5 ± 2,4 μm de DF, 61,4 ± 12,5 % de FC, 38,6 ± 12,5 % de FP, 28,9 ± 3,3 μm de FH y 19,1 ± 0,6 cm de Longitud.

En Nueva Zelanda Wuliji et al. (2000) reportaron datos de peso de vellón de alpacas de 2.2 kg y en Australia McGregor y Butler (2004) cifran de 2 a 3.3 kg, en alpacas de comunidades campesinas peruanas tiene baja producción y calidad, es posible obtener una producción promedio bianual de 2.30 kg. Sin embargo, bajo una cría medianamente tecnificada es posible obtener una producción anual de entre 2.1 a 2.3 kg (Quispe et al., 2009a; Gutiérrez et al., 2009).

Bryant et al. (1989) refieren que el peso de vellón promedio por año para tres niveles tecnológicos, alto, medio y bajo, son del orden de 1.60, 1.40 y 1.20 kg, respectivamente. La producción de fibra expresada en peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento, está influenciada por los factores de raza, sexo, localización y, especialmente por la edad de los animales.

De modo general se puede considerar que los animales jóvenes producen vellones menos pesados que los adultos (Quispe et al., 2009). En investigaciones se reportan que a la primera esquila (aproximadamente con 10 meses de edad) el vellón de la alpaca pesa 1.15 kg y aumenta a medida que avanza la edad, registrándose valores de 1.61, 1.87 y 2.0 kg a los 2, 3 y 4 años de edad, respectivamente. Mas tarde, los incrementos son mínimos: 2.11 y 2.17 kg para 5 y 6 años de edad, respectivamente, pero decrece a 2 kg a los 7 y 8 años de edad (Bustinza, 2001).

De igual manera en relación al sexo, se ha encontrado que los vellones de alpacas machos son más pesados que los de alpacas hembras (Castellaro et.al., 1998; Wuliji et al., 2000; Lupton et al., 2006), lo cual se debería al incremento de la superficie corporal (León-Velarde y Guerrero, 2001; Frank et al., 2006; Quispe et al., 2009), aunque la influencia del sexo podría verse enmascarada por la gestación y la lactación de las hembras que reducirían la producción, como ocurre en las cabras (Newman y Paterson, 1996). Respecto a la alimentación, Wuliji (1993) indica que tiene un efecto positivo sobre el peso de la fibra de alpaca, lo cual también resulta confirmado por los hallazgos de Newman y Paterson (1994) y Franco et al. (2009), quienes encontraron que el peso del vellón varía con los cambios en la alimentación, tanto en longitud como en diámetro de la fibra, manteniéndose relativamente constante la relación longitud: diámetro. Sin embargo, Russel y Redden (1997) encontraron que la relativa contribución de los incrementos en longitud y diámetro parecen ser diferentes, afectando más al peso de vellón sucio el incremento en longitud que el incremento en diámetro.

El peso de vellón de las alpacas Suri hembras fueron superiores (1.3 kg) respecto a las machos (1.1 kg); en cuanto al efecto edad, paulatinamente va aumentando el peso vellón y luego descendiendo (Ávila, 1978). El peso vellón en alpaca Suri y Huacaya por edad y sexo de un año que en los machos es de 1.33 kg de promedio, mientras en hembras es de 1.35 kg estas diferencias no son muy grandes ni significativas estadísticamente, si se mide con precisión y en tiempos iguales de crecimiento de la fibra (Bustinza, 2001).

En la región de Huancavelica Quispe et al. (2007) encontró que el peso de vellón promedio fue de 2303.2 g; con influencia significativa por la procedencia y edad, y no por el sexo; concluyen que el peso de vellón sucio es mayor al promedio general a nivel de la región, considerando una crianza semi tecnificada a las localidades de estudio.

En el sur de Australia, McGregor (2006) reportó un peso de vellón sucio de 2.44 kg, concluyendo que la media del peso ve vellón grasiento de las alpacas Huacaya no parece ser afectado por la media del diámetro de fibra; en cambio en el caso de alpaca Suri el peso de vellón grasiento incrementa cuando el diámetro de fibra alcanza los 29 a 33  $\mu\text{m}$  de diámetro, de lo contrario disminuye.

En la Isla Sur de Nueva Zelanda, Wuliji et al. (2000) reportan para peso de vellón grasiento un valor de 2.16 kg, 3.02 kg y 1.97 kg en alpacas adultas, tuis, y crías, respectivamente; para peso de vellón limpio los resultados fueron de 2.03 kg, 2.94 kg y 1.84 kg para alpacas adultas, tuis y crías, respectivamente, así mismo los machos mostraron tener mayor peso de vellón que las hembras.

Checmapocco et al. (2013), con el objetivo de determinar el peso de vellón a la primera esquila, en alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, los resultados del peso de vellón promedio de alpacas Suri a la primera esquila fue de  $1,580 \pm 260$  g.

### 1.2.2. Longitud de mecha

La determinación de la longitud de la mecha se lleva a cabo al medir el conjunto de fibras sin aplicar ningún tipo de estiramiento. Esto se realiza utilizando una regla graduada en centímetros diseñada específicamente para este propósito. La mecha que se va a medir se coloca en la ranura de la regla sin estirla, de manera que los rizos se mantengan intactos. Se asegura que la base de la mecha coincida con la marca cero de la regla, y se realiza la medición en la mitad de la punta de la mecha (Von Bergen, 1963).

En la Estación Experimental TUNSHI – ESPOCH, con el objetivo de evaluar los parámetros de calidad de fibra de alpaca (propiedades físico-mecánicas), los resultados muestran que la media de longitud de fibra para la fibra fina fue de 12,50 cm y fibra gruesa de 13,52 cm ( $P \leq 0,05$ ). La fibra fina presenta un rango promedio de longitud de  $17 \pm 6$  cm, mientras que la fibra gruesa de  $20,5 \pm 6$  cm con una desviación estándar de 2,39 cm en fibra fina y 3,05 cm en fibra gruesa (Vaca-Cárdenas et al., 2000).

Por lo que se puede determinar que la fibra gruesa presentó valores más altos a los reportados por Montesinos (2000) al evaluar la fibra Huacaya encontró un promedio de 13,32 cm. Mientras que la fibra fina se encuentra por debajo de este. Sin embargo, estos resultados no son muy alejados del promedio citado. Por otro lado, Gamarra (2006) afirma que la longitud de fibra en las fibras de alpacas tiene una media de  $12,77 \pm 1,37$  cm.

La longitud de fibra entre las alpacas adultas (mayores de tres años), Juveniles (1 a 3 años) y Tuis (menores de un año) fueron de  $101,30 \pm 33,0$  mm;  $83,30 \pm 2,5$

mm; y  $39,90 \pm 9,2$  mm, respectivamente con diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ ), por otro lado, entre los colores W, BW, COM y BL fueron  $67,00 \pm 35$ ,  $70$  mm;  $60,2 \pm 36,2$  mm;  $95$ ,  $80 \pm 25,10$  mm y  $135,00 \pm 10,00$  mm, respectivamente con diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ ) (Solano y Raggi, 2019).

La media de longitud de fibra (longitud de mecha) sin estirar en cm para la fina y gruesa fueron de 12,50 y 13,52 correspondientemente, presentando diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), La media de la longitud en cm de fibra estirada determinó que la fibra fina presentó una media de 17,29 y la fibra gruesa de 17,27 cm, sin presentar diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) (Vaca-Cárdenas et al., 2021).

### 1.2.3. Diámetro medio de fibra

Se describió la calidad de la fibra de alpacas Huacaya producida en la región de Huancavelica, utilizando una muestra de 203 alpacas pertenecientes a ocho comunidades de alpaqueros ubicadas entre 4 100 y 4 750 m de altitud; el diámetro medio de fibra fue de  $22,70 \pm 0,02$   $\mu\text{m}$ , variando con el sexo, edad y comunidad de origen (Montes et al., 2008).

En Huancavelica, se recolectaron muestras de fibra de alpacas hembras adultas para su análisis mediante el sistema OFDA 2000. En la zona del costillar medio, se encontró un diámetro medio de fibra (DMF) de  $26,30$   $\mu\text{m}$ . La variación en el DMF entre los 24 lugares de muestreo osciló entre  $20,20$  y  $50,60$   $\mu\text{m}$ , mientras que entre los nueve sitios de muestreo principales del vellón varió de  $24,80$  a  $31,70$   $\mu\text{m}$ ; los atributos del vellón mostraron diferencias significativas tanto entre los diversos componentes del vellón como entre los sitios de muestreo ( $P < 0,001$ ). Las disparidades en el DMF entre el costillar medio y otros sitios se vieron influenciadas por el peso vivo de las alpacas. Se observó un patrón general de incremento marcado en el DMF de forma dorso-ventral. Además, se encontró que el DMF del sitio medio posterior tenía una correlación más fuerte con el DMF del vellón completo que el DMF del costillar medio, lo que sugiere que este sitio podría ser preferible para el muestreo del vellón; los resultados indican que se necesita cuidado en el muestreo de la fibra de alpaca para su análisis y que los criadores deben separar la fibra de alpaca cuidadosamente en la esquila para mantener una fibra separada de valor comercial muy diferente (McGregor et al., 2011).

Con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani, se analizaron 240 muestras de fibra en el equipo OFDA 2 000; los resultados muestran que el diámetro medio de fibra fue de  $19,60 \pm 2,09 \mu\text{m}$ ;  $21,07 \pm 2,56 \mu\text{m}$  y  $22,28 \pm 2,45 \mu\text{m}$  en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ( $P \leq 0,05$ ); para el efecto del factor sexo, los machos presentan un diámetro de fibra de  $21,28 \pm 2,55 \mu\text{m}$ , y las hembras de  $20,69 \pm 2,69 \mu\text{m}$  ( $P > 0,05$ ) (Ormachea et al., 2015).

En 150 muestras de fibra, se determinó el diámetro medio de fibra de alpacas Suri de uno a cinco años procedentes del Centro de Investigación y Producción La Raya, por el método neozelandés de micro proyección tipo leads establecida por ASTM-2130, los diámetros fueron de  $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$ ;  $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$ ;  $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$ ;  $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$  y  $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$ , en alpacas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad, respectivamente (Velarde et al., 2011).

En alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar, Puno se determinó el diámetro medio a la primera esquila según sexo, las muestras se procesaron en el equipo Sirolan Laserscan. Los resultados muestran que el promedio del diámetro de fibra fue  $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$ , y por sexo de  $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$  y  $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$  en hembras y machos, respectivamente ( $P > 0,05$ ) (Checmapocco et al., 2013).

Entre los trabajos realizados en alpacas del sur de Perú, destacan los realizados en Puno (Apomayta y Gutiérrez, 1998; González *et al.*, 2008) en Cusco (Franco *et al.*, 2009) refieren diámetros de  $23,97 \mu\text{m}$  a  $25,75 \mu\text{m}$ , en Arequipa (Renieri et al., 2007; Gutiérrez *et al.*, 2009; Morante *et al.*, 2009; Cervantes et al., 2010), Huancavelica (Oria *et al.*, 2009; Quispe *et al.*, 2009; Quispe, 2010), que refieren medias de diámetro de fibra desde  $21 \mu\text{m}$  hasta  $24 \mu\text{m}$  y en Apurímac, en muestras de vellón de 405 alpacas Huacaya reportaron en machos un diámetro medio de fibra de  $19,60 \pm 0,20 \mu\text{m}$  y en hembras de  $20,10 \pm 0,2 \mu\text{m}$  (Vásquez et al., 2015)

En alpacas Huacaya de color blanco con edades comprendidas entre uno y siete años, pertenecientes al Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos "Lachoc" de la Universidad Nacional de Huancavelica, se llevó a cabo la medición del diámetro promedio de la fibra. Este proceso se realizó siguiendo las pautas establecidas por la norma de la Sociedad Americana de Pruebas y

Materiales (ASTM, 1998), bajo la designación D 6466-99, como resultado de estas mediciones, se determinó que el diámetro medio de la fibra era de  $23,42 \pm 4,14 \mu\text{m}$  (Cordero et al., 2011).

En un estudio realizado en alpacas criadas en seis regiones de los Estados Unidos, se examinaron las características de la fibra de alpaca Huacaya de uno y dos años de edad. Los resultados indicaron que, desde la perspectiva de la calidad del hilado y su valor, el factor más significativo fue el diámetro medio de la fibra, se observó que al reducir el diámetro medio de la fibra (DMF), aumentaba la fragilidad del hilo, lo que resultaba en una mayor resistencia a la tracción al peinarlo. Este aumento en la resistencia a la tracción afectaba el tamaño del hilo, haciendo que fuera más pequeño. El diámetro medio de la fibra varió en un rango de 15,09 a 49,27  $\mu\text{m}$ , con una desviación estándar y un coeficiente de variación considerablemente amplios, por otra parte, existe una correlación media ( $r=0,5318$ ) entre peso vivo y DMF, del mismo modo es negativo y bajo ( $r = -0,2961$ ) entre DMF y longitud de fibra y una correlación positiva y baja ( $r = 0,3967$ ) entre DMF y resistencia (Lupton et al., 2006).

Se determinó el perfil de fibra de 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando diámetros de fibra de 27,70  $\mu\text{m}$  en hembras y 26,80  $\mu\text{m}$  en machos, con un promedio de  $27,85 \pm 5,35 \mu\text{m}$ ; con respecto a la edad, encontró valores de 24,30  $\mu\text{m}$ ; 26,50  $\mu\text{m}$  y 30,10  $\mu\text{m}$  en alpacas de uno, dos y tres o más años de edad, respectivamente (Lupton, 2006).

Por otra parte, en alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya presentan un diámetro medio de 24,0  $\mu\text{m}$  y más del 50% estaban en 29,90  $\mu\text{m}$  (McGregor, 2006). A su vez, al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro medio de fibra de 25,70  $\mu\text{m}$  con valores extremos de 23,40 a 27,30  $\mu\text{m}$  (Ponzoni et al., 1999), mientras que Wang et al. (2003) también reportan medias de diámetro similares a los encontrados por los anteriores autores. En muestras de fibras de alpacas peruanas y australianas en una amplia gama de lotes que incluyen diferentes colores y longitudes se determinó que en los dos tipos de fibras tienen un diámetro medio de fibra similar (Huacaya 26,07  $\mu\text{m}$  y Suri 26,10  $\mu\text{m}$ ) (Wang et al., 2005).



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

En la región sur este de Australia, los resultados del análisis de fibras de alpacas de las variedades Huacaya y Suri indican que el aumento en el diámetro medio de la fibra no afecta el peso del vellón en términos de grasa o suciedad. No obstante, la proporción de fibras con médula aumenta a medida que el diámetro de la fibra crece, así como con el aumento en la edad de las alpacas, en el rango de  $29$  a  $33 \mu\text{m}$ , Aproximadamente el 10% de las alpacas Huacaya tienen un diámetro de fibra menor a  $24 \mu\text{m}$ , mientras que en las alpacas Suri, este porcentaje asciende al 14%. En ambas razas, el 50% de los vellones presentan un diámetro de fibra mayor a  $29,9 \mu\text{m}$ . En la raza Huacaya, alrededor del 30% de las fibras son meduladas, mientras que en la raza Suri este porcentaje supera el 50%. Además, se observa que la presencia de fibras meduladas aumenta de manera lineal, pasando del 10% al 60%, en relación con el peso, y también aumenta con el incremento promedio del diámetro de la fibra, que va de  $20$  a  $36 \mu\text{m}$  (Mc Gregor, 2005).

En los andes del Perú, alpacas pastoreadas en dos niveles de altitud con características diferentes en composición botánica de sus praderas; en 8 periodos de tiempo por 28 días, los resultados muestran un incremento en el diámetro de fibra en el primer nivel ( $4\ 200$  msnm) de  $22,0 \pm 2,7 \mu\text{m}$  a  $32,1 \pm 4,7 \mu\text{m}$ , y en el segundo nivel ( $4\ 600$  msnm) de  $22,8 \pm 2,2 \mu\text{m}$  a  $32,3 \pm 3,0 \mu\text{m}$ , y entre tratamientos no hubo diferencia significativa (Braga et al., 2007).

Investigaciones llevadas a cabo en Australia han validado que la ventaja en cuanto a la sensación táctil, conocida como "mano", favorece a la alpaca con una diferencia de  $12 \mu\text{m}$  en comparación con la lana, esto implica que una fibra de alpaca con un diámetro de  $27 \mu\text{m}$  posee la misma suavidad que una fibra de lana de  $15 \mu\text{m}$ . El término "mano" se emplea para denotar la calidad de un tejido en relación al nivel de aceptación que tiene. Este término ha sido definido como la valoración subjetiva de un material textil obtenida a partir del sentido del tacto, la "mano" es así mismo un fenómeno psicológico, que implica la capacidad de los

dedos para hacer una evaluación sensible y exigente, y de la mente para integrar y expresar los resultados en un juicio de valor (Frank, 2012).

En la Argentina la puna es considerada como una zona árida a lo largo de las montañas de los andes a más de 3 600 msnm, donde las llamas por su hábitat de pastoreo y sistema digestivo marca eficiencia en el uso de forrajes nativos; al análisis de fibra obtenida para dos regiones de producción han mostrado que las llamas poseen suficientemente promedio de diámetro fino menor a 23  $\mu\text{m}$  sin considerar los pelos, esto es suficiente como para considera un premio de la calidad de vellón de esta especie (Coates and Ayerza, 2003).

Finalmente, García (2019) analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, los resultados del DMF fue de  $24,70 \pm 2,95 \mu\text{m}$ , los valores aumentaron de con la edad de alpaca de  $19,80 \pm 1,62 \mu\text{m}$  al primer año hasta  $27,57 \pm 4,00 \mu\text{m}$  al noveno año.

#### **1.2.4. Desviación estándar del diámetro medio de fibra**

Sánchez (2012), en estudios en fibra de vicuñas, reporta la desviación estándar en diferentes edades en crías 2,8  $\mu\text{m}$ , juveniles 2,9  $\mu\text{m}$  y adultos 2,7  $\mu\text{m}$ .

Castillo y Zacarias (2014) reportan que la desviación estándar del diámetro medio de fibra (DSDMF) presentó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) notando mínimas diferencias desviaciones para el componente manto, para el lugar de muestreo existen diferencias significativas presentado mínimas desviaciones para el manto central (VC3) en comparación con otros puntos de muestreo; mientras para la clase de dos dientes presentan menor desviación en comparación con animales cuatro dientes y boca llena, el sexo no mostro efecto ( $P > 0,05$ ).

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

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. (2009a) y 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., 2009a). Así mismo, García (2019) analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, los resultados del CVDMF fue de  $21,46 \pm 1,80$  %. Checmapocco et al. (2013), con el objetivo de determinar las características textiles a la primera esquila, en alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, los resultados del coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra en hembras fueron de 26.52%.

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

En la región de Huancavelica, en alpacas de color blanco provenientes de ocho comunidades de diferentes edades y ambos sexos, encontraron valores de factor de confort de  $6,33 \% \pm 0,30$  % la misma que correspondería a un factor de confort de 93,67 %, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Se sabe que mientras las fibras tienen menor diámetro el confort es mayor (Quispe et al., 2009). Asimismo, se reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica (Quispe, 2010).

Checmapocco et al. (2013), con el objetivo de determinar las características textiles a la primera esquila, en alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, los resultados del factor de confort fueron de 95.87%.

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas antes de la esquila; los resultados mostraron un índice de confort (IC) por sexo de 96,8 % y 95,5 % en machos y hembras, respectivamente ( $P \leq 0,05$ ) (Vásquez et al., 2015).

En las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani, Carabaya; se determinó las características textiles de 240 muestra de fibra de alpacas Huacaya; el factor de confort en alpacas fue de 95,59 %, considerando edad fueron de 97,50 %, 95,85 % y 93,43 % en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad,

respectivamente ( $P \leq 0.05$ ), según sexo fueron de 96,19 % en hembras y 94,99 % en machos ( $P \leq 0,05$ ) (Ormachea et al., 2015).

En el sector Chocoquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, se tomaron 180 muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, los resultados muestran que el factor de confort presenta variaciones altamente significativas para el efecto raza, siendo en alpacas Suri de  $95,58 \pm 3,35$  % y Huacaya de  $98,76 \pm 1,85$  % (Díaz et al., 2014).

El factor de picazón no es un carácter técnico de la fibra, sino que más bien esta con el grado de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca relacionado está sobre el usuario (Sacchero, 2005). En alpacas criadas en Australia se reporta un factor de picazón de 44,42 % y un índice de confort de 55,58 % (McGregor y Butler, 2004) y en estudios realizados en alpacas al sur de Australia, muestran un índice de confort de 75,49 % (Ponzoni et al., 1999), mientras que en alpacas Huacaya criadas en EEUU y con una muestra representativa de 585 muestras de vellón de alpacas de distintos sexos y edades, encontrando un factor de confort de  $68,39 \pm 25,05$  %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente (Lupton et al., 2006)

Se evaluaron las características tecnológicas de la fibra de llama, diámetro medio de fibra (DMF), coeficiente de variación de DMF (CVDMF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) antes y después de descender, se tomaron muestras de 10 g de fibra de vellones de 227 llamas Chaku de la región Apurímac, Perú. Las fibras sin descender y descerdadas fueron analizadas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser); se consideraron las variables sexo y edad, el FC en fibra sin descender fue de  $89,53 \pm 0,96$  % y descerdada de  $92,27 \pm 0,88$  %. (Layme et al., 2016).

En ovinos de raza ovina Criollo con el objetivo de caracterizar la lana de ovejas Criollo Argentinas, utilizando las principales medidas que determinan su calidad y su valor comercial, el muestreo se realizó sobre majadas ubicadas en cuatro provincias: Salta (SA) (n= 44); Santiago del Estero (SE) (n= 60); Corrientes (CO) (n= 40) y Buenos Aires (BA) (n= 59), se tomaron muestras de lana de cada oveja y se determinaron el diámetro medio de lana (DML) y factor de confort (FC); los

resultados muestra que el DML en SA fue de  $26,1 \pm 2,5 \mu\text{m}$  y FC fue de  $78,8 \pm 12,7 \%$ ; el DML en SE fue de  $33,1 \pm 3,8 \mu\text{m}$  y FC fue de  $47,5 \pm 16,2 \%$ ; el DML en BA fue de  $33,5 \pm 2,9 \mu\text{m}$  y FC fue de  $49,2 \pm 13,8 \%$ ; el DML en CO fue de  $35,9 \pm 4,1 \mu\text{m}$  y FC fue de  $34,0 \pm 16,2 \%$ , ninguno de los tres grupos respondió a la categoría *carpet-wool* o *Criolla* correspondiente a la clasificación lanera oficial, por eso se consideró necesario construir un mapa lanero Criollo de la República Argentina (Peña et al., 2016).

Con el objetivo de evaluar las características de calidad de la lana en Regiones del cuerpo de ovejas (*Ovis aries*) Corriedale Amarihlo-Silveria et al. (2015), tomaron muestras de la paleta, costillar coxa, los resultados muestran que el FC fue de  $77,82 \pm 12,85 \%$  en espalda,  $60,37 \pm 13,76 \%$  en costillar y  $54,04 \pm 14,37 \%$  en coxa con una media de  $64,08 \pm 13,27\%$ .

Finalmente, García (2019) analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, los resultados del factor de confort fueron de  $82,53 \%$ , los valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de  $95,88 \%$  al primer año hasta  $71,30 \%$  al noveno año ( $P \leq 0,05$ ).

### 1.2.7. Finura al hilado

En el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, se tomaron 180 muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, los resultados muestran que la finura al hilado presenta variaciones altamente significativas para el efecto raza, siendo en alpacas Suri de  $20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$  y Huacaya de  $17,92 \pm 1,73 \mu\text{m}$  (Díaz et al., 2014).

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

Las propiedades técnicas de la fibra de llama fueron analizadas, incluyendo el diámetro medio de la fibra (DMF), el coeficiente de variación del DMF (CVDMF), el factor de comodidad (FC), el índice de curvatura (IC) y la finura al hilado (FH), tanto antes como después del proceso de descordado. Se recolectaron muestras de 10 gramos de fibra de los vellones de 227 llamas de la variedad Chaku

de la región de Apurímac. Las fibras sin descordar y descordadas fueron analizadas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser); se consideraron las variables sexo y edad, la FH en fibra sin descordar fue de  $22,17 \pm 0,25 \mu\text{m}$  y descordada de  $21,11 \pm 0,22 \mu\text{m}$  (Layme et al., 2016).

García (2019) analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, los resultados de la finura al hilado fueron de  $24,21 \pm 2,97 \mu\text{m}$ , los valores incrementaron conforme a la edad de las alpacas en el primer año fue  $20,16 \pm 1,72 \mu\text{m}$  hasta  $26,76 \pm 3,90$  el noveno año ( $P \leq 0,05$ ).

### 1.2.8. Índice de curvatura

García (2019) analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, los resultados del índice de curvatura fueron de  $21,46 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , También, al parecer, existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra (0,6 - 0,8), donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro. El diámetro de fibra e índice de curvatura tienen una correlación de 0,72 y se puede observar que cuando el micronaje aumenta de 15 a 35 micras el índice de curvatura disminuye de 50 a 30 grados/mm (Safley, 2005). El índice de curvatura obtenido fue de  $36,6 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , con un máximo de  $41,84 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , correspondiente a un macho cuatro dientes de color blanco y un mínimo de  $24,3 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , observado en adulto boca llena de color negro (Manso, 2011). En alpacas obtuvo un índice de curvatura de  $38,8 \text{ }^\circ/\text{mm}$  (Quispe, 2009) y en el intervalo  $47,66 - 54,01 \text{ }^\circ/\text{mm}$  (Quispe, 2010). Aunque en Perú se ha investigado poco acerca de este parámetro, ha habido estudios más amplios en Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, los cuales han revelado valores más bajos para el mismo, variando entre  $27,80$  y  $32,20 \text{ }^\circ/\text{mm}$ . Esta discrepancia en los valores podría atribuirse al hecho de que los parámetros del diámetro de la fibra y el índice de curvatura parecen tener una relación inversamente proporcional. Esta relación ha sido demostrada en este estudio y también en los países donde la alpaca ha sido exportada. En estos lugares, la preocupación radica en obtener un mayor volumen de fibra, lo que conduce a que los animales sean menos finos en términos de fibra. En cuanto al color, los datos obtenidos concuerdan con lo obtenido por Oria (2008), ya que animales de color más oscuro, poseen un índice de curvatura más bajo pasando en este trabajo de los  $40^\circ/\text{mm}$  en alpacas de color blanco, a  $31^\circ/\text{mm}$

en alpacas color café oscuro, y descendiendo hasta los 24 °/mm para las alpacas color negro, comportamiento este que también puede ser explicado por la relación inversamente proporcional existente entre diámetro e índice de curvatura; según edad, se obtienen valores entre constantes o ligeramente crecientes hasta los cuatro dientes, disminuyendo desde esa edad hasta boca llena desde los 38,00 °/mm hasta los 34,00 °/mm, no siendo concordante con Quispe (2009) que indica que con la edad aumenta el índice de curvatura, McGregor (2006) determino que este parámetro no varía con la edad, pero sí confirma lo planteado por Mamani (2010) que se debería obtener un menor índice de curvatura conforme aumentase la edad, debido a que el diámetro aumenta con la edad.

En la región de Huancavelica, Perú, se recolectaron muestras de alpacas hembras adultas que fueron analizadas utilizando el sistema OFDA 2000. Los valores promedio obtenidos para la densidad de fibras en el costado medio fueron de 34,9 °/mm. Se observaron diferencias significativas en las características del vellón entre todos los componentes de la fibra y también entre los distintos lugares de obtención de las muestras de vellón ( $P < 0,001$ ). El patrón general fue una disminución dorso-ventral en índice de curvatura; hubo una relación significativa entre  $\log_{10}$  índice de curvatura con diámetro medio de fibra, esto sugiere que la variación de índice de curvatura se puede utilizar para la selección de componentes de vellón con diámetro medio de fibra diferente, pero la pendiente de la regresión (índice de curvatura disminuyó 1,0 °/mm por cada 1  $\mu\text{m}$  de aumento en diámetro medio de fibra en el rango de 11 a 70  $\mu\text{m}$  (McGregor et al., 2011)

Existen relaciones directas entre el IC de la fibra con la frecuencia de rizos en la mecha y con la resistencia a la compresión (los coeficientes de correlación varían entre 0,80 y 0,90. También existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra, donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro (Fish *et al.*, 1999). Los coeficientes de correlación entre el índice de curvatura (expresado en grados / milímetro) y el diámetro de fibra (expresado en  $\mu\text{m}$ ) fue de 0,64 y 0,79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, y entre frecuencia de rizo y diámetro de 0,44, demostrando la ventaja que tiene el índice de curvatura frente a la frecuencia de rizos, cuando se quiere evaluar el diámetro de la fibra (Holt, 2006). Muchos estudios han sido dedicados a evaluar



el efecto del rizo de la mecha de fibra sobre el rendimiento al procesamiento y la calidad de los productos lanares. Las lanas con baja frecuencia de curvaturas o rizos y alta definición de rizo conllevan a obtener una longitud media de fibra (Hauter) más larga en los tops (cinta de fibra obtenida después del peinado) (Hansford, 1996). Para las lanas superfinas, una menor frecuencia de rizos en la fibra da lugar a una mayor uniformidad de hilados y menor número de terminales salientes en la hilatura (Wang et al., 2004).

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

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

Respecto al índice de curvatura en 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, se reportó un índice de curvatura promedio de  $33,16 \pm 7,00$  °/mm, según sexo de 33,50 °/mm en hembras y 33,90 °/mm en machos y para edad de 34,60 °/mm, 33,70 °/mm y 31,00 °/mm en alpacas de uno, dos y tres años respectivamente (Lupton et al., 2006).

Para valores de diámetro de 15 a 40  $\mu\text{m}$ , sus rangos de índice de curvatura son de 50 °/mm a 15 °/mm para fibra de alpaca, al igual que la lana, la curvatura de la fibra de alpaca disminuye a medida que aumenta el diámetro de la fibra (Wang et



al., 2004); el promedio de índice de curvatura en alpacas de color fue de 35,71 °/mm, en alpacas Huacaya de 35,52 °/mm y Suri de 26,31 °/mm (Wang et al., 2005).

En ovinos de raza ovina Criolla con el objetivo de caracterizar la lana de ovejas Criollas Argentinas, utilizando las principales medidas que determinan su calidad y su valor comercial, el muestreo se realizó sobre majadas ubicadas en cuatro provincias: Salta (SA) (n= 44); Santiago del Estero (SE) (n= 60); Corrientes (CO) (n= 40) y Buenos Aires (BA) (n= 59), se tomaron muestras de lana de cada oveja y se determinaron el diámetro medio de lana (DML) y la curvatura de ondulación (CU); los resultados muestra que el DML en SA fue de  $26,1 \pm 2,5 \mu\text{m}$ , la CU de  $78,5 \pm 13,5 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , el DML en SE fue de  $33,1 \pm 3,8 \mu\text{m}$ , la CU de  $45,5 \pm 15,0 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , el DML en BA fue de  $33,5 \pm 2,9 \mu\text{m}$ , la CU de  $41,9 \pm 7,3 \text{ }^\circ/\text{mm}$ , el DML en CO fue de  $35,9 \pm 4,1 \mu\text{m}$ , la CU de  $42,7 \pm 12,1 \text{ }^\circ/\text{mm}$  (Peña et al., 2016).

Con el objetivo de evaluar las características de calidad de la lana en Regiones del cuerpo de ovejas (*Ovis aries*) Corriedale, se tomaron muestras de la paleta, costillar coxa, los resultados muestran que IC fue de  $39,93 \pm 8,18 \text{ }^\circ/\text{mm}$  en espalda,  $40,71 \pm 9,76 \text{ }^\circ/\text{mm}$  en costilla y  $38,75 \pm 7,97 \text{ }^\circ/\text{mm}$  en coxa con una media de  $39,79 \pm 8,09 \text{ }^\circ/\text{mm}$  (Amarihlo-Silveria et al., 2015).

En Asia Central, para generar información sobre la calidad de la fibra de camello, se analizaron muestras de fibra de 712 camellos de Kazajstán y Uzbekistán, los efectos fijos involucraron la ubicación geográfica, la edad animal, el sexo, el color del pelaje y las especies. Las especies de camellos fueron Bactrians (*Camelus bactrianus*), dromedarios (*Camelus dromedarius*) y cruces (híbridos), el índice de curvatura de fibra fina promedio fue de  $87,7 \text{ }^\circ/\text{mm}$  en Bactrians y de  $78,2 \text{ }^\circ/\text{mm}$  en dromedarios y  $89,9 \text{ }^\circ/\text{mm}$  en híbridos, en general, los camellos bactrianos tuvieron mayor índice de curvatura que los dromedarios ( $P < 0,05$ ); las localizaciones geográficas diferenciaron significativamente el índice de curvatura (Iñiguez et al., 2013).

### 1.2.9. Correlaciones fenotípicas

Por definición la correlación es un parámetro que toma valores entre -1 y 1, se interpreta que existe correlación fenotípica entre dos caracteres, cuando el valor

para el primer carácter no es estadísticamente independiente del valor del otro carácter para el mismo animal (Falconer y Mackay, 1996; Pierce, 2011).

Las causas exactas de las correlaciones genéticas son difíciles de conocer, pero se puede explicar parcialmente pensando que un mismo gen que puede determinar varios caracteres a la vez conocido como pleiotropía (Quispe et al., 2009) o cuando los genes están próximos en el genoma y se suelen heredar conjuntamente, fenómeno denominado ligamiento. Específicamente para el porcentaje fibras meduladas continuas no se tienen estimaciones de correlación genética publicadas con otras características del vellón de alpaca.

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

Roque y Ormachea (2018) en Alpacas de la raza Huacaya del distrito de Corani encontró una correlación negativa y moderada entre el diámetro medio de fibra con el índice de curvatura -0.40 y factor de confort -0.58, en tanto que se observó una correlación alta entre diámetro medio de fibra y la finura al hilado 0.75.

El análisis fenotípico revela una correlación negativa y muy alta (-0.90) entre el factor de confort y el diámetro medio de la fibra de alpaca Huacaya, tal como informó Arango en 2016, lo que se asemeja al valor de -0.844 reportado por Quispe en 2009. Estos resultados destacan que la relación entre el factor de confort y el diámetro medio de la fibra es opuesta y de gran magnitud. Por lo tanto, una reducción en el diámetro de la fibra resultaría en un aumento en el porcentaje del factor de confort en la fibra. Asimismo, la correlación entre el factor de confort y la desviación estándar del diámetro medio de la fibra en las alpacas Huacaya fue negativa ( $p < 0.01$ ) y de magnitud media (-0.66); esto indica que existe una relación inversa de magnitud moderada entre el factor de confort y la variabilidad en el diámetro de la fibra. Por ende, un aumento en la magnitud de la variabilidad del diámetro medio de la fibra llevaría a una ligera disminución en el porcentaje del factor de confort o el índice de picazón. En cuanto a la correlación entre el factor de confort y el coeficiente de variación del diámetro medio de la fibra, se encontró

una asociación de  $r= 0.13$ , un valor positivo pero muy bajo. Esto sugiere que un cambio en la magnitud de uno de estos factores tendría un impacto mínimo en el otro. Este hallazgo podría indicar que un aumento en la variabilidad del diámetro promedio de la fibra solo afectaría de manera mínima al incremento del factor de confort

Castillo et al. (2022) con el objetivo de determinar las correlaciones entre la finura al hilado y las características de la fibra de alpaca Huacaya blanca de la región Puno, investigación con enfoque cuantitativo, diseño de investigación transversal-correlacional; los resultados de los coeficientes de Spearman en Carabaya, S.A. Putina y Sandía respectivamente, entre FH y LF (0.28)(0.26)(0.28), FH y FP (0.89) (0.89) (0.96), FH y DMF(0.94) (0.96) (0.96), DMF y LF(0.22) (0.27)(0.29), DMF y FP(0.74)( 0.76) (0.87), CVDMF y LF(0.16) (0.01) (0.05) , CVDMF y FP(0.53) (0.49) (0.44), CVDMF y DMF (-0.05) (-0.07) (0.04).

En investigaciones, Ticlla et al. (2015) con el objetivo determinar las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas; las correlaciones fenotípicas en alpacas hembras para las características textiles de MDF y SD ( $r= 0.81$ ), MDF y CV ( $r= - 0.06$ ), MDF y IC ( $r= - 0.90$ ), MDF y ICF ( $r= -0.62$ ), MDF y FH ( $r= 0.99$ ), MDF y Pve ( $r= 0.25$ ), SD y CV ( $r= 0.53$ ), SD y IC ( $r= - 0.90$ ), SD y ICF ( $r= - 0.55$ ), SD y FH ( $r= 0.88$ ), SD y Pve ( $r= 0.26$ ), CV y IC ( $r= - 0.22$ ), CV y ICF ( $r= - 0.05$ ), CV y FH ( $r= 0.06$ ), CV y Pve ( $r= 0.10$ ), IC y ICF ( $r= 0.55$ ), IC y FH ( $r= - 0.93$ ), IC y Pve ( $r= - 0.20$ ), IFC y FH ( $r= 0.62$ ), IFC y Pve ( $r= 0.18$ ), FH y Pve ( $r= 0.26$ ).

Finalmente, García (2019) analizo muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, la correlación del DMF entre el FC fue de -0,90530; DMF entre FH fue de 0,96750 y finalmente el MDF e IC fue de -0,34502.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

La población mundial de alpacas se estima en 3 597 753 y el 79.40 % está en nuestro país, y la mayor cantidad se encuentran principalmente en las zonas alto andinas de Puno, Arequipa, Cusco, Ayacucho, Huancavelica y Apurímac; su crianza constituye una actividad económica de gran importancia en la población alto andina, Puno constituye el primer productor de esta especie (*Vicugna pacos*) en el mundo; se estima que más de trecientos mil familias dependen directa o indirectamente de su producción en condiciones geográficas difíciles y clima variable.

El país, es considerado como el principal productor de fibra de alpaca del mundo, con una producción anual de 3 399 toneladas, el 90 % de la producción nacional está orientada al mercado internacional y representa en promedio el 1,35% de las exportaciones (FAO, 2005; Lupton et al. (2006), por tanto, nuestro país se convierte en uno de los principales proveedores de fibra de alpaca alrededor del mundo, por otro lado, Italia concentró el 38% de las exportaciones peruanas de pelo fino; otros países evidenciaron una participación como Corea del Sur 4%, Noruega 2% y Japón 2%.

La crianza de alpacas en los altos andes del país está en manos de productores individuales, productores asociados y comunidades campesinas, es una actividad socioeconómica de gran importancia y fuente de ingreso para los criadores que viven en condiciones de pobreza y extrema pobreza y, los ingresos per cápita percibidas por los criadores de alpacas son los más bajos del país (CONOPA, 2006; Gutiérrez et al., 2014)

La calidad de la fibra de alpaca ha experimentado un marcado deterioro, lo que ha llevado a una disminución gradual en su precio y, en consecuencia, a ingresos económicos muy bajos para los criadores. Este sector es uno de los más empobrecidos en Perú (Wheeler, 1995; Kadwell et al., 2001). En la actualidad, la producción anual de fibra extra fina, con diámetros inferiores a 23,10  $\mu\text{m}$ , constituye solo entre el 7 % y el 12 % del total de la producción, en contraste con el 25 % que representaba hace dos décadas. La producción de fibra fina, con diámetros de 23,10  $\mu\text{m}$  a 26,50  $\mu\text{m}$ , representa apenas el 22 %, mientras que la fibra semi fina, con diámetros de 26,60  $\mu\text{m}$  a 29,00  $\mu\text{m}$ , constituye el 46 %. Además, se observa una tendencia creciente hacia fibras más gruesas, secas y frágiles debido a la presencia de vellones menos uniformes, lo que señala una significativa falta de calidad en la fibra (De los Ríos, 2006).

En la producción nacional, el diámetro promedio actual de la fibra de alpaca se encuentra en el rango de 32 a 35  $\mu\text{m}$ ; si comparamos estas cifras con las características de la fibra de alpacas prehispánicas, encontramos que estas producían vellones uniformes con variaciones de tan solo 1 a 2  $\mu\text{m}$  por alpaca y con diámetros en el rango de 17 a 19  $\mu\text{m}$  (CONOPA, 2006; Quispe et al., 2009). En la actualidad, el diámetro medio de la fibra se considera el principal criterio de selección de alpacas a nivel mundial (según Gutiérrez et al. en 2014).

La longitud promedio de la mecha también ha disminuido, pasando de 14 cm en épocas prehispánicas a 10 cm en la actualidad. La industria textil de prendas prefiere vellones con un factor de confort igual o superior al 95%, pero las investigaciones muestran valores menores (Sacchero, 2008). La finura al hilado proporciona una estimación del rendimiento cuando la fibra se hilada y convertida en hilo, aunque este valor aún no ha sido estimado para la fibra de alpacas Suri.

El índice de curvatura de la fibra de alpaca Suri es bajo, lo que dificulta el proceso de hilado, pero su lustrosidad es excepcional. Sin embargo, basándonos en factores como la finura, la longitud de la fibra, el factor de confort, la finura al hilado y el índice de curvatura, se concluye que el valor de la fibra de alpaca Suri es tan bajo en estas condiciones que la producción de fibra de alpaca Suri con estas características no resulta rentable para el criador.

La ausencia de un Programa Nacional de mejora genética y la escasa difusión entre los criadores de las diferentes alternativas tecnológicas son factores de otra naturaleza que

dificultan que la crianza alpaquera alcance niveles competitivos, entre ellos podemos destacar que a partir de 1984 se produjo la salida del país de un gran número de ejemplares de alta calidad genética hacia los Estados Unidos de Norteamérica, Australia, Nueva Zelanda y otros países del mundo; la venta de estos ejemplares fue consecuencia de los elevados precios que alcanzaban, unida al bajo nivel de renta de sus anteriores propietarios.

En la actualidad, el problema más representativo para el productor alpaquero es el bajo precio de la fibra que no alcanza las expectativas del poblador dedicado a la crianza de esta especie tan noble, los precios son bajos debido a la mala calidad de la fibra en sus diferentes características textiles por la falta de tecnología para el trabajo de mejoramiento de las diferentes características tecnológicas como el diámetro medio, el factor de comodidad, grado de curvatura, finura al hilado, características productivas como peso de vellón, longitud de fibra que ciertamente van de la mano con las características textiles que la industria y actualmente la artesanía requiere para elaborar las prendas de vestir.

## **2.2. Enunciados del problema**

Por las consideraciones expuestas en la identificación del problema se planteó las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son las características productivas: peso de vellón sucio, longitud de mecha, diámetro medio de la fibra de alpacas Suri por edad?
- ¿Cuáles son las características tecnológicas: desviación estándar del diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort, finura al hilado, índice de curvatura de la fibra de alpacas Suri por edad?
- ¿Cuáles son las correlaciones de las características productivas y tecnológicas: de la fibra de alpacas Suri?

## **2.3. Justificación**

La población mundial estimada de alpacas de la raza Suri es de 434,696 individuos en la actualidad, lo que representa aproximadamente el 15% de la población total. En contraste, durante la década de los noventa, la proporción de alpacas Suri no superaba el 5%. Estos datos indican una recuperación notable en la cantidad de alpacas de raza Suri, ya que en años anteriores había preocupación por su marcado declive, especialmente en las zonas más altas de la sierra. Esto se atribuyó a la menor resistencia de estos animales ante

condiciones climáticas extremadamente adversas. Esto llevó a que los productores tuvieran una preferencia mayor por la raza Huacaya. Sin embargo, factores como la valoración en el mercado de la fibra de alpaca Suri, en ocasiones con un precio más elevado, junto con la creciente demanda de animales de esta raza para la exportación, han contribuido probablemente a reavivar el interés en la raza Suri. Se la considera como "el oro olvidado de los Andes", lo que resalta su valor y potencial.

Las fibras de lujo tienen una gran importancia en el campo de la producción de tejidos de alto valor añadido, pero los estudios relacionados con estas fibras son muy limitados, una de estas fibras proteínicas de lujo es la de alpaca (FAO, 2005; Lupton et al., 2006; Atav y Turkmen, 2015).

Las alpacas es un importante recurso genético para los habitantes de las regiones alto andinas del Perú, Bolivia, Argentina y Chile, son fuentes generadoras de fibra de gran valor económico, carne, pieles, trabajo; además, posibilita el aprovechamiento de las pasturas naturales en zonas geográficas donde solo puede criarse animales adaptados al medio ambiente de los altos andes (Cordero et al., 2011).

Existe una demanda insatisfecha de fibra fina de alpaca en el mercado de pelos finos por la industria textil mundial de fibras textiles de origen animal, en ella la alpaca representa el 10% y compite con el cashmere 12%, el mohair 56% y la angora 21%; es relevante que la industria textil utiliza el 56 % de fibras naturales y el 44 % de fibras sintéticas, por otro lado la fibra de alpaca está considerada dentro de las fibras especiales, junto con la fibra de cashmere, mohair, angora; y es cotizada en el mercado mundial por sus características como elasticidad, capacidad de tensión al hilado, sensación de suavidad, propiedad térmica, resistencia a la tracción, flexibilidad, durabilidad y color natural con más de 22 tonalidades, desde el blanco hasta el negro (CEPES, 2001).

Existen muchos factores que influyen en la producción de fibra, incluso estos factores pueden estar interrelacionados; la evaluación de las alpacas con respecto a estas características se realiza directamente a través del fenotipo, o se estima a través de la genealogía o de su descendencia, es importante mencionar que, al seleccionar alpacas por una determinada característica, se debe considerar que indirectamente otras variables estarán siendo afectadas.

En varios estudios de investigación, se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson que establecen la relación de asociación entre caracteres de la fibra de camélidos



sudamericanos domésticos y silvestres (Lupton et al., 2006; Manso, 2011; Díaz, 2014; Pariona, 2014; Vásquez et al., 2015; Machaca et al., 2017; Tapia, 2018 y Ojeda, 2021), estos valores de correlaciones fenotípicas permiten predecir cambios de una característica en el rebaño actual, cuando se selecciona animales por una u otra característica (Van Vleck et al., 1987; López et al., 2005). El valor absoluto de la correlación proporciona una indicación clara de si la relación entre variables es fuerte o débil, lo que simplifica la elección cuando las correlaciones son positivas y del mismo signo, o requiere una evaluación ponderada cuando son negativas y de signo opuesto.

El diámetro de las fibras emerge como la característica predominante en términos de calidad, especialmente en lo que respecta a su transformación en artesanías o su comercialización por empresas textiles locales o internacionales. En consecuencia, las fibras de menor diámetro se destinarán a la elaboración de prendas de mayor calidad y refinamiento.

Teniendo como reflexión lo citado por Renieri et al. (2009) “El Libro Genealógico es un potente instrumento de mejoramiento genético que presupone una raza (de cualquier tipo, primaria, secundaria, etc.) existente. El asunto de base está en que todos los animales criados en Perú pueden ser considerados como pertenecientes a una única raza sin considerar las diferencias existentes entre diversos ambientes, entre sistemas de crianza y entre direcciones selectivas. Es en conclusión un atajo que no puede llevar a ningún resultado”.

En las zonas alto andina del país, la crianza de la alpaca está orientada a la producción de fibra (Wuliji et al., 2000; Caballero y Flores, 2004), siendo el principal criterio de selección el peso de vellón, no considerándose otros parámetros como el diámetro medio de fibra que es la característica más importante en la clasificación de la fibra; el mismo que debería determinar el precio de la fibra en el mercado (Gonzales et al., 2008).

Por lo tanto, cualquier intervención en mejorar la productividad y mejorar la calidad de la fibra en sus diferentes características fenotípicas y por tanto de las características textiles y/o artesanales tendrá un efecto beneficioso en mejorar el precio y el bienestar del criador alto andino.



## 2.4. Objetivos

### 2.4.1. Objetivo general

Determinar las características de productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla, Puno.

### 2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características productivas: peso de vellón sucio, longitud de mecha, diámetro medio de fibra en alpacas hembras de la raza Suri blanco del Centro Experimental de Chuquibambilla, según edad.
- Determinar las características tecnológicas de: desviación estándar del diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort, finura al hilado, índice de curvatura de fibra de alpacas de la raza Suri blanco del Centro Experimental de Chuquibambilla, según edad.
- Estimar las correlaciones entre las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla, Puno.

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis general

Las características de productivas, tecnológicas y las correlaciones fenotípicas varían según efecto edad en alpacas de la raza Suri blanco.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

- Las características productivas: peso de vellón sucio, longitud de mecha, diámetro medio de fibra varían según edad en alpacas de la raza Suri blanco.
- Las características tecnológicas: desviación estándar del diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort, finura al hilado, índice de curvatura, varían según edad en alpacas de la raza Suri blanco.
- Las correlaciones de las características productivas y tecnológicas: de la fibra de alpacas Suri son altas.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

Las alpacas seleccionadas fueron procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, ubicada en la provincia de Melgar, distrito de Umachiri, entre las coordenadas  $14^{\circ} 47' 37''$  de latitud Sur y  $70^{\circ} 47' 50''$  de longitud Oeste a una altitud de 3 974 m; con una temperatura media anual de  $12,20^{\circ}\text{C}$  y una precipitación pluvial anual de 677,20 mm; la zona de estudio presenta dos estaciones bien marcadas, la estación seca o crítica entre mayo a setiembre) caracterizada por la ausencia de lluvias, ambiente seco, bajas temperaturas, cielo despejado y la estación de lluvias o no crítica entre octubre a abril, caracterizada por la presencia de precipitaciones pluviales, con temperaturas moderadas durante el día y la noche (SENAMHI, 2016).

El análisis de las muestras de fibras fue realizado en el laboratorio de fibras del Centro experimental Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

#### 3.2. Población

La población corresponde a las alpacas de la raza Suri hembras de diferentes edades del Centro Experimental Chuquibambilla.

#### 3.3. Muestra

De la población total se eligieron por muestreo aleatorio, 110 alpacas hembras de la raza Suri, de las cuales se obtuvo muestras de fibra considerando edad, tomando como referencia para el tamaño muestral de una población finita los estudios de (Braga et al., 2007).

### **3.4. Métodos de investigación**

El tipo de investigación según su estado corresponde al tipo explicativo observacional, la variable dependiente fue la calidad de fibra y la variable independiente fue la edad de las alpacas.

### **3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos**

#### **3.5.1. Muestreo de fibra**

Se tomaron las muestras de fibra en una cantidad aproximada de 10 g, depositadas en bolas de polietileno con los datos de identificación correspondientes. La toma de muestra se realizó en la zona del costillar medio “midside” que se encuentra localizada horizontalmente a la altura de la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral (Turner *et al.*, 1953), en alpacas la zona del “midside” resulta representativa para evaluación de la finura media (Aylan Parker y McGregor, 2002).

#### **Procedimiento:**

##### **Lavado y secado de la fibra**

Las fibras fueron lavadas en baño maría a una temperatura de 62° a 65°C y luego se secó en el mismo laboratorio durante un día, para ser analizarlas.

##### **Calibrado del equipo**

Primero se realizó el calibrado del equipo usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.

##### **Lectura de muestras**

Posteriormente, se procedió a preparar una muestra de fibra de alpaca, la cual se colocó en el soporte de muestra (una rejilla) que cuenta con un ventilador ubicado en la parte inferior. El propósito de este diseño es permitir al operador preparar las mechas de manera adecuada para su medición sin que la corriente de aire dificulte el proceso de preparación; se garantizó que la humedad estuviera ajustada a las condiciones ambientales en las que se llevó a cabo la tarea; para lograr esto, el equipo está equipado con un sensor de humedad y temperatura, el cual registró las condiciones durante la medición y ajustó cada una de las lecturas teniendo en cuenta los niveles de humedad y temperatura del entorno circundante.

### **3.5.2. Determinación del peso de vellón sucio**

El peso de vellón sucio (PVS), fue registrado inmediatamente después de la esquila, utilizando una balanza digital, de una sensibilidad de 3 g, los datos fueron registrados en una hoja de cálculo del Microsoft excel, considerando la edad de la alpaca.

### **3.5.3. Determinación de longitud de mecha**

En la determinación de la longitud de mecha se utilizó el método de la ASTM (ASTM, 1999), designación D 1234-85 (Cordero, 2011), para tal caso se utilizó una regla acanalada, colocándose la fibra bajo tensión definida, cuya base coincidió con la marca cero.

### **3.5.4. Determinación del diámetro medio de fibra**

El análisis del diámetro medio de fibra se realizó por el método OFDA 2000 (Optical Fiber Diameter Analysis), con la ejecución del programa de administración de datos IWG/Meswin/OFDA.exe.

#### **Procedimiento:**

Se procedió a preparar la rejilla que sostiene la muestra, y con precaución y lentitud, se añadieron las fibras sobre un equipo homogeneizador; este dispositivo, mediante un rotor que gira en ambas direcciones, se encarga de fijar las fibras y simultáneamente eliminar cualquier residuo de polvo; posteriormente, la muestra se introdujo en el equipo OFDA para llevar a cabo las mediciones. Este procedimiento se repitió para cada muestra, siguiendo la misma secuencia en cada caso.

### **3.5.5. Determinación de la desviación estándar del diámetro medio de fibra**

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

### **3.5.6. Determinación del coeficiente de variación del diámetro medio de fibra**

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde a la variación del diámetro en cada muestra de fibra de alpaca.

### 3.5.7. Determinación del índice de confort

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

### 3.5.8. Determinación de finura al hilado

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000, su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra. Se determinó utilizando la fórmula de finura al hilado (Butler y Dolling, 1995) y corresponde a effective fineness.

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

### 3.5.9. Determinación del índice de curvatura

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

### 3.5.10. De las correlaciones

Se determinaron las correlaciones de Pearson entre las características productivas y las características tecnológicas de la fibra de alpacas hembras de la raza Suri.

### 3.5.11. Análisis estadístico

La información obtenida fue expresada en medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (error estándar, desviación estándar y valores extremos).

### 3.5.12. Diseño experimental

Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar, siendo el modelo aditivo lineal el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + E_j + \xi_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Promedio general

$E_j$  = j-esima edad (1, 2, 3, 4 y 5 años).

$\xi_{ijk}$  = Error experimental.

Los promedios de las variables planteadas, fueron analizados usando el MIXED modelo procedente del SAS (Statistical analysis System) versión 9,0 (SAS 2008) y la comparación de medias se realizó a través de una prueba de significancia múltiple de Tukey, con un nivel de significación de ( $\alpha=0,05$ )

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

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}}{\sqrt{\left[ \sum x_i^2 - n \bar{x}^2 \right] \left[ \sum y_i^2 - n \bar{y}^2 \right]}}, \quad -1 \leq r_{xy} \leq +1$$

Donde:

$r_{xy}$  = Coeficiente de correlación de Pearson

$X_i$  = Variable independiente

$Y_i$  = Variable dependiente

$n$  = Tamaño de la muestra calculada

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

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri según edad, se muestran en los anexos cuyos principales parámetros estadísticos descriptivos se presentan en las tablas siguientes.

#### 4.1. Características productivas de la fibra

##### 4.1.1. Peso de vellón sucio

En la Tabla 1, se muestra el peso de vellón sucio de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 1

*Peso de vellón sucio (g) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Promedio $\pm$ DS	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	2159.09 $\pm$ 390.25 <sup>a</sup>	1550.00	3000.00
Dos	22	2184.09 $\pm$ 268.77 <sup>a</sup>	1750.00	2600.00
Tres	22	2211.36 $\pm$ 322.91 <sup>a</sup>	1650.00	2800.00
Cuatro	22	2056.82 $\pm$ 367.52 <sup>a</sup>	1500.00	2800.00
Cinco	22	1981.82 $\pm$ 525.24 <sup>a</sup>	1250.00	3200.00
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>2118.64 <math>\pm</math> 387.82</b>	<b>1250.00</b>	<b>3200.00</b>

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

El peso de vellón sucio (g) promedio de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla fue de  $2118.64 \pm 387.82$  g, al análisis estadístico no muestra diferencia entre edades ( $P > 0.05$ ).

Los resultados son superiores a los citados por Checmapocco et al. (2013) en alpacas de la raza Suri a la primera esquila de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, quienes reportan un peso de vellón de  $1,580 \pm 260$  g y similares a alpacas criadas en Nueva Zelanda citados por Wuliji et al. (2000) quienes cifran valores de 2200 g y en Australia McGregor y Butler (2004) reportan valores de 2000 a 3300 g; Quispe et al. (2009) y Gutiérrez et al. (2009) mencionan que las alpacas de comunidades campesinas peruanas tienen baja producción de fibra y de baja calidad, en puna seca es posible obtener una producción promedio bianual de 2300 g. Sin embargo, bajo una cría medianamente tecnificada y en puna húmeda es posible obtener una producción anual de entre 2100 a 2300 g similares al presente estudio.

Sobre el particular Bryant et al. (1989) refieren pesos de vellón promedio por año, inferiores al presente estudio en tres niveles tecnológicos, alto (1600 g), medio (1400g) y bajo (1200 g), por lo que en general se puede afirmar que la producción de fibra expresada en peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento, está influenciada por los factores como raza, sexo, localización e inclusive por la edad de los animales.

Quispe et al (2009) estableció un peso de vellón sucio en alpacas procedentes de centros de producción de la región de Huancavelica superior al presente estudio de  $2300 \pm 39$  g, la media general resulta ser mayor a los valores reportados por Jáuregui y Bonilla (1991), Castellaro et al. (1998), Wuliji et al. (2000), León-Velarde y Guerrero (2001); similares a los encontrados por Condorena (1985), Bryant et al. (1989), Nieto y Alejos (1999) y De Los Ríos (2006), aunque resulta ser menor a lo reportado por Ponzoni (1999), Ponzoni (2000), McGregor (2002) y McGregor (2006), pudiendo deberse estas diferencias a que dichos animales estuvieron bajo condiciones de una mejor alimentación la cual tiene efecto positivo en la producción de la fibra tal como refiere Bryant et al. (1989), contrario a una nutrición inadecuada lo cual disminuye el crecimiento de la fibra, tal como es mencionado por McGregor (2002).



En alpacas Huacaya hembra del CIDCS-Lachocc en Huancavelica Tiella et al. (2015) reporta valores inferiores de peso de vellón, citando 1940 g. Así mismo, Quispe et al. (2009) refiere de modo general que los animales jóvenes producen vellones menos pesados que los adultos, en trabajos realizados en Perú muestran que a la primera esquila (aproximadamente con 10 meses de edad) el vellón de la alpaca pesa 1150 g y aumenta a medida que se incrementa la edad del animal, registrándose valores de 1610 g a los dos años, 1870 tres años y 2000 g a los cuatro años de edad, posteriormente, los incrementos son mínimos: 2110 y 2170 g en alpacas de 5 y 6 años de edad, respectivamente, pero decrece a 2000 g a los 7 y 8 años de edad tal como refiere Bustinza (2001).

#### 4.1.2. Longitud de mecha

En la Tabla 2 se muestra la longitud de mecha de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 2

*Longitud de mecha (mm) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Promedio $\pm$ DS	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	91.14 $\pm$ 15.03 <sup>a</sup>	70.00	120.00
Dos	22	94.09 $\pm$ 12.88 <sup>a</sup>	65.00	115.00
Tres	22	90.68 $\pm$ 14.00 <sup>a</sup>	65.00	115.00
Cuatro	22	87.95 $\pm$ 20.68 <sup>ba</sup>	45.00	125.00
Cinco	22	76.14 $\pm$ 11.44 <sup>b</sup>	45.00	100.00
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>88.00 <math>\pm</math> 16.13</b>	<b>45.00</b>	<b>120.00</b>

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

La longitud de mecha de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de  $88.00 \pm 16.13$  mm y fueron mayores en alpacas de uno

hasta cuatro años, siendo menor a los cinco años con diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ).

En alpacas de la raza Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla Hanco (2020) reportó valores superiores de longitud de mecha (118.70 a 152.60 mm) a los resultados del presente trabajo.

Los resultados que se muestran en la tabla 2, son inferiores a los reportados por McGregor et al. (2011) quienes en la región de Huancavelica en alpacas Huacaya hembras adultas determinaron una longitud de mecha de 91 mm, menor a la raza Suri tal como refiere Quispe et al. (2014), el patrón general fue una disminución marcada dorso-ventral en la longitud de fibra y una disminución en el cuello; en forma similar a los reportes de Wuliji et al. (2000) en alpacas criadas en las islas del sur de Nueva Zelanda considerando edad, los promedios de la longitud de mecha fue de 99 mm en dos, 122 mm en tres y 126 mm y cuatro años de edad.

Así mismo, son superiores a los determinados en alpacas Huacaya blancas de uno a siete años de edad por Cordero et al. (2011), quienes reportan  $4,15 \pm 1,33$  pulgadas ( $10,54 \pm 3,38$  cm) de longitud de mecha, superiores al presente estudio.

La longitud de mecha del estudio se encuentra dentro de los valores citados por Solano y Raggi (2019) quienes en alpacas adultas (mayores de tres años), Juveniles (1 a 3 años) y Tuis (menores de un año) citan valores de  $101,30 \pm 33,0$  mm;  $83,30 \pm 2,5$  mm; y  $39,90 \pm 9,2$  mm, respectivamente con diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ).

La longitud de mecha fue inferior a los citados por Vaca-Cárdenas et al. (2000) quienes, en fibra fina como la gruesa, cifran una media de 12,50 y 13,52 cm, respectivamente presentando diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), como también a los citados por Montesinos (2000) al evaluar la fibra Huacaya encontró un promedio de 13,32 cm, así como a lo reportado por Gamarra (2006) quien afirma que la longitud de fibra en alpacas Huacaya tiene una media de  $12,77 \pm 1,37$  cm., considerando que la tasa de crecimiento es mayor en un 2% en alpacas de la raza Suri.

Así mismo, Calsin (2017) reportó variaciones en la longitud de mecha, citando mayores longitudes de fibra en época de lluvia ( $4,27 \pm 0,22$  cm), intermedio lluvia seco ( $4,13 \pm 0,18$  cm) y las menores longitudes de fibra a las épocas de seco

( $3,66 \pm 0,25$  cm) e intermedio seco lluvia ( $3,71 \pm 0,12$  cm), al análisis estadístico existe diferencia en el parámetro evaluado ( $P \leq 0,05$ ), por lo tanto, se muestra el efecto de las épocas del año en el crecimiento de la fibra en alpacas Suri; Trejo et al. (1988) al comparar el ritmo y velocidad de crecimiento de la fibra durante el año en alpacas hembras Huacaya a los 106 días el crecimiento fue de 4,63 cm, a los 259 fue de 9,17 cm y a los 370 días fue de 9,93 cm; el mayor ritmo y velocidad de crecimiento ocurre a los 106 días después de la esquila, y disminuye la intensidad a los 259 y 370 días, resultados similares al presente estudio, cuyas épocas coinciden con el 66 periodo de intermedio seco-lluvia y lluvia. Los resultados obtenidos también concuerdan con los informados por Newman y Paterson (1994), quienes llevaron a cabo un estudio para evaluar el impacto de la nutrición y la estación en la producción de fibras en alpacas jóvenes en Nueva Zelanda; en su investigación, observaron una correlación positiva entre la cantidad de alimento consumido y la velocidad de crecimiento de las fibras; esta relación es particularmente evidente durante la temporada de lluvias, cuando se registra una mayor disponibilidad de alimentos.

Respecto a la tasa de crecimiento de la fibra de alpacas de la raza Suri, en el primer y segundo año de vida, muestran que los resultados son similares a los reportados por Quispe et al. (2014) quienes llevaron a cabo una investigación en la cual examinaron el aumento mensual de la longitud de la fibra en alpacas de dos genotipos (Suri y Huacaya) en los Andes Altos de Perú. En su estudio, encontraron que el genotipo Suri presentaba un aumento del 20 % en la longitud de la fibra a lo largo del año, en comparación con el genotipo Huacaya. El crecimiento mensual de la longitud de la fibra en el genotipo Suri fue de 1,34 cm, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

#### **4.1.3. Diámetro medio de fibra**

En la Tabla 3, se muestra el diámetro medio de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 3

*Diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Promedio $\pm$ EE	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	17.36 $\pm$ 0.31 <sup>c</sup>	14.50	20.40
Dos	22	18.07 $\pm$ 0.27 <sup>c</sup>	15.30	20.40
Tres	22	20.90 $\pm$ 0.53 <sup>b</sup>	16.60	24.80
Cuatro	22	22.85 $\pm$ 0.63 <sup>a</sup>	18.60	30.40
Cinco	22	23.85 $\pm$ 0.61 <sup>a</sup>	19.30	29.30
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>20.61 <math>\pm</math> 0.33</b>	<b>14.50</b>	<b>30.40</b>

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

El diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chquibambilla fue de  $20.61 \pm 0.33 \mu\text{m}$ , al análisis estadístico con diferencia entre edades ( $P \leq 0.05$ ); por lo que las alpacas hembras jóvenes presentan mayor finura que las adultas, considerando que el DMF se incrementa con la edad.

Los resultados fueron inferiores a los reportados por García (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, siendo el DMF de  $24,70 \pm 2,95 \mu\text{m}$ , los valores aumentaron con la edad de alpaca de  $19,80 \pm 1,62 \mu\text{m}$  al primer año hasta  $27,57 \pm 4,00 \mu\text{m}$  al noveno año; sin embargo, la variación por edad fue similar. Así mismo, Hanco (2020) en alpacas Suri reportó valores superiores del diámetro medio de fibra de alpacas hembras de un año ( $19.55 \mu\text{m}$ ) dos años ( $21.87 \mu\text{m}$ ) y tres años de edad ( $23,85 \mu\text{m}$ ).

Así mismo, resultados similares fueron citados por Diaz (2014) el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, reportando un diámetro medio de fibra de alpacas Suri de  $20.72 \pm 1.78 \mu\text{m}$ , así como fueron menores a los citados por Calsin (2017) quien en alpacas Suri estableció un promedio de  $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$ , en alpacas procedentes del CE

La Raya ( $21,60 \pm 2,07 \mu\text{m}$ ) y en alpacas del CE Chuquibambilla ( $22,52 \pm 2,15 \mu\text{m}$ ), con diferencia estadística en el parámetro evaluado ( $P \leq 0,05$ ).

El promedio es inferior al diámetro medio de fibra de alpacas Suri ( $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$ ) de dos años procedentes del Centro Experimental La Raya evaluadas por el método Neozelandés de micro proyección tipo leads reportado por Velarde *et al.* (2011) y a los resultados obtenidos de la calidad de la fibra de alpacas Huacaya de ocho comunidades alpaqueras de la región de Huancavelica reportada por Montes *et al.* (2008) con un diámetro medio de fibra de  $22,70 \pm 0,02 \mu\text{m}$ ; así mismo a los citados por Crossley *et al.* (2014) en zonas de condiciones ambientales similares en Chile en alpacas Huacaya procedentes de productores, cuyo diámetro medio de fibra fue de  $22,69 \pm 3,76 \mu\text{m}$ , con valores extremos entre 17,60 y 35,10  $\mu\text{m}$ . En alpacas Huacaya hembra del CIDCS-Lachocc en Huancavelica Ticlla *et al.* (2015) reporta un DMF de  $19,77 \pm 2,09 \mu\text{m}$

Así mismo, son inferiores a los reportados por McGregor *et al.* (2012) en la región de Huancavelica en alpacas hembras adultas, con un diámetro medio de fibra de 26,30  $\mu\text{m}$  con variación entre 24 sitios de muestreo de 20,20 a 50,60  $\mu\text{m}$  y en el sitio principal de vellón fueron de 24,8  $\mu\text{m}$  a 31,7  $\mu\text{m}$ ; como también inferiores a los reportes de Cordero *et al.* (2011) quienes cifran un diámetro medio de fibra de  $23,42 \pm 4,14 \mu\text{m}$  en alpacas Huacaya blancas de uno a siete años de edad del Centro Experimental Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Los promedios del estudio son inferiores a muestras de fibra de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, reportados por Lupton (2006), cifrando diámetros de fibra en machos de  $27,85 \pm 5,35 \mu\text{m}$ ; por otra parte McGregor (2006) en alpacas criadas en Australia encontró que el 10 % de alpacas Huacaya presentan una diámetro medio de fibra de 24,00  $\mu\text{m}$  y más del 50 % tienen diámetros de 29,90  $\mu\text{m}$ ; sobre el particular Wang *et al.* (2005) en muestras de fibras de alpacas peruanas y australianas en una amplia gama de lotes que incluyen diferentes colores determinó que los dos tipos de fibras tienen un diámetro medio de fibra similar (Huacaya 26,07  $\mu\text{m}$  y Suri 26,10  $\mu\text{m}$ ), pero superiores a los resultados del presente estudio. Por otro lado, Ponzoni *et al.* (1999) al examinar un programa de mejora genética para alpacas en Australia, encontraron un promedio de diámetro medio de fibra de 25,7  $\mu\text{m}$ , con valores extremos que oscilaban entre 23,4  $\mu\text{m}$  y 27,3  $\mu\text{m}$ . Por su parte, Wang *et al.* (2003)

informan de medias de diámetro similares a las que los autores anteriores hallaron, lo que implica que son mayores que los resultados obtenidos en este estudio; estas diferencias pueden deberse posiblemente a las mejores condiciones de alimentación a las que fueron sometidas las alpacas exportadas en esos casos.

Los resultados del estudio son superiores a los reportado por Ormachea et al. (2015) en fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani, con promedio de  $19,6 \pm 2,09 \mu\text{m}$ ;  $21,07 \pm 2,56 \mu\text{m}$  y  $22,28 \pm 2,45 \mu\text{m}$  en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente; considerando que la edad es un factor que influye en el incremento del diámetro y por tanto el número de esquilas, Olarte *et al.* (2013) en alpacas Huacaya de dos años de edad cifra en puna húmeda ( $20,11 \pm 1,77 \mu\text{m}$ ) y puna seca ( $20,77 \pm 2,42 \mu\text{m}$ ).

En general los resultados del estudio se encuentran dentro de los parámetros de investigaciones realizados en alpacas del sur de Perú por Apomayta y Gutiérrez (1998), González et al. (2008) en Puno, inferiores a los reportados en Cusco por Franco et al. (2009) refieren diámetros de  $23,97 \mu\text{m}$  a  $25,75 \mu\text{m}$ , en Arequipa por Renieri et al. (2007; Gutiérrez et al. (2009); Morante et al. (2009); Cervantes et al. (2010), en Huancavelica por Oria et al. (2009); Quispe et al. (2009); Quispe (2010) quienes refieren medias de diámetro de medio de fibra desde  $21 \mu\text{m}$  hasta  $24 \mu\text{m}$  y superiores a los reportados por Vásquez *et al.* (2015) en muestras de vellón de alpacas Huacaya de Apurímac quienes cifran en machos un diámetro de  $19,60 \pm 0,20 \mu\text{m}$ .

Por consiguiente, las diferencias encontradas se deben a que en la región alto andina donde se encuentra la población total de alpacas tiene variaciones en su topografía como son las elevaciones, quebradas, planicies, además de una orientación de sur a norte de este a oeste, estas variaciones hacen las diferencias en sus diferentes componentes de climatología, edafología, hidrología, florística y entre otros, tal como menciona Calsin (2017).

## 4.2. Características tecnológicas

### 4.2.1. Desviación estándar del diámetro medio de fibra

En la Tabla 4 se muestra la desviación estándar del diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 4

*Desviación estándar del diámetro medio de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Promedio $\pm$ EE	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	4.12 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>	3.50	4.80
Dos	22	4.10 $\pm$ 0.27 <sup>c</sup>	3.50	5.10
Tres	22	4.85 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>	3.70	6.50
Cuatro	22	5.10 $\pm$ 0.15 <sup>ba</sup>	4.20	6.90
Cinco	22	5.51 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	4.10	7.00
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>4.74 <math>\pm</math> 0.08</b>	<b>3.50</b>	<b>7.00</b>

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

La desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de  $4.74 \pm 0.08 \mu\text{m}$ , con diferencia estadística entre edades ( $P \leq 0.05$ ).

Resultados similares fueron reportados por Castillo y Zacarias (2014) para edad, los animales de dos dientes presentan menor desviación estándar en comparación con animales cuatro dientes y boca llena, de igual forma para el lugar de obtención de la muestra existen diferencias significativas presentado mínimas desviaciones para el manto central en comparación con otros puntos muestreo de fibra. En alpacas Huacaya hembra del CIDCS-Lachocc en Huancavelica Ticlla et al. (2015) reporta una desviación estándar de  $4.12 \mu\text{m}$ .

Los resultados que se muestran en la tabla 4, fueron inferiores a los citados por Pinares (2017) quien cifra una desviación estándar de  $5.42 \mu\text{m}$ , superior a  $3.58 \mu\text{m}$  hallado por González et al. (2008) en alpacas del fundo experimental de Pacamarca, sin considerar edad, sexo, raza o color de los animales.

Los resultados que se muestran en la tabla 4, fueron superiores a los citados por Sánchez (2012), en estudios sobre vicuñas, reporta una desviación estándar en diferentes edades entre crías  $2,8 \mu\text{m}$ , juveniles  $2,9 \mu\text{m}$  y adultos  $2,7 \mu\text{m}$ .

#### 4.2.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

En la Tabla 5 se muestra el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 5

*Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	23.70 <sup>a</sup>	21.30	26.00
Dos	22	22.72 <sup>a</sup>	18.30	26.40
Tres	22	23.21 <sup>a</sup>	18.50	26.70
Cuatro	22	22.46 <sup>a</sup>	18.50	26.40
Cinco	22	23.20 <sup>a</sup>	18.00	29.30
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>23.06</b>	<b>18.00</b>	<b>29.30</b>

El coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de 23.06%, sin diferencia estadística entre edades ( $P > 0.05$ ).

Resultados que se muestran en la tabla 5, fueron inferiores a los citados por García (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental (CE) de Chuquibambilla, siendo el CVDMF de  $21,46 \pm 1,80$  %; así mismo, Hanco (2020) en alpacas Suri del CE Chuquibambilla reporta valores superiores de coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra en alpacas de uno (31.00%), dos años (32,24%), cuatro (29.37%) y tres años de edad (30,83%); Checmapocco et al. (2013) en alpacas Suri a la primera esquila de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, reportan un coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra de 26.52%.

Así mismo, Hack et al. (1999) reporta CVDMF de 24.40 %, Aylan-Parker y McGregor (2002) 27.00 %, McGregor (2002) 23.30 %, McGregor (2006) 23.60 %, González et al. (2008) 18.38 %, Lupton (2006) 23.48 %, Morante et al. (2009)



23.12 %, Quispe et al. (2009) 22.82 % y Quispe (2010) 21.4 % resultados similares al presente estudio; los cuales, si bien resultan un tanto elevados, muestran una alta variabilidad de la fibra en las alpacas, con fines de mejora genética es conveniente seleccionar animales con menor coeficiente de variación del diámetro de fibra por lo tanto animales más uniformes en diámetro en el vellón. En alpacas Huacaya hembra del CIDCS-Lachoc en Huancavelica Ticlla et al. (2015) reporta un coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de 20.82%. Asimismo, casi todos los resultados del presente estudio 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).

#### 4.2.3. Factor de confort

En la Tabla 6 se muestra el factor de confort de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 6

*Factor de confort de fibra (%) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	99.27 <sup>a</sup>	96.80	100.00
Dos	22	99.04 <sup>a</sup>	94.70	100.00
Tres	22	94.64 <sup>ba</sup>	81.70	100.00
Cuatro	22	90.29 <sup>bc</sup>	67.00	98.80
Cinco	22	87.83 <sup>c</sup>	64.10	98.90
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>94.27</b>	<b>64.10</b>	<b>100.00</b>

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

El factor de confort (%) de la fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de 94.27%, con diferencia estadística entre

edades ( $P \leq 0.05$ ). Resultados inferiores fueron citados por García (2019) quien analizo muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, siendo el factor de confort general de  $82,53 \pm 12,67 \%$ , los valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de  $95,88 \pm 3,23$  al primer año hasta  $71,30 \pm 22,11$  al noveno año ( $P \leq 0.05$ ).

El factor de confort fue ligeramente inferior a alpacas Suri procedentes del sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, reportado por Diaz (2014) siendo el factor de confort de fibra de alpacas de 95.58%; resultados inferiores fueron citados por Calsin (2017) en fibra de alpacas Suri de 92,01 %, en alpacas del CE La Raya fue de 92.30% y en el CE Chuquibambilla de 91.71%; Checmapocco et al. (2013), en alpacas Suri a la primera esquila de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, reporta un factor de confort de 95.87%.

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

Así como, son similares a estudios realizados por Vásquez *et al.* (2015) en puna seca, que reportan un factor de confort (IC) de 96,80 % y 95,50 % en machos y hembras, respectivamente ( $P \leq 0,05$ ); en alpacas Huacaya procedentes de la región de Huancavelica citado por Soles (2015) cifra un FC de 93,63 % superiores a los resultados del presente estudio e inferiores a los reportes de Ormachea *et al.* (2015) quienes evaluaron el factor de confort de alpacas en las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani (Carabaya) siendo de 95,59 % y considerando la edad fueron de 97,50 %, 95,85 % y 93,43 % en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ( $P \leq 0,05$ ); como también son inferiores a los mencionados por Checmapocco et al. (2013) en alpacas Suri a la primera esquila reportando un factor de confort de 95,87 % y siendo de 96,01 % y 95,74 % en hembras y machos, respectivamente.

El factor de confort de la fibra de alpacas Suri del estudio son superiores a los reportados por McGregor y Butler (2004) en alpacas criadas en Australia, quienes cifran un valor de 55,58 %. Ponzoni et al. (1999) en alpacas al sur de Australia, muestran un índice de confort de 75,49 %; mientras que Lupton et al. (2006) en alpacas Huacaya criadas en EEUU encontró un factor de confort de 68,39 %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente; en todos los casos son inferiores al presente estudio, debido probablemente al factor medioambiental y la mejor disponibilidad de la alimentación y por lo tanto al engrosamiento de la fibra tal como reporta Russel y Redden (1997).

Se concluye que el factor de confort del estudio no estaría dentro de los requerimientos de la industria textil, la cual considera que si más del 5 % de fibras son mayores a 30  $\mu\text{m}$ , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel tal como reportan Mueller (2007); McLennan y Lewer (2005) y McColl (2004); por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un factor de confort igual o mayor a 95 %, tales como refieren Cottle (2010); Baxter y Wood (2003) y Bardsley (1994).

La razón para que el factor de confort del estudio no estaría dentro de los requerimientos de la industria textil es que, en un tejido plano usado comúnmente en chompas o suéteres, el diámetro crítico que conlleva a la picazón es aproximadamente de 30 a 32  $\mu\text{m}$ , aunque varía considerablemente entre personas, temperatura y limpieza de la piel. En prendas normales confeccionadas con lana que exhiben una media de 21  $\mu\text{m}$  tienen un número pequeño de fibras con diámetros mayores a 30  $\mu\text{m}$ , lo que le da confortabilidad a la prenda tal como reporta Naylor y Stanton (1997) así como los atributos de fibra que afectan a la comodidad en un tejido de mezcla de lana / cashmere superfino son el diámetro medio de fibra y la frecuencia de la fibra medulada tal como mencionan Naebe & McGregor (2013), dado que la médula determina el tipo de fibra y está asociado con el diámetro de la fibra, se puede suponer que podría ser un buen indicador o determinante de la comodidad de la tela.

#### 4.2.4. Finura al hilado

En la Tabla 7 se muestra la finura al hilado de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 7

*Finura al hilado de fibra ( $\mu\text{m}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Promedio $\pm$ EE	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	17.33 $\pm$ 0.32 <sup>c</sup>	14.50	20.30
Dos	22	17.89 $\pm$ 0.86 <sup>c</sup>	15.30	20.60
Tres	22	20.77 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup>	16.30	25.30
Cuatro	22	22.53 $\pm$ 0.60 <sup>ba</sup>	18.40	30.00
Cinco	22	23.68 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	19.00	28.70
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>20.46 <math>\pm</math> 0.37</b>	<b>14.50</b>	<b>30.00</b>

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

La finura al hilado de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de  $20.46 \pm 0.37 \mu\text{m}$ , con diferencia estadística entre edades ( $P \leq 0.05$ ).

Resultados superiores fueron citados por García (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquibambilla, siendo la FH de  $24,21 \pm 2,97 \mu\text{m}$ , los valores incrementaron conforme a la edad de las alpacas en el primer año fue  $20,16 \pm 1,72 \mu\text{m}$  hasta  $26,76 \pm 3,90$  el noveno año ( $P \leq 0.05$ ).

La finura al hilado fue similar a alpacas Suri del sector Chocomaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, la finura al hilado de fibra de alpacas Suri reportado por Díaz (2014) de  $20.38 \pm 1.84 \mu\text{m}$ , así como a los reportes de Quispe (2010) quien en alpacas Huacaya blanco reporta finura al hilado de  $20,90 \mu\text{m}$  observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad sobre dicha característica.

Resultados superiores fueron citados por Calsin (2017) en fibra de alpacas Suri, el promedio general fue de  $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$ , presentan menor finura al hilado la fibra de alpacas del CE La Raya ( $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$ ) que alpacas del CE Chuquibambilla ( $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$ ); al análisis estadístico con diferencia en el parámetro evaluado ( $P \leq 0,05$ ).

Así mismo, son superiores a los resultados reportados por Vásquez *et al.* (2015) en estudios realizados en la región de Apurímac establecieron una finura al hilado de  $19,40 \pm 0,20 \mu\text{m}$  con diferencia entre sexos y entre los grupos etarios ( $P \leq 0,05$ ); como también a alpacas Huacaya de Huancavelica reportado por Soles (2015) quien refiere una finura al hilado de  $20,20 \mu\text{m}$ .

La finura al hilado es una característica fuertemente heredable tal como manifiesta Butler y Dolling (1995). Así mismo, Manso (2011) determina que la finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo o tops con diferentes diámetros medio de fibra y coeficiente de variación del diámetro medio de fibra.

#### 4.2.5. Índice de curvatura

En la Tabla 8 se muestra el índice de curvatura de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla.

Tabla 8

*Índice de curvatura de fibra ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla*

Edad (años)	n	Promedio $\pm$ EE	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Uno	22	$19.85 \pm 0.58^a$	15.10	26.10
Dos	22	$14.92 \pm 0.82^b$	11.90	21.10
Tres	22	$14.69 \pm 0.82^b$	11.90	21.10
Cuatro	22	$13.18 \pm 0.41^b$	10.30	18.00
Cinco	22	$13.51 \pm 0.49^b$	9.90	18.10
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b><math>15.24 \pm 0.37</math></b>	<b>9.90</b>	<b>26.10</b>

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

El índice de curvatura de la fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de  $15.24 \pm 0.37$  °/mm, con diferencia estadística entre edades ( $P \leq 0.05$ ).

Los resultados son ligeramente superiores a alpacas Suri del sector Chococaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, el índice de curvatura de fibra de alpacas Suri reportado por Diaz (2014) fue de  $18.14 \pm 2.60$  °/mm; así mismo resultados superiores fueron citados por Calsin (2017) en fibra de alpacas Suri siendo el promedio general de  $17,10 \pm 4,33$  °/mm, presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CE Chuquibambilla ( $15,88 \pm 4,21$  °/mm) que alpacas del CIP La Raya ( $18,32 \pm 4,14$  °/mm); al análisis estadístico existe diferencia en el parámetro evaluado ( $P \leq 0,05$ ), mostrando el efecto de la condición ecológica en el índice de curvatura en alpacas Suri.

Resultados superiores fueron citados por García (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri machos procedentes del CE de Chuquibambilla, siendo el índice de curvatura de  $21,46$  °/mm, de forma similar Hancco (2020) en alpacas Suri del CE Chuquibambilla reportó valores del índice de curvatura de la fibra de alpacas de un año ( $19,10$  °/mm) dos años ( $20,57$  °/mm), cuatro años ( $17,23$  °/mm) y tres años de edad ( $17,34$  °/mm).

Valores similares fueron reportados por Iñiguez *et al.* (2013) quienes refieren que la localización geográfica influye significativamente en el índice de curvatura; los resultados también son similares a los reportados por Holt (2006) quien afirma que la fibra de alpaca Suri ( $15$  °/mm a  $35$  °/mm) tiene menor curvatura que la Huacaya ( $25$  °/mm a  $60$  °/mm); por lo que el promedio del estudio está dentro de los reportes del índice de curvatura de alpacas Suri y son algunos inconvenientes para el proceso del hilado.

El promedio general fue inferior a los reportados por Wang *et al.* (2005) reportando un índice de curvatura en alpacas Suri de  $26,31$  °/mm e inferiores a los estudios de Manso (2011) menciona un índice de curvatura de  $36,6$  °/mm, siendo el valor máximo de  $41,84$  °/mm y un mínimo de  $24,3$  °/mm; en alpacas Huacaya Quispe (2009) reporta índices de curvatura de  $38,8$  °/mm, y en el intervalo  $47,66 - 54,01$  °/mm reportados por Quispe (2010).

Así mismo, son inferiores a los encontrados en alpacas de color reportados por Oria (2008), las alpacas de color más oscuro poseen un índice de curvatura más bajo 31 °/mm como alpacas color café oscuro y descendiendo hasta los 24,00 °/mm en las alpacas color negro y en alpacas color blanco en índice de curvatura fue 40 °/mm comportamiento que también puede ser explicado por la relación inversamente proporcional existente entre diámetro e índice de curvatura, en estudios del efecto de la edad, se obtienen valores entre constantes o ligeramente crecientes hasta los cuatro dientes, disminuyendo desde esa edad hasta boca llena desde los 38,00 °/mm hasta los 34,00 °/mm.

Los resultados obtenidos sobre esta característica aún son discutibles Quispe (2009) indica que con la edad aumenta el índice de curvatura, contrariamente a lo reportado por McGregor (2006) quien establece que este parámetro no varía con la edad, Mamani (2010) encuentra un menor índice de curvatura conforme aumenta la edad, debido a que el diámetro se incrementa con la edad.

Los resultados son inferiores a los reportados por McGregor et al. (2011) en muestras de fibra de alpacas hembras adultas, los valores medios para el costillar medio fueron de 34,90 °/mm; los atributos de vellón variaron significativamente entre todos los componentes de vellón y entre los sitios de vellón, el patrón general fue una disminución dorso-ventral, esto sugiere que la variación de índice de curvatura se puede utilizar para la selección de componentes de vellón con diámetro medio de fibra diferente, pero la pendiente de la regresión (índice de curvatura disminuyó 1,0 °/mm por cada 1  $\mu$ m de aumento en diámetro medio de fibra en el rango de 11 a 70  $\mu$ m)

El índice de curvatura en alpacas ha sido estudiado en Perú por Siguyayo y Aliaga (2010), quienes encuentran valores superiores al presente estudio y entre 47,66 y 54,01 °/mm en alpacas, mientras que Quispe (2010) refiere una media de 38,8 °/mm, en alpacas Huacaya de Huancavelica Soles (2015) reporta 34,85 °/mm. Sobre el particular, el índice de curvatura está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir los resultados de Liu *et al.* (2004), Wang *et al.* (2004), Lupton *et al.* (2006), McGregor (2006) quienes encontraron valores de 27,80 °/mm a 32,50 °/mm, mientras que la lana de ovino tiene mayor índice de curvatura que la fibra de alpaca tal como



refieren Liu et al. (2004); Wang *et al.* (2004), pero menor que la de vicuña tal como menciona Quispe *et al.* (2010).

Los resultados son inferiores a estudios realizados por Vásquez *et al.* (2015) en puna seca reportando un índice de curvatura de  $37,00 \pm 0,30$  °/mm similar entre sexos, pero diferente entre edades; en vellones de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades Lupton *et al.* (2006) reporta índice de curvatura de  $33,16 \pm 7,00$  °/mm, los mismos que son superiores al presente estudio.

Los reportes de Wang et al. (2005) señalan para valores de diámetro de 15 a 40  $\mu\text{m}$ , los rangos de índice de curvatura son de 50 °/mm a 15 °/mm en fibra de alpaca, al igual que la lana; la curvatura de la fibra de alpaca disminuye a medida que aumenta el diámetro de la fibra tal como refiere Wang et al. (2004); el promedio de índice de curvatura para alpacas de color fue de 35,71 °/mm, en alpacas Huacaya de 35,52 °/mm y Suri de 26,31 °/mm, superiores al presente estudio.

El IC de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras de lana; esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir; los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles tal como reporta Fish et al. (1999).

Sobre el particular el índice de curvatura tiene una relación inversa con el diámetro medio de fibra tal como menciona Safley (2005) quien estableció una fuerte relación entre el diámetro medio de fibra y el índice de curvatura de la fibra, evidenciando que las fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro y la correlación entre el diámetro de fibra e índice de curvatura fue de - 0,72.

Holt (2006) reportó coeficientes de correlación entre el índice de curvatura (°/mm) y el diámetro de fibra (expresado en  $\mu\text{m}$ ) de 0,64 y 0,79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, y entre frecuencia de rizo y diámetro de 0,44, demostrando la ventaja que tiene el índice de curvatura frente a la frecuencia de rizos, cuando se quiere evaluar el diámetro de la fibra.

Existen relaciones directas entre el IC de la fibra con la frecuencia de rizos en la mecha y con la resistencia a la compresión (los coeficientes de correlación varían entre 0,80 y 0,90). También existe una fuerte relación entre la media del diámetro



de fibra y la curvatura de la fibra, donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro tal como refiere Fish et al. (1999).

### 4.3. Correlaciones fenotípicas

En la Tabla 9, se muestra las correlaciones fenotípicas de las características textiles de la fibra de alpacas

Tabla 9

*Correlaciones fenotípicas de las características productivas y tecnológicas de fibra de alpacas hembras de la raza Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla.*

Característica	LDM	DMF	DSDMF	CVDMF	FC	IC	FH
<b>PV</b>	0.04928	-0.18294	-0.22217	-0.09573	0.18524	0.12288	-0.19643
Sig.	0.6092	0.0558	0.0197	0.3198	0.0527	0.2009	0.0397
<b>LDM</b>	1.00000	-0.22379	-0.15185	0.09629	0.19154	0.07588	-0.21627
Sig.		0.0188	0.1133	0.3170	0.0450	0.4308	0.0233
<b>DMF</b>		1.00000	0.84115	-0.22492	-0.91275	-0.70782	0.99332
Sig.			<.0001	0.0182	<.0001	<.0001	<.0001
<b>DSDMF</b>			1.00000	0.33096	-0.85021	-0.55059	0.89749
Sig.				0.0004	<.0001	<.0001	<.0001
<b>CVDMF</b>				1.00000	0.05921	0.25374	-0.11227
Sig.					0.5390	0.0075	0.2429
<b>FC</b>					1.00000	0.57005	-0.92325
Sig.						<.0001	<.0001
<b>IC</b>							-0.69369
Sig.							<.0001

DMF: Diámetro medio de fibra, DSDMF: Desviación estándar del diámetro medio de fibra, CVDMF: Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, FC: Factor de confort, IC: Índice de curvatura, FH: Finura al hilado, PV: Peso de vellón, LDM: Longitud de mecha.

Los resultados de los coeficientes de correlación entre DMF y DSDMF fue positivo muy alto de  $r= 0.84115$ , entre DMF y FC fue negativo muy alto de  $r= -0.91275$ ; entre DMF y FH fue positivo muy alto de  $r= 0.99332$ ; DMF e IC fue negativo alto de  $r= -0.70782$ ;

DSDMF y FC fue negativo muy alto de  $r = -0.85021$ ; DSDMF y FH fue positivo muy alto de  $r = 0.89749$ ; FC y FH fue negativo muy alto  $r = -0.92325$ ; FH e IC fue negativo alto de  $r = -0.69369$ ; el resto fueron positivos o negativos bajos.

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-CVDMF, DMF-LDM, DMF-PV, DSDMF-LDM, DSDMF-PV, CVDMF-FC, CVDMF-FH, CVDMF-LDM, CVDMF-IC, CVDMF-PV, FC-LDM, FC-PV, FH-LDM, FH-PV, LDM-IC, LDM-PV y IC-PV que evidencian que entre las características consideradas no existe una relación lineal, con un elevado nivel de probabilidad.

Resultados similares fueron citados por Ticlla et al. (2004) en alpacas hembras para las características textiles de MDF y SD ( $r = 0.81$ ), MDF y CV ( $r = -0.06$ ), MDF y IC ( $r = -0.90$ ), MDF y ICF ( $r = -0.62$ ), MDF y FH ( $r = 0.99$ ), MDF y Pve ( $r = 0.25$ ), SD y CV ( $r = 0.53$ ), SD y IC ( $r = -0.90$ ), SD y ICF ( $r = -0.55$ ), SD y FH ( $r = 0.88$ ), SD y Pve ( $r = 0.26$ ), CV y IC ( $r = -0.22$ ), CV y ICF ( $r = -0.05$ ), CV y FH ( $r = 0.06$ ), CV y Pve ( $r = 0.10$ ), IC y ICF ( $r = 0.55$ ), IC y FH ( $r = -0.93$ ), IC y Pve ( $r = -0.20$ ), IFC y FH ( $r = 0.62$ ), IFC y Pve ( $r = 0.18$ ), FH y Pve ( $r = 0.26$ ).

Resultados similares fueron citados por García (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, la correlación del DMF entre el FC fue de  $-0.90530$ ; DMF entre FH fue de  $0.96750$  y finalmente el MDF e IC fue de  $-0.34502$ .

Condori et al., (2013) reporta que una correlación positiva de  $r = 0.55$  entre el diámetro de fibra y peso de vellón, lo cual nos indica que a mayor diámetro de fibra existe un mayor peso de vellón, así mismo fue reportado por Gutiérrez et al., (2008), quien encontró una correlación significativa alta de  $0.623$  Pacamarca. Similarmente Wuliji et al., (2000), reportó una correlación fenotípica de  $0.4$  en Nueva Zelanda, en contradicción, McGregor (2006) reporta en Australia que el peso de vellón de Huacaya no fue afectado por el diámetro de fibra.

Los resultados de los coeficientes de correlación entre DMF y FC son similares los determinados por Apaza et al. (2022) citando coeficientes de  $r = -0.881$ , Díaz (2016) reporta una correlación en alpacas Huacaya entre diámetro de fibra y factor de confort de  $-0.85871$ ; así mismo, a los citados por Ojeda (2021)  $r = -0.85440$ , Arango (2016) en alpacas de Cerro de Pasco ( $r = -0.90$ ), Quispe et al. (2009) ( $r = -0.844$ ), en general siendo

estas correlaciones negativas muy altas. Así como, a la correlación fenotípica reportada por Aguilar et al. (2019) que resultó negativa y muy alta ( $r = -0.93$ ), Paucar et al (2019) cifra un  $r = -0.94$ ; todos los resultados de las correlaciones son negativas y muy altas, 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.

Los resultados de la correlación entre DMF e IC fueron variables a los reportados por Apaza et al. (2022) quienes cifran valores de  $r = -0.479$ ; Ojeda (2021) reporta una correlación negativa moderada ( $r = -0.49304$ ), Roque y Ormachea (2018) en Alpacas de la raza Huacaya ( $r = -0,40$ ) siendo estas correlaciones negativas moderadas. Así como fueron variables a los citados por Lupton et al. (2006)  $r = -0.8585$ , finalmente Diaz (2016) reporta la correlación en alpacas Huacaya entre diámetro de fibra e índice de curvatura de  $-0.68133$ , esto implicaría que en un programa de selección se intenta disminuir el diámetro de fibra, el índice de curvatura aumentaría moderadamente, lo que supone un cambio en el sentido favorable del carácter.

Los resultados de la correlación entre el DMF y la FH fueron variables a los citados por Apaza et al. (2022)  $r = 0.963$  y Roque y Ormachea (2018)  $r = 0.7500$ , Ticlla et al. (2015)  $r = 0.99$ , Vásquez et al. (2015)  $r = 0.9918$ . Castillo et al, (2022) reportan que la finura al hilado y el diámetro medio de fibra presentan una correlación perfecta positiva concordante con la teoría Butler y Dolling (1995) quienes mencionan que mientras la finura al hilado se incrementa los hilos se destinan para hilos gruesos además que los hilos delgados requieren de fibras de menor diámetro por lo que mientras menor es el diámetro medio de la fibra menor será la finura al hilado.

La correlación entre el FC y la FH fueron variables a los reportados por Apaza et al. (2022)  $r = -0.874$  y Ojeda (2021) reporta una correlación negativa muy alto ( $r = -0.86673$ ), Vásquez et al. (2015)  $r = -0.75457$ , Ticlla et al. (2015)  $r = -0.72$ ,  $r = -0.62$  en machos y hembras, respectivamente. Castillo et al, (2022) reportan que existe alta correlación positiva entre finura al hilado y factor picazón o factor de confort, mientras mayor sea el porcentaje de picazón la finura al hilado es mayor.

La correlación entre el FC e IC fueron variables a los reportados por Apaza et al. (2022)  $r = 0.458$ . Ojeda (2021) reporta una correlación positiva moderado ( $r = 0.44638$ ). Ramos (2018)  $r = 0.30$ , Llactahuamani et al. (2020)  $r = 0.4033$ ,

La correlación entre FH e IC fueron variables respecto a los reportes de Apaza et al. (2022)  $r = -0.504$  y, Ojeda (2021) reporta una correlación negativa moderado ( $r = -0.52363$ ), Vásquez et al. (2015)  $r = -0.4780$ , Ticlla et al. (2015)  $r = -0.97$ ,  $r = -0.93$  en machos y hembras, respectivamente.

El general las correlaciones fueron similares a varios estudios realizados en fibra de alpacas en el país y extranjero, con ligeras variaciones que podrían deberse al tamaño muestral y las zonas de procedencia de las alpacas, considerando el factor genético y principalmente el medio ambiente son importantes para la expresión de estas características.

En resumen, Quispe et al (2021) considera como asociaciones aceptables las halladas entre el DM y FC ( $r = -0.840$ ;  $r = -0.899$ ), correlación mínima entre DM e IC ( $r = -0.443$ ;  $r = -0.521$ ), y FC e IC ( $r = 0.442$ ;  $r = 0.511$ ) valores de coeficientes de correlación por debajo de  $r = 0.30$  indicarían ausencia de asociación, Machaca et al. (2017) establece que el FC y el IC estuvieron moderadamente correlacionados ( $r = 0.62$ ), lo que indica que hay correspondencia entre ellos dentro de cada edad, también se observaron dos correlaciones negativas de MDF con IC ( $r = -0.61$ ) y MDF con FC ( $r = -0.99$ ), lo que indica que la menor finura de la fibra es menos cómoda y tiene menos ondulaciones; se concluye que los coeficientes de correlación de Pearson de las principales características tecnológicas de la fibra de alpacas se clasifican como asociación aceptable, regular y mínima.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA:** En alpacas hembras de la raza Suri la edad no tiene efecto en el peso de vellón sucio ( $P > 0.05$ ); la longitud de mecha y el diámetro medio de fibra esta influenciada por la edad.
- SEGUNDA:** En las características tecnológicas la edad tiene efecto en la desviación estándar del diámetro medio de fibra, factor de confort finura al hilado e índice de curvatura ( $P \leq 0.05$ ); el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra no está influenciada por la edad ( $P > 0.05$ ).
- TERCERA:** Los coeficientes de correlación fenotípica entre DMF y DS fue positivo muy alto ( $r = 0.84115$ ), entre DMF y FC fue negativo muy alto ( $r = -0.91275$ ); entre DMF y FH fue positivo muy alto ( $r = 0.99332$ ); DMF e IC fue negativo alto ( $r = -0.70782$ ); DS y FC fue negativo muy alto ( $r = -0.85021$ ); DS y FH fue positivo muy alto ( $r = 0.89749$ ); FC y FH fue negativo muy alto ( $r = -0.92325$ ); FH e IC fue negativo alto ( $r = -0.69369$ ).



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Realizar estudios sobre el desarrollo de los folículos pilosos y su relación con la estructura interna de la fibra de alpaca Suri en diferentes edades.
- SEGUNDA:** Estimar los valores genéticos para mejorar la eficiencia de selección en alpacas a nivel poblacional del Centro Experimental.
- TERCERA:** La selección de alpacas que no cambian o muy poco su diámetro medio de fibra de una esquila a la otra, por su importancia genéticamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, H., Gutiérrez, G. y Wurzinger, M. (2019). Genetic parameters of characters associated with the uniformity of fibre diameter in alpacas Huacaya in Puno, Peru. *Rev. Invest. Vet. Perú* 30 (3), 1150–1157. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.15370>.
- Álvarez, J. (1981). *Dimensiones físicas de la fibra de alpacas de la Cooperativa Agraria de Producción Huaycho Ltda. N° 44*. Tesis. Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA – Puno. Recuperado de: <https://docplayer.es/68325239>
- Amarilho-Silveira, F., Schneider, J. y Gomes, R. (2015). Qualidade da lã em diferentes regiões corporais de ovelhas da raça Corriedale. *Zootecnia Trop.*, 33 (3): 227-235. 2015.
- Apaza, E., Cazorla, E., Condori, C., Arpasi, I.F., Tumi, I., Yana, W. y Quispe, J.E. (2022). La Correlación de Pearson o de Spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas *Rev Inv Vet Perú* 33(3): e22908 <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.22908>
- Apomayta, Z. y Gutiérrez, G. (1998). Evaluación de características tecnológicas y productivas de la fibra en Alpaca Huacaya esquiladas a los 12 y 17 meses de edad. *Anuales Científicos*. UNA La Molina Lima, Perú. 35: 36 - 42.
- Arango, S. (2016). *Variación del factor de confort en vellones de alpacas Huacaya con relación al sexo y edad*. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 56 p
- ASTM. (1999). Standard test method of sampling and testing stage length of grease wool. In: Designation: D 123-85 (Reapproved 2001). Vol 07 (01) Philadelphia: ATSM. P 1-4.
- Atav, R. and Turkmen, F. (2015). Investigation of the dyeing characteristics of alpaca fibers (Huacaya and Suri) in comparison with wool. *Textile research Journal*. Vol 85. Issue 13. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517514563727>.
- Aylan-Parker, J. and McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Rumin. Res.*, 44: 53–64.
- Braga, W., Leyva, V. and Cochran, R. (2007). The effect of altitude on alpaca (*Lama pacos*) fiber production. *Small Ruminant Research* In Press, Corrected Proof. Pg. 1-6.

- Branco, R., Rodríguez, M., Candido da Silva M., Rodríguez, C., De Quiroz, C., De Castellano, F., Ullrich, G., Wackwitz, T. and Raggi, A. (2003). Botanical composition of alpaca (*Lama pacos*) and called (*Lama glama*) eventos in two seasons of the year on highland ranges of Parinacota province, Chile.
- Bryant, F.C., A. Florez and J. Pfister. (1989). Sheep and alpaca productivity on high andean range-lands in Peru. *J. Anim. Sci.*, 67: 3078-3095.
- Bustinza, V. (2001). *La alpaca, conocimiento del gran potencial andino*. Edit. Univ. Nac. Del Altiplano, Puno, Perú.
- Butler, K. L. and Dolling, M. (1995). Calculation of the heritability of spinning fineness from phenotypic and genetic parameters of the mean and CV of fibre diameter. *Aust. J. Agric. Res.* 43: 1441-1446.
- Calsin, B. (2017). *Determinación del efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas de la raza suri en los Cips Chuquibambilla y La Raya*. 153.
- Carhuapoma, P., Saenz, A. y Quispe, E. C. (2009). Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (*vicugna pacos*) color blanco en Huancavelica. Perú. All in-text references underlined in blue are linked to publications on Research Gate, letting you access and read them immediately.
- Castellaro, G., Gajardo, C., Parraguís, V., Rojas, R. and Raggi, L. (1998). Productivity of domestic South American camelids flock in an área of Parinacota province, Chile: Seasonal variation of botanical composition, dry matter availability, pastoral value and nutritive value of bofedales. *Agricultura técnica* Vol 18 N° 3.
- Castillo, R., 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.
- Cervantes, I. Pérez C., Morante, R., A. Burgos, A., Salgado, C., Nietoa, B., Goyachec, F and Gutiérrez J.P. (2010). Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. *Small Ruminant Research*. Volume 88, Issue 1, Pages 6-11.
- Chaparro, Y. (2013). *Relación del diámetro de fibra con el número de rizos y la proporción de pelos en el vellón de alpaca (Vicugna pacos) en Huaytire de la Provincia de Candarave Tacna*. (tesis de pregrado). UNJBG- Tacna, Tacna, Perú.
- 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.
- Coates, W. and Ayerza, R. (2003). Comparison of llama fiber obtained from two Production Regions of Argentina. *Journal of Arid Environments* 58: 513-524.
- Condori E., Catacora N., Urviola J., (2013). Correlación genética entre el diámetro de fibra y peso de Vellón en alpacas de los módulos del CONAS, Puno –Perú. Artículo científico Presentado en el VI congreso mundial de camélidos sudamericanos
- CONOPA. (2006). Informe Final sub proyecto identificación y rescate de alpacas genéticamente puras de la amenaza de extinción. Lima.
- Cordero, A., Contreras, J., Mayhua, P., Jurado, M. and Castrejón, M. (2011). Henotypic correlations between production characteristics in the Huacaya alpaca *Rev. Inv. Vet. Perú* 2011; 22(1):15-21
- Crossley, J., Borroni, C. and Raggi, L. (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*. Volume 42, Issue 1.
- Cruz, A., Morante, R., Cervantes, I., Burgos, A. and Gutiérrez, J. P. (2017). Effect of the gestation and lactation on fiber diameter and its variability in Peruvian alpacas *Livestock Science*. Volume 198, April 2017, Pages 31–36
- De Groot, G. J. (1995). The Effect of coefficient of Variation of Fibre diameter in Wool tops on Yarn and Fabric Properties. *J. Text. Inst.*, 86(1): 164-166.
- De Los Ríos, E. (2006). Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área alto-andina de Bolivia, Ecuador y Perú. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO). [https://www.unido.org/file-storage/download/?file\\_id=58563](https://www.unido.org/file-storage/download/?file_id=58563).
- Diaz, J. (2014). Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocomaquilla- Carabaya. URI:<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2053>.
- FAO. (2005). Situación Actual de los Camélidos Sudamericanos en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914.<http://www.fao.org/regional/Lamerica/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914per.pdf>. [24 de septiembre 2007].

- Fish, V. E., Mahar, T. J. and Crook, B. J. (1999). Fibre curvature morphometry and measurement. International Wool Textile Organization. *Nice Meeting. Report N° CTF 01*.
- Flores, A. (2009). Determinación del diámetro de fibra y longitud de fibra en Alpacas (Vicugna pacos) de la provincia de Tarata – Tacna. Tesis de Médico veterinario y Zootecnista de la EMVZ de la UNJBG – Tacna.
- Flores, W. 2014. *Perfil de fibra, factor de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del distrito de Corani, Carabaya*. Tesis Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno.
- Franco, F., San Martín, F., Ara, M., Olazabal, J. and Carcelén, F. (2009). The effect of two levels of feeding on the yield and quality of alpaca fibre. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 20 (2):187-195. Lima Perú.
- Frank, E. N., Hick, M. V. H., Gauna, C., Lamas, H., Reniere, C. and Antonini, M. (2006). Phenotypic and genetic description of fiber traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research* 61: 113-129.
- Frank, E. N., Hick, M. V. H., Molina, M. G. and Caruso, L. M. (2011). Genetic parameters for fleece weight and fibre attributes in Argentinean Llamas reared outside the Altiplano. *Small Ruminant Research* 99: 54-60.
- Galbraith, H. (2010). Fundamental of hair follicle biology in fine fibre production in animals. *Animal Production* 4(9): 1490-1509.
- García, N. (2019). Características textiles de la fibra de alpacas hembras Suri del CIP Chuquibambilla. Universidad Nacional Del Altiplano, 83. Tesis FMVZ.
- Gerken, M. (2010). Relationships between integumental characteristics and thermoregulation in south american camelids. *Animal Production* 4(9): 1451-1459
- González, H., León-Velarde, C., Rosadio, R., García, W., Gavidia, C. (2008). Evaluación de un método numérico de medición del diámetro de la fibra de alpaca. *Rev Inv Vet, Perú* 19: 1-8."
- Gupta, N.P., Arora, R.K. and Verma, G.K. (1981). An assessment of the characteristics of medullated and nonmedullated wool fibres. *Indian J Text Res* 6: 92-95.
- Gutiérrez, G., Gutiérrez, J.P., Huanca, T. and 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.

- Gutiérrez, J. P., Goyache, F., Burgos, A. and Cervantes, I. (2009). Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas. *Livestock Science* 123: 193-197.
- Gutiérrez, J. P., Varona, L., Pun, A., Morante, R., Burgos, A., Cervantes, I. and Pérez-Cabal, M. A. (2014). Genetic parameters for growth of fiber diameter in alpacas. *J. Anim. Sci.* 89: 2310-2315.
- Gutiérrez, L. (2011). Las normas técnicas peruanas y su impacto en el desarrollo de los camélidos peruanos. 2011. [http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/cendoc/videoconferencias/2011/normas técnicas camelidos\\_13dic11.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/cendoc/videoconferencias/2011/normas_técnicas_camelidos_13dic11.pdf) (accessed 08 Set 2021).
- Hack, W., McGregor, B., Ponzoni, R., Judson, G., Carmichael, I. and Hubbard, D. (1999). Australian alpaca fibre: Improving productivity and marketing. A report for the Rural Industries *Research and Development Corporation*. RIRDC. Australia. 164 pág.
- Hanco, Z. (2020). Características textiles de la fibra de alpaca Suri en los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla - UNA - Puno. Tesis FMVZ UNA, Puno.
- Hansford, K.A. (1996). Wool strength and topmaking. En *Papers Top-Tech. Geelong*, Australia. 284-292.
- 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.
- Hynd, P. I. (1994). Follicular determinants of the length / diameter ratio at two levels of nutrition. *Aust. J. of Agric. Res.* 45:1137-1147. 46.
- Iñiguez, L., Mueller, J. P., Ombayev, A., Aryngaziyev, S., Yusupov, S., Ibragimov, A., Suleimenov, M. and El-Dine, M. (2013). Characterization of camel fibers in regions of Kazakhstan and Uzbekistan. *Small Ruminant Research* Volume 117, Issue 1, March 2014, Pages 58–65
- Jauregui, V. y G. Bonilla. (1991). Productividad de carne, fibra y cuero en alpacas y llamas. XIV Reunión Científica APPA. Cerro de Pasco. Perú.
- Kadwell, M., Fernandez, 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.
- León-Velarde, C.U. and J. Guerrero. (2001). Improving quantity and quality of alpaca fiber; using simulation model for breeding

- strategies. <http://inrm.cip.cgiar.org/home/publicat/01cpb023.pdf>. [24 de septiembre de 2007]
- Litherland, J., Toerien, C., Sahl, T., Lee, P. and Goetsch, A. L. (2000). Effect of season on fleece traits of Angora does in the US. *Small Ruminant Research*, Volume 38, Issue 1: 63-70.
- Liu, X., Wang, L. and Wang, X. (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers. *Textile Res. J.*, 74(6): 535-538.
- Llactahuamani, I., Ampuero, E., Cahuana, E. y Cucho, H. (2020). Calidad de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del plantel de reproductores de Ocongate, Cusco, Perú *Rev. Investig. Vet. Perú* vol.31 no.2 Lima abr./jun 2020.
- Lupton, C. J., Mccoll, A. and Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya alpaca. Elsevier, *Small Ruminant Research*, 64: 211-224.
- Mayhua, P., Quispe, E. C., Montes, M. and Alfonso, L. (2011). Differences in fiber diameter profile between shearin periods in White-Huacaya alpacas (*Vicugna pacos*). En: Fiber production in South American Camelids and other fiber animals. Edity by: Perez-Cabal et al. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.
- McCull, A. (2006). Objective Fiber Diameter Measurement Methods for Measuring Microns, Yocom-McColl Testing Laboratories, Inc., Denver, USA, 2004
- McGregor, B. (2018). Physical, chemical, and tensile properties of cashmere, mohair, alpaca, and other rare animal Fibers. Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres, 105- 136. Recuperada de <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101272-7.00004-3>
- McGregor, B. A. (2010). Influence of stocking rate and mixed grazing of Angora goats and Merino sheep on animal pasture production in southern Australia. 3. Mohair and wool production and quality. *Small Ruminant Research*. 50, 168-176.
- McGregor, B. A. (2002). Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya Alpacas and Peppin Merino Sheep Grazed on Annual Pastures. *Small Ruminant Research* 44, 219-232. *Small Ruminant Research*, Volume 44, Issue 3: 219-232.
- 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., Ramos, H. E. and Quispe, E. C. (2011). Variation of fibre characteristics among sampling sites for Huacaya alpaca fleeces from the High Andes. *Small Ruminant Research* Elsevier

- McGregor, B.A. and Butler, K. L. (2004). Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust. J. Agric. Res.*, 55: 433-442.
- McGregor, B.A. and Butler, K. L. (2008). Variation of mean fibre diameter across mohair fleeces: Implications for within flock animal selection, genetic selection, fleece classing and objective sale lot building. *Small Ruminant Research* 75: 54-64.
- McLennan, N. and Lewer, R. (2005). Wool production: coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). Department of Employment, Economic Development and Innovation, The State of Queensland, 1995-2010. Retrieved November 17, 2010, from <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>.
- Molina, G., Teich, I., Antonini, M., Reneiri, C., La Terza, A. and Balzarini, M. (2016). Spatial structure of skin follicles in Suri and Huacaya alpacas. *Small Ruminant Research*. Volume 140, July 2016, Pages 22–26.
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E. C. and Alfonso, L. (2008). Quality characteristics of Huacaya Alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Span. J. of Agric. Res.* 6(1):33-38.
- Moore, K. E., Blache, D. and Maloney, S. K. (2011). Fibre diameter and insulation in alpacas: The biophysical implications. *Small Ruminant Research*. Volume 96, Issues 2-3, Pages 165–172
- Moore, K. E., Maloney, S. K. and Blacher, D. (2015). High follicle density does not decrease sweat gland density in Huacaya alpacas *Journal of Thermal Biology*. Volume 47, January 2015, Pages 1–6.
- Morante, R., Goyache, F., Burgos, A., Cervantes, I., Pérez-Cabal, M. A. and Gutiérrez, J. G. (2009). Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Anim. Genet. Resour. Informat.* 45: 37-43.
- Mueller, J. P., Rigalt, F., Cansino, A. K. y Lamas, H. (2010). Calidad de las fibras de camélidos sudamericanos en Argentina. En: Quispe E.C. y V. G. Sánchez (Eds) *Internacional Symposium on Fibers from South American Camelids*. Huacavelica, Peru, 17 de setiembre. P 9-28.
- Naebe, M. and McGregor, B. A. (2013). Comfort properties of superfine wool and wool/cashmere blend yarns and fabrics. *The J. of the Textile Institute*, 104(6):634 - 640.

- Naylor, G. R. and Hansford, K. A. (1999). Fibre End Diameter Properties in Processed top Relative to the Staple for Wool Grown in a Mediterranean Climate and Shorn in Different Seasons. *Wool Tech. Sheep Breeding*, 42(2): 107-117.
- Naylor, G. R. and Stanton, J. (1997). Time of shearing and the diameter characteristics of fiber ends in the processed top: An opportunity for improved skin comfort in garments. *Wool Tech. Sheep Breeding*, 45(4): 243-255.
- Naylor, G. R. S. 1992. The role of coarse fibres in fabric prickle using blended acrylic fibres of different diameters. *Wool Tech. Sheep Breed.*, 40(1): 14 – 18. Watkins, P. and A. Buxton. (1992). Luxury fibres-rare materials for higher added value. The Economist Intelligence Unit Special Report No. 2633. Business International, London.
- Newman, S. A. N. and Paterson, D. J. (1994). Effect of level of nutrition and season on fibre growth in alpacas. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, Vol 54.
- Nieto, L. e I. Alejos. (1999). Estado económico y productivo del Centro de Producción e Investigación de Camélidos Sudamericanos. *Lachocc. XXI Reunión Científica Anual APPA*. Huancavelica, Perú.
- NTP 231.302.2004 (2004). Norma técnica peruana. <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-231-302.html>
- Ojeda, R.K. (2021). *Características tecnológicas de la fibra de alpacas Huacaya del distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa, Puno*. Tesis, Medicina Veterinaria y Zootecnia UNA Puno.
- Olarte, U., Tapia, M., Apaza, E. y Quispe, J. (2013). Influencia del medio ecológico y época del año sobre el diámetro y longitud de mecha en el vellón de alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya machos. *Revista de Investigaciones Allpak'a* Vol 18 N° 01, pp 51-65.
- Ormachea, E., Calsín, B. y Olarte, C. (2015). Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 17(2), 215-220.
- Parodi, N. M. (2011). Principales problemas en la calidad de la fibra de alpaca que limitan la comercialización de prendas de vestir en el mercado francés *Revista de Ciencias empresariales*. Volumen 2, Número 2, Julio-Diciembre de 2011, pp. 20-28



- Peña, S., Sacchero, D., Maurino, J., López, G., Abbiati, N., Género, E. y Martínez, R. (2016). Caracterización de la lana de ovejas Criollas argentinas en cuatro ambientes diferentes *Arch. Zootec.* 65 (249): 13-19. 2016.
- Pinares, R. (2017). Parámetros genéticos para la medulación y el diámetro de fibra en alpacas (*vicugna pacos*) Huacaya del fundo experimental Pacamarca. Tesis de grado. Universidad Agraria La Molina, Lima
- Pinares, R., Augusto, G., Cruz, A., Burgos, A. y Gutiérrez, J. (2019). Variabilidad fenotípica del porcentaje de fibras meduladas en el vellón de la alpaca huacaya. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 699-708. Recuperada de <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16098>
- Pinares, R., Gutiérrez, G.A., Cruz, A., Morante, R., Cervantes, I., Burgos, A. and Gutiérrez, J. P. (2018). Heritability of individual fiber medulation in Peruvian alpacas. *Small Ruminant Res* 165: 93- 100. doi: 10.1016/j.smallrumres.2018.-04.007
- Ponzoni, R. W., Grimson, R. J., Hill, J. A., Hubbard, D. J., McGregor, B. A., Howse, A., Carmichael, I., Quispe, E. C., Flores, A., y Guillen, H. (2007). I Simposium Internacional de Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. Grafica Huancayo- Perú.
- Ponzoni, R. W., Grimson, R. J., Hill, J. A., Hubbard, D. J., McGregor, B. A., Howse, A., Carmichael, I. and Judson, G. J. (1999). The inheritance of and association among some. Production traits in young Australian alpacas. En: <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>. Accesado el 16 de Abril de 2009.
- Ponzoni, R.W. (2000). Genetic improvement of Australian Alpacas: present state and potencial developments. *Proc. Aust. Alpaca Assoc.*, 1: 71-96.
- Quispe E.C. (2010). Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* l.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis para optar el Grado de Doctor. UNALM. Lima, Perú.
- Quispe E.C., Alfonso L., Flores A., Guillén H. and Ramos Y. (2009). Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica-Perú. *Archivos de zootecnia*. 58 (224): 705-716.
- Quispe, E. C., Mueller, J. P., Ruiz, J., Alfonso, L. y Gutiérrez, G. (2008). *Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos.*

- Universidad Nacional de Huancavelica*. Primera Edición. Huancavelica, Perú, pp. 93-112.
- Quispe, E. C., Poma, A. G., McGregor, B. A. and Bartolomé, J. (2014). Effect of genotype and sex on fiber growth rate of alpacas for their first-year of fleece production. *Arch. Med. Vet.* 46-155.
- Quispe, E. C., Ramos, H., Mayhua, P. and Alonso, L. (2010). Fibre characteristics of vicuña (*Vicugna icugna mensalis*). *Small. Ruminant. Research.* 93: 64-66
- Quispe, E. C., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R. and Mueller, J. P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal genetic Resources Information.* 45, 1-14. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.*
- Quispe, E., Poma, A., Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de la raza Huacaya. *Rev Complut Cien Vet* 7: 1-29.
- Quispe, E.C. (2010). Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Libro de Conferencias Magistrales del International Symposium on Fiber South American Camelids. Huancavelica-Perú.
- Quispe, E.C., A. Flores, y J. Mueller. (2009). La fibra de la alpaca: contribución de su conocimiento a través del proyecto contrato N° 2006-00211-INCAGRO.
- Quispe, J. E., Castillo, P., Yana, W., Vilcanqui, H., Apaza, E. y Quispe, DM. (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; E.C., Paucar, R., Poma, A., Sachero, D. y Mueller, J. (2008). Perfil de diámetro de fibra en alpacas. Seminario Internacional de Biotecnología aplicada en Camélidos Sudamericanos. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
- Rafat, S.A., de Rochambeau, H., Brims, M., Thébault, G., Deretz, S., Bonnet, M. and Allain, D. (2007). Characteristics of Angora rabbit fiber using optical fiber diameter analyser. *J Anim Sci* 85: 3116- 3122. doi: 10.2527/jas.2007-0109.
- Raggi, L. (2016). Enfoque de la industria pecuaria para la adición de controles de calidad y obtención de fibras de alta calidad junto a procesos textiles para mercados internacionales <http://agendainnovacionarequipa.com/wp-content/uploads/2016/pdf>.



- Ramos De la Riva V. (2018). *Características fenotípicas de la fibra de alpacas Huacaya en la Región Apurímac*. Tesis de Segunda Especialidad. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 80 p.
- Russel, A. J. and Redden, H. L. (1997). The effect of nutrition on fibre growth in the alpaca. *Anim. Scie.*, 64: 509-512.
- Ryder, M. L. and Stephenson, S. K. (1968). *Wool growth*. Editorial Academic Press INC. Londres. 805 p.
- Sacchero, D. (2008). *Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos*. Gráfica Industrial IERL - Huancayo- Perú.
- SENAMHI, (2016). Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. [www.senamhi.gob, pe](http://www.senamhi.gob.pe).
- Siguayro, R. y Gutiérrez, A. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch´aku (lama glama) y la alpaca Huacaya (*Lama pacos*) del Centro Experimental Quimsachata del INIA, Puno. Perú.
- Simbaina-Solano, J.C. y Raggi, L.A. (2019). Lanametric Determination of the Alpaca Fiber (Vicugna Pacos) in Tucayta, Province Cañar. *J Veter Sci Med* July 2019 Volume 7 Issue 1 All rights are reserved by Simbaina Solano J.
- Soles, P. E. (2015). Comparación de las características textiles de las fibras de la llama Ch´aku (*lama glama*) y la alpaca Huacaya (*vicugna pacos*) del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Lachocc  
URI: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3387>
- Stoffberg, M. S., Hunter, L. and Botha, A. (2015). The effect of fabric structural parameters and fiber type on the comfort-related properties of commercial apparel fabrics. *Journal of Natural Fibers* 12: 505-517.
- Sumar, J. (2007). Realidad y mitos sobre los camélidos sudamericanos. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA Cusco, Perú.
- 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
- Ticlla, I., Mendoza, G., Paucar R., Espinoza, M., Paucar, Y. (2015). Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Huancavelica Sitio Argentino de Producción Animal

- Torres de Jasauí, J., Vélez, V., Zegarra, J. y Díaz, G. (2007). Caracterización de la histología de la piel de alpaca. Proc. APPA – ALPA. Cusco, Perú.
- Trejo, W., Gutiérrez, R. G. y Cardozo, A. (1988). Ritmo y velocidad de crecimiento de la fibra durante el año, en alpacas Huacaya blancas y de colores. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.
- Turner, H., Hayman, R., Riches, J., Roberts, N. y Wilson, L., (1953). Physical Definition of Sheep and Their Fleece for Breeding and Husbandry Studies. Divisional Report No. 4 (Series S.W.-2), Division of Animal Health and Production, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Melbourne, Australia, 92 pág.
- Vásquez, O., Gómez, O.E. 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
- Velarde, J. (2011). Diámetro de fibra y porcentaje de pelos en alpacas hembras de la raza Suri. *Revista de Investigaciones Allpak'a* Vol 16 N° 01, pp 30-35.
- 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., Liu, X. and Wang, X. (2004). Changes in Fibre Curvature during the Processing of Wool and Alpaca Fibres and their Blends, in College of Textiles, Donghua University. Proc. of the Textile Institute 83rd World Conference. The Textile Institute & Donghua University, Manchester, UK & Shanghai, PR China 449-452.
- Wang, X., Wang, L. and Liu, L. (2003). The quality and processing performance of Alpaca Fibres. *Publication* N°. 03/128. Project No. UD-2<sup>a</sup>.
- Wheeler, J. (1995). Camélidos sudamericanos, pasado, presente y futuro. *Revista Stade Camélidos Ciencia. Biol.J. Linn Soc.* 54: 271-295.
- Wong, Y. T. (2016). Genetic and protein study of alpaca fiber. *Journal of Animal Science.* Vol 94 N° supplement 4 p. 18.
- Wuliji, T., Davis, G. H., Dodds, G. K., Turner, P. R., Andrews, R. N. and Bruce, G.D. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *J. Small Ruminant Research*, Volume 37, Issue 3: 189-201.
- Wurzinger, M. and Gutierrez, G. (2022). Alpaca breeding in Peru: ¿From individual initiatives towards a national breeding programme? *Small Ruminant Research* Volume 217, December 2022, 106844.



## ANEXOS

**Anexo 1:** Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de un año

Nº	Arete	Mic Ave	SD Mic	CV Mic	CF %	SF Mic	LDM mm	CRV Dg/mm	PV g
1	21 S 269 E	14.50	3.50	24.30	100.00	14.50	75.00	23.90	2000.00
2	21 S 110 E	14.80	3.70	24.80	100.00	14.90	105.00	21.40	2200.00
3	21 S 016 E	15.80	3.80	24.20	100.00	15.80	75.00	22.60	1900.00
4	21 S 225 E	16.20	3.90	23.90	100.00	16.20	95.00	26.10	2150.00
5	21 S 038 E	16.50	4.00	24.10	100.00	16.60	105.00	22.20	2600.00
6	21 S 006 E	16.50	3.60	21.80	100.00	16.10	120.00	18.30	2050.00
7	21 S 294 E	16.70	4.10	24.50	100.00	16.80	90.00	18.30	1900.00
8	21 S 056 E	16.70	3.80	22.60	100.00	16.50	75.00	21.60	2400.00
9	21 S 276 E	16.70	3.80	22.50	100.00	16.50	95.00	21.20	2000.00
10	21 S 292 E	16.90	4.00	23.40	100.00	16.80	85.00	20.90	2150.00
11	21 S 285 E	16.90	4.00	23.60	100.00	16.80	70.00	18.20	2200.00
12	21 S 270 E	17.20	3.70	21.30	100.00	16.80	80.00	21.40	2100.00
13	21 S 170 E	17.60	4.10	23.10	99.90	17.50	105.00	21.10	3000.00
14	21 S 204 E	17.90	4.30	24.00	99.70	17.90	75.00	18.70	2450.00
15	21 S 094 E	18.00	4.50	25.20	99.00	18.30	75.00	21.00	1900.00
16	21 S 336 E	18.50	4.80	26.00	97.90	18.90	85.00	18.20	2500.00
17	21 S 316 E	18.60	4.30	23.20	98.40	18.50	90.00	19.20	1800.00
18	21 S 244 E	18.60	4.10	22.30	98.80	18.30	110.00	17.00	2750.00
19	21 S 278 E	18.70	4.80	25.90	98.30	19.00	110.00	16.00	1600.00
20	21 S 272 E	19.10	4.50	23.70	97.50	19.10	105.00	15.10	1550.00
21	21 S 166 E	19.20	4.50	23.50	97.70	19.10	75.00	16.20	2700.00
22	21 S 054 E	20.40	4.80	23.40	96.80	20.30	105.00	18.10	1600.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>17.36</b>	<b>4.12</b>	<b>23.70</b>	<b>99.27</b>	<b>17.33</b>	<b>91.14</b>	<b>19.85</b>	<b>2159.09</b>
<b>DS</b>		<b>1.45</b>	<b>0.40</b>	<b>1.19</b>	<b>1.04</b>	<b>1.48</b>	<b>15.03</b>	<b>2.73</b>	<b>390.25</b>
<b>EE</b>		<b>0.31</b>	<b>0.08</b>	<b>0.25</b>	<b>0.22</b>	<b>0.32</b>	<b>3.21</b>	<b>0.58</b>	<b>83.20</b>
<b>CV</b>		<b>8.37</b>	<b>9.62</b>	<b>5.04</b>	<b>1.04</b>	<b>8.54</b>	<b>16.50</b>	<b>13.74</b>	<b>18.07</b>
<b>MAX</b>		<b>20.40</b>	<b>4.80</b>	<b>26.00</b>	<b>100.00</b>	<b>20.30</b>	<b>120.00</b>	<b>26.10</b>	<b>3000.00</b>
<b>MIN</b>		<b>14.50</b>	<b>3.50</b>	<b>21.30</b>	<b>96.80</b>	<b>14.50</b>	<b>70.00</b>	<b>15.10</b>	<b>1550.00</b>

**Anexo 2:** Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de dos años

Nº	Arete	Mic Ave	SD Mic	CV Mic	CF %	SF Mic	LDM mm	CRV Dg/mm	PV g
1	20 S 051 E	15.30	3.70	24.40	100.00	15.30	80.00	16.80	2150.00
2	20 S 329 E	16.50	3.90	23.40	100.00	16.40	105.00	16.20	2600.00
3	20 S 085 E	16.60	3.70	22.20	100.00	16.30	90.00	21.10	2200.00
4	210S 065 E	16.80	4.00	24.00	100.00	16.80	85.00	14.60	2450.00
5	20 S 081 E	16.90	3.60	21.00	100.00	16.50	85.00	11.90	2500.00
6	20 S 305 E	17.10	4.50	26.40	100.00	17.50	95.00	16.30	1800.00
7	20S 197 E	17.20	3.50	20.50	100.00	16.70	90.00	14.30	2000.00
8	20 S 161 E	17.40	4.00	22.70	100.00	17.20	105.00	13.60	2100.00
9	20 S 222 E	17.70	3.90	22.10	99.70	17.4,	90.00	12.40	2250.00
10	20 S 139 E	17.90	3.90	21.70	99.60	17.60	65.00	16.60	2600.00
11	210S 067 E	18.00	4.40	24.50	98.70	18.10	100.00	14.60	2500.00
12	20 S 173 E	18.20	3.90	21.50	99.40	17.80	115.00	13.00	1900.00
13	20 S 313 E	18.40	4.00	21.70	99.30	18.00	105.00	14.90	1750.00
14	20 S 059 E	18.60	4.20	22.40	98.50	18.40	80.00	14.70	2000.00
15	20 S 215 E	18.80	4.80	25.50	98.20	19.10	95.00	18.50	2550.00
16	20 S 173 E	19.00	4.40	23.40	98.60	18.90	95.00	15.80	2050.00
17	20 S 318 E	19.10	4.90	25.60	97.60	19.40	85.00	16.20	2150.00
18	20 S 043 E	19.10	4.40	23.00	98.30	18.90	100.00	13.70	2300.00
19	20 S 285 E	19.30	4.10	21.30	98.70	18.80	115.00	13.00	2000.00
20	20 S 163 E	19.50	3.60	18.30	98.80	18.60	115.00	13.00	2150.00
21	20 S 263 E	19.70	3.70	19.00	98.80	18.80	95.00	13,0	1750.00
22	20 S 147 E	20.40	5.10	25.20	94.70	20.60	80.00	12.20	2300.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>18.07</b>	<b>4.10</b>	<b>22.72</b>	<b>99.04</b>	<b>17.89</b>	<b>94.09</b>	<b>14.92</b>	<b>2184.09</b>
<b>DS</b>		<b>1.26</b>	<b>0.44</b>	<b>2.09</b>	<b>1.22</b>	<b>4.01</b>	<b>12.88</b>	<b>3.87</b>	<b>268.77</b>
<b>EE</b>		<b>0.27</b>	<b>0.09</b>	<b>0.45</b>	<b>0.26</b>	<b>0.86</b>	<b>2.75</b>	<b>0.82</b>	<b>57.30</b>
<b>CV</b>		<b>6.96</b>	<b>10.78</b>	<b>9.21</b>	<b>1.23</b>	<b>22.42</b>	<b>13.69</b>	<b>25.90</b>	<b>12.31</b>
<b>MAX</b>		<b>20.40</b>	<b>5.10</b>	<b>26.40</b>	<b>100.00</b>	<b>20.60</b>	<b>115.00</b>	<b>21.10</b>	<b>2600.00</b>
<b>MIN</b>		<b>15.30</b>	<b>3.50</b>	<b>18.30</b>	<b>94.70</b>	<b>15.30</b>	<b>65.00</b>	<b>11.90</b>	<b>1750.00</b>

**Anexo 3:** Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de tres años

N°	Arete	Mic Ave	SD Mic	CV Mic	CF %	SF Mic	LDM mm	CRV Dg/mm	PV g
1	19S285E	16.60	3.70	22.20	100.00	16.30	90.00	21.10	2200.00
2	19S022E	17.90	3.90	21.70	99.60	17.60	65.00	16.60	2600.00
3	19S148E	18.00	4.40	24.50	98.70	18.10	100.00	14.60	2500.00
4	19F118E	18.70	4.00	21.40	99.10	18.30	115.00	16.80	2150.00
5	19S321F	18.70	4.70	24.90	98.50	18.90	110.00	12.60	2600.00
6	19S316F	18.80	4.80	25.50	98.20	19.10	95.00	18.50	2550.00
7	19S223E	19.10	4.90	25.60	97.60	19.40	85.00	16.20	2150.00
8	19S020E	19.20	4.80	25.00	97.20	19.40	90.00	14.60	2200.00
9	19S089E	19.90	4.80	23.90	97.50	19.90	105.00	13.30	1800.00
10	19S198E	20.10	4.50	22.60	97.20	19.90	90.00	11.90	2550.00
11	19S250E	20.40	4.90	24.00	96.00	20.40	75.00	16.30	2150.00
12	19S260E	20.40	4.30	20.90	97.60	19.90	110.00	14.30	1850.00
13	19S224E	20.60	4.90	23.70	96.40	20.50	95.00	13.60	2450.00
14	19S128E	20.90	5.60	26.70	93.80	21.40	80.00	12.40	2100.00
15	19S237E	23.10	5.00	21.70	92.00	22.60	100.00	13.00	2200.00
16	19S162E	23.20	5.80	25.00	88.70	23.40	80.00	14.90	2100.00
17	19S15UF	23.40	4.30	18.50	94.60	22.30	65.00	15.80	1700.00
18	19S025E	23.70	5.40	22.60	89.10	23.40	80.00	13.70	1850.00
19	19S254E	23.90	5.30	22.10	90.80	23.50	100.00	13.00	2800.00
20	19S267E	24.10	4.60	19.00	91.70	23.10	90.00	13.00	2500.00
21	19SU55D	24.40	5.70	23.20	86.10	24.20	100.00	13,0	2000.00
22	19S109E	24.80	6.50	26.00	81.70	25.30	75.00	12.20	1650.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>20.90</b>	<b>4.85</b>	<b>23.21</b>	<b>94.64</b>	<b>20.77</b>	<b>90.68</b>	<b>14.69</b>	<b>2211.36</b>
<b>DS</b>		<b>2.48</b>	<b>0.67</b>	<b>2.17</b>	<b>4.87</b>	<b>2.40</b>	<b>14.00</b>	<b>3.86</b>	<b>322.91</b>
<b>EE</b>		<b>0.53</b>	<b>0.14</b>	<b>0.46</b>	<b>1.04</b>	<b>0.51</b>	<b>2.98</b>	<b>0.82</b>	<b>68.84</b>
<b>CV</b>		<b>11.87</b>	<b>13.79</b>	<b>9.37</b>	<b>5.15</b>	<b>11.55</b>	<b>15.44</b>	<b>26.25</b>	<b>14.60</b>
<b>MAX</b>		<b>24.80</b>	<b>6.50</b>	<b>26.70</b>	<b>100.00</b>	<b>25.30</b>	<b>115.00</b>	<b>21.10</b>	<b>2800.00</b>
<b>MIN</b>		<b>16.60</b>	<b>3.70</b>	<b>18.50</b>	<b>81.70</b>	<b>16.30</b>	<b>65.00</b>	<b>11.90</b>	<b>1650.00</b>

**Anexo 4:** Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de cuatro años

N°	Arete	Mic Ave	SD Mic	CV Mic	CF %	SF Mic	LDM mm	CRV Dg/mm	PV g
1	18S253F	18.60	4.20	22.40	98.50	18.40	80.00	14.70	2000.00
2	18S141E	18.60	4.20	22.80	98.80	18.40	105.00	18.00	1700.00
3	18S57F	18.90	4.30	22.50	98.30	18.70	55.00	13.60	2600.00
4	18S57E	19.40	4.40	22.70	97.10	19.10	90.00	14.70	2500.00
5	18S64E	19.60	4.90	25.00	96.20	19.80	70.00	12.60	1900.00
6	18S183F	20.10	4.20	21.00	97.40	19.60	95.00	14.50	2350.00
7	18S108F	21.50	5.20	24.30	93.90	21.50	100.00	12.80	1500.00
8	18S108E	21.60	5.70	26.40	91.60	22.10	95.00	12.50	1700.00
9	18S109E	22.10	5.40	24.50	92.10	22.20	125.00	16.60	2800.00
10	18S119E	22.40	5.60	25.00	91.60	22.60	95.00	12.50	1900.00
11	18S158E	22.70	5.90	26.10	88.70	23.10	110.00	14.50	2050.00
12	18S78E	22.80	5.50	24.10	90.10	22.80	110.00	13.70	2100.00
13	18S116E	23.30	4.60	20.40	93.10	22.50	80.00	12.10	1600.00
14	18S45E	24.40	5.60	23.00	87.10	24.20	110.00	13.00	2100.00
15	18S202F	24.60	5.10	20.70	88.60	23.90	45.00	11.20	1850.00
16	18S162E	24.70	4.60	18.50	90.20	23.60	45.00	15.00	2200.00
17	18S61E	24.80	5.00	20.10	88.00	23.90	90.00	11.00	1500.00
18	18S134E	25.10	4.60	18.50	89.30	24.00	80.00	10.30	2300.00
19	18S38E	25.30	5.50	21.80	83.80	24.80	90.00	11.20	1700.00
20	18S18E	25.80	5.60	21.80	81.40	25.30	75.00	12.60	2600.00
21	18S17E	26.10	5.20	19.90	83.50	25.20	95.00	12.20	2200.00
22	18S49E	30.40	6.90	22.60	67.00	30.00	95.00	10.60	2100.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>22.85</b>	<b>5.10</b>	<b>22.46</b>	<b>90.29</b>	<b>22.53</b>	<b>87.95</b>	<b>13.18</b>	<b>2056.82</b>
<b>DS</b>		<b>2.98</b>	<b>0.68</b>	<b>2.25</b>	<b>7.22</b>	<b>2.79</b>	<b>20.68</b>	<b>1.93</b>	<b>367.52</b>
<b>EE</b>		<b>0.63</b>	<b>0.15</b>	<b>0.48</b>	<b>1.54</b>	<b>0.60</b>	<b>4.41</b>	<b>0.41</b>	<b>78.36</b>
<b>CV</b>		<b>13.03</b>	<b>13.38</b>	<b>10.01</b>	<b>8.00</b>	<b>12.40</b>	<b>23.51</b>	<b>14.65</b>	<b>17.87</b>
<b>MAX</b>		<b>30.40</b>	<b>6.90</b>	<b>26.40</b>	<b>98.80</b>	<b>30.00</b>	<b>125.00</b>	<b>18.00</b>	<b>2800.00</b>
<b>MIN</b>		<b>18.60</b>	<b>4.20</b>	<b>18.50</b>	<b>67.00</b>	<b>18.40</b>	<b>45.00</b>	<b>10.30</b>	<b>1500.00</b>

**Anexo 5:** Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri de cinco años

N°	Arete	Mic Ave	SD Mic	CV Mic	CF %	SF Mic	LDM mm	CRV Dg/mm	PV g
1	17 S 403 F	19.30	4.30	22.40	98.30	19.00	75.00	18.10	2100.00
2	17 S 282 F	19.70	5.80	29.30	93.20	20.70	70.00	16.10	1300.00
3	17 S 282 E	19.80	5.60	28.50	93.80	20.70	85.00	17.80	1300.00
4	17 S 138 D	21.20	5.00	23.60	94.80	21.20	90.00	14.70	2050.00
5	17 S 327 E	21.30	5.20	24.40	94.90	21.40	70.00	17.80	2000.00
6	17 S 552 F	21.80	4.30	19.70	95.90	21.00	80.00	12.40	1600.00
7	17 S 138 D	22.50	5.20	23.00	92.40	22.30	75.00	11.30	2250.00
8	17 S 392 F	22.70	5.50	24.10	90.40	22.70	75.00	14.00	3200.00
9	17 S 455 E	22.80	4.10	18.00	96.00	21.70	65.00	13.70	3000.00
10	17 S 235 E	23.10	5.20	22.50	90.50	22.80	60.00	13.90	2000.00
11	17 S 312 E	23.30	5.60	23.80	89.40	23.30	70.00	13.90	2550.00
12	17 S 198 E	23.60	5.60	23.70	98.90	23.50	80.00	14.00	1700.00
13	17 S 463 E	24.20	4.90	20.30	90.10	23.40	45.00	12.10	1400.00
14	17 S 330 E	24.30	6.00	24.60	85.90	24.40	70.00	13.30	1250.00
15	17 S 162 E	25.00	5.50	22.20	85.80	24.60	100.00	12.00	2150.00
16	17 S 234 E	25.40	5.70	22.50	82.20	25.00	85.00	13.20	2200.00
17	17 S 432 E	25.60	5.80	22.60	81.80	25.30	90.00	12.90	1500.00
18	17 S 423 E	26.00	6.00	23.00	80.80	25.70	80.00	12.10	2100.00
19	17 S 318 E	27.60	6.40	23.40	75.10	27.40	70.00	9.90	2600.00
20	17S 200 E	27.80	7.00	25.00	70.20	28.10	80.00	12.20	1900.00
21	17 S 481 E	28.50	6.30	22.10	G9.5	28.00	80.00	10.10	1600.00
22	17 S 453 F	29.30	6.30	21.70	64.10	28.70	80.00	11.80	1850.00
<b>PROMEDIO</b>		<b>23.85</b>	<b>5.51</b>	<b>23.20</b>	<b>87.83</b>	<b>23.68</b>	<b>76.14</b>	<b>13.51</b>	<b>1981.82</b>
<b>DS</b>		<b>2.84</b>	<b>0.72</b>	<b>2.47</b>	<b>20.81</b>	<b>2.70</b>	<b>11.44</b>	<b>2.28</b>	<b>527.24</b>
<b>EE</b>		<b>0.61</b>	<b>0.15</b>	<b>0.53</b>	<b>4.44</b>	<b>0.58</b>	<b>2.44</b>	<b>0.49</b>	<b>112.41</b>
<b>CV</b>		<b>11.93</b>	<b>13.01</b>	<b>10.63</b>	<b>23.69</b>	<b>11.40</b>	<b>15.02</b>	<b>16.86</b>	<b>26.60</b>
<b>MAX</b>		<b>29.30</b>	<b>7.00</b>	<b>29.30</b>	<b>98.90</b>	<b>28.70</b>	<b>100.00</b>	<b>18.10</b>	<b>3200.00</b>
<b>MIN</b>		<b>19.30</b>	<b>4.10</b>	<b>18.00</b>	<b>64.10</b>	<b>19.00</b>	<b>45.00</b>	<b>9.90</b>	<b>1250.00</b>



**Anexo 6:** Análisis de varianza para diámetro medio de fibra de alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	718.333636	179.583409	33.50	<.0001
Error	105	562.877273	5.360736		
Corrected Total	109	1281.210909			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean
0.560668	11.23449	2.315326	20.60909

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	23.8545	22	5
A	22.8545	22	4
B	20.9045	22	3
C	18.0682	22	2
C	17.3636	22	1

**Anexo 7:** Análisis de varianza para desviación estándar del diámetro medio de fibra de alpacas Suri

Source	DF	Sum of			
		Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	33.82400000	8.45600000	23.74	<.0001
Error	105	37.39318182	0.35612554		
Corrected Total	109	71.21718182			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean
0.474942	12.59718	0.596763	4.737273

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	5.5136	22	5
BA	5.1000	22	4
B	4.8545	22	3
C	4.1182	22	1
C	4.1000	22	2



**Anexo 8:** Análisis de varianza para coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	20.3478182	5.0869545	1.17	0.3268
Error	105	455.1813636	4.3350606		
Corrected Total	109	475.5291818			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean		
0.042790	9.030040	2.082081	23.05727		
Tukey Grouping	Mean	N	TRAT		
A	23.6955	22	1		
A	23.2136	22	3		
A	23.2000	22	5		
A	22.7182	22	2		
A	22.4591	22	4		

**Anexo 9:** Análisis de varianza para factor de confort de fibra de alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2560.858727	640.214682	18.17	<.0001
Error	105	3698.755909	35.226247		
Corrected Total	109	6259.614636			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean		
0.409108	6.310776	5.935170	94.04818		
Tukey Grouping	Mean	N	TRAT		
A	99.273	22	1		
A	99.041	22	2		
BA	94.641	22	3		
BC	90.286	22	4		
C	87.000	22	5		



**Anexo 10:** Análisis de varianza para finura al hilado de fibra de alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	678.799957	169.699989	34.19	<.0001
Error	104	516.215823	4.963614		
Corrected Total	108	1195.015780			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean		
0.568026	10.88787	2.227917	20.46239		
Tukey Grouping	Mean	N	TRAT		
A	23.6773	22	5		
BA	22.5318	22	4		
B	20.7682	22	3		
C	17.8905	22	2		
C	17.3273	22	1		

**Anexo 11:** Análisis de varianza para longitud de mecha de alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	4287.27273	1071.81818	4.68	0.0016
Error	105	24072.72727	229.26407		
Corrected Total	109	28360.00000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean		
0.151173	17.20621	15.14147	88.00000		
Tukey Grouping	Mean	N	TRAT		
A	94.091	22	2		
A	91.136	22	1		
A	90.682	22	3		
BA	87.955	22	4		
B	76.136	22	5		



**Anexo 12:** Análisis de varianza para índice de curvatura de fibra de alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	635.270997	158.817749	29.70	<.0001
Error	103	550.763355	5.347217		
Corrected Total	107	1186.034352			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean		
0.535626	15.17529	2.312405	15.23796		
Duncan Grouping	Mean	N	TRAT		
A	19.8500	22	1		
B	14.9238	22	2		
B	14.6857	22	3		
B	13.5136	22	5		
B	13.1773	22	4		

**Anexo 13:** Análisis de varianza para peso de vellón sucio en alpacas Suri

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	815318.18	203829.55	1.37	0.2481
Error	105	15578977.27	148371.21		
Corrected Total	109	16394295.45			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	DATO Mean		
0.049732	18.18103	385.1898	2118.636		
Tukey Grouping	Mean	N	TRAT		
A	2211.4	22	3		
A	2184.1	22	2		
A	2159.1	22	1		
A	2056.8	22	4		
A	1981.8	22	5		



**Anexo 14:** Correlaciones fenotípicas de Pearson las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri hembras.

	<b>PV</b>	<b>LDM</b>	<b>DM</b>	<b>SD</b>	<b>CV</b>	<b>FC</b>	<b>IC</b>	<b>FH</b>
<b>PV</b>	1.00000	0.04928	-0.18294	-0.22217	-0.09573	0.18524	0.12288	-0.19643
		0.6092	0.0558	0.0197	0.3198	0.0527	0.2009	0.0397
<b>LDM</b>		1.00000	-0.22379	-0.15185	0.09629	0.19154	0.07588	-0.21627
			0.0188	0.1133	0.3170	0.0450	0.4308	0.0233
<b>DM</b>			1.00000	0.84115	-0.22492	-0.91275	-0.70782	0.99332
				<.0001	0.0182	<.0001	<.0001	<.0001
<b>SD</b>				1.00000	0.33096	-0.85021	-0.55059	0.89749
					0.0004	<.0001	<.0001	<.0001
<b>CV</b>					1.00000	0.05921	0.25374	-0.11227
						0.5390	0.0075	0.2429
<b>FC</b>						1.00000	0.57005	-0.92325
							<.0001	<.0001
<b>IC</b>							1.00000	-0.69369
								<.0001

**Anexo 15:** Correlaciones fenotípicas de Rho Spearman de las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri hembras

	<b>DMF</b>	<b>DSDMF</b>	<b>CVDMF</b>	<b>FC</b>	<b>FH</b>	<b>LDM</b>	<b>IC</b>	<b>PV</b>
<b>DMF</b>	1.00000	0.8379	-0.1873	-0.9608	0.9896	-0.1981	-0.7389	-0.2166
ASE		0.0312	0.0860	0.0155	0.0033	0.0866	0.0538	0.0862
<b>DSDMF</b>		1.00000	0.3333	-0.8967	0.8972	-0.1618	-0.5614	-0.2215
ASE			0.0816	0.0234	0.0214	0.0912	0.0735	0.0855
<b>CVDMF</b>			1.00000	0.0292	-0.0797	0.0352	0.2794	-0.0306
ASE				0.0897	0.0889	0.0989	0.0867	0.1009
<b>FC</b>				1.00000	-0.9744	0.2026	0.6953	0.1970
ASE					0.0164	0.0871	0.0591	0.0857
<b>FH</b>					1.00000	-0.2066	-0.7284	-0.1225
ASE						0.0879	0.0544	0.0855
<b>LDM</b>						1.00000	0.0756	0.0111
ASE							0.0890	0.1029
<b>IC</b>							1.00000	0.1404
ASE								0.0929



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo PERCY FERNANDO ARIZACA LUNA,  
identificado con DNI 41443956 en mi condición de egresado de:

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

MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL.

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

" CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLOGICAS DE LA FIBRA DE ALPACA S

SURI DEL C.E. CHUQUIBAMBILLA 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 06 de OCTUBRE del 20 23



FIRMA (obligatoria)



Huella



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 PERCY FERNANDO ARIZACA LUNA,  
identificado con DNI 41443956 en mi condición de egresado de:

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

MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL,

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

" CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACAS

SURI DEL C. E. CHUQUIBAMBILLA 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 06 de OCTUBRE del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella