

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



CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS
HEMBRAS SURI DEL CIP CHUQUIBAMBILLA

TESIS

PRESENTADA POR:

NOEMI MONICA GARCIA YUNGA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2019

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

CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS HEMBRAS

SURI DEL CIP CHUQUIBAMBILLA

TESIS PRESENTADA POR:

NOEMI MONICA GARCIA YUNGA

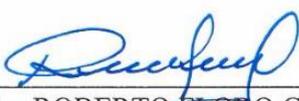
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

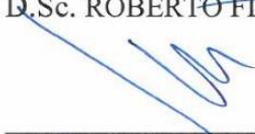


APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:


D.Sc. ROBERTO FLORO GALLEGOS ACERO

PRIMER MIEMBRO:


MVZ. SIMÓN FORAQUITA CHOQUE

SEGUNDO MIEMBRO:


D. Sc. BILO WENCESLAO CALSIN CALSIN

DIRECTOR / ASESOR:


M. Sc WILBUR RUBÉN AYMA FLORES

ASESOR:


PhD. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA

Área : Salud animal

Tema : Características textiles de la fibra de Alpaca

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15/03/2019

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, vitalidad y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis amados padres Juan Antonio Garcia Colque y Cirila Metodia Yunga Avendaño por darme la vida, valores, principios y alimentarme con sueños y motivación constante para mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos Mayumi, Maycol y Katya con quienes siempre puedo contar por ayuda desinteresada y sincera.

A Javier por el apoyo incondicional que me brinda cada día.

A mis amigos de Medicina Veterinaria y Zootecnia por estar conmigo y apoyarme siempre anímicamente.

Noemi Monica Garcia Yunga.

AGRADECIMIENTO

A la universidad Nacional del Altiplano, y a la Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia por haberme albergado en cada año de mi formación y darme la oportunidad de cumplir mis sueños.

A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por guiarme y enseñarme la senda para convertirme en médico.

Al Dr. Wilbur Rubén Ayma Flores quien fue mi director de tesis, es un gran maestro, amigo, y una excelente persona, con quien puedo contar cada vez que necesite ayuda.

Al Dr. José Luis Bautista Pampa quien fue mi asesor en la presente investigación es un gran maestro, amigo, con quien puedo contar cada vez que necesite ayuda.

A los miembros del jurado Dr. Roberto Floro Gallegos Acero, Dr Simón Foraquita Choque y Dr. Bilo Wenceslao Calsin Calsin, cuyas correcciones fue valiosa durante el proceso de elaboración de tesis.

A todos mis familiares que me acompañaron a lo largo de mi existencia, brindándome cariño y apoyo dándome ánimos así mismo ayudándome en que fuera posible, gracias por los consejos y la orientación.

A todos mis compañeros de la promoción 2016 II, amigos y familiares que de una u otra forma contribuyeron en el logro del presente.

En especial a mis amigos: Madeleyne, Juan, Sandro, Rony, Micchel, Estefani, Huildo, Milagros, Italo, Katherin L. y Midwar de pregrado y con quienes siempre comparto sueños, metas, anécdotas, y muchas experiencias.

El presente trabajo de investigación es un esfuerzo en el cual directa o indirectamente participaron personajes contribuyendo en diferentes aspectos, con el único fin de concretarlo en forma satisfactoria; a todos ellos quedo infinitamente correspondido.

Con gratitud verdadera:

Noemi Monica Garcia Yunga

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Objetivos de la investigación	14
1.1.1 Objetivo general	14
1.1.2 Objetivo específicos	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. Características textiles de la fibra de alpaca	16
2.1.1 Diámetro medio de fibra	16
2.1.2 Coeficiente de variación de diámetro medio de fibra	18
2.1.3 Factor de confort	19
2.1.4 Finura al hilado	19
2.1.5 Índice de curvatura de la fibra	21
2.2. Equipos de análisis del diámetro de fibra.	23
2.2.1 Análisis óptico del diámetro de fibra (OFDA).	23
2.3. Antecedentes	24
2.3.1 Diámetro medio de fibra según edad.	24
2.3.2 Coeficiente de variabilidad del diámetro medio según edad.	30
2.3.3 Factor de confort (FC)	33
2.3.4 Finura al hilado (FH).	37
2.3.5 Índice de Curvatura.....	39
2.3.6 Correlación del diámetro de fibra y el factor de confort de la fibra.	42
2.4.6 Correlación del diámetro de fibra y la finura al hilado de la fibra.....	42
2.5.6 Correlación del diámetro de fibra y el índice de curvatura de la fibra.	42
III. MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1. Lugar de estudio	44
3.1.1. Vegetación	45
3.2. Material Experimental	46
3.2.1. Identificación y tamaño de muestra	46

3.2.3. Materiales y Equipo utilizados para realizar el análisis de fibra en el laboratorio.....	47
3.3. Metodología	47
3.4. Análisis estadístico	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
4.1. Diámetro medio de fibra.....	53
V. CONCLUSIONES.....	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del CIP Chuquibambilla.....	45
Figura 2.Representación del índice de curvatura.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diámetro medio de fibra (μm) de alpaca Suri hembras de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.	53
Tabla 2: Coeficiente de variabilidad de diámetro medio de fibra (%) en alpacas Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.....	56
Tabla 3: Factor de confort de fibra (%) en alpacas hembras Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.	58
Tabla 4: Finura al hilado de fibra (μm) en alpacas hembras Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.	61
Tabla 5: Índice de curvatura de fibra ($^{\circ}/\text{mm}$) en alpacas hembras Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.	63
Tabla 6: Correlación del diámetro medio de fibra entre el índice de curvatura, factor de confort y finura al hilado en alpacas hembras Suri.....	66

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

FAO	= Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura
OFDA	= Analizador óptico de Fibras
CIP	= Centro de Investigación y Producción
FH	= finura al hilado
FC	= factor de confort
IC	= índice de curvatura
DF	= diámetro de fibra
CVDF	= coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra
μ	= micrómetros
g	= gramo
mm	= milímetro
CS	= camélidos sudamericanos

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Chuquibambilla perteneciente a la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en distrito Umachiri, provincia Melgar, a 3970 m de altitud. El objetivo fue determinar las características textiles de la fibra de alpaca hembra Suri: el diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura en función a la edad y la correlación del diámetro de fibra entre factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura. Se analizaron 180 muestras de fibra utilizando el equipo OFDA 2000, se empleó el diseño completamente al azar y el coeficiente de correlación de Pearson y la prueba de significación múltiple de Duncan, mediante el SAS versión 9.4. Los resultados para diámetro de fibra fue de $24,70 \pm 2,95 \mu\text{m}$, donde los valores aumentaron de acuerdo a 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; el coeficiente de variación del diámetro de fibra fue de $21,46 \pm 1,80 \%$, el factor de confort fue 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 índice de curvatura fue de $21,46 \text{ }^\circ/\text{mm}$ y la finura al hilado fue 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 correlación del diámetro de fibra entre el factor de confort fue de $-0,90530$; diámetro de fibra entre finura al hilado fue de $0,96750$ y finalmente el diámetro de fibra entre índice de curvatura fue de $-0,34502$. Se concluye, el diámetro de fibra se incrementa significativamente con edad del animal, el factor de confort disminuye conforme avanza la edad, la correlación del diámetro de fibra entre el factor de confort, e índice de curvatura guardan una relación inversa y alta correlación con finura al hilado.

Palabras clave: alpaca, confort, curvatura., diámetro, fibra, Suri.

ABSTRACT

The work was carried out in the Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla, the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, located in the district of Umachiri, Melgar province, at 3970 m altitude. The objective was to determine the characteristics of the fiber: the diameter, the coefficient of variation of the diameter, the comfort factor, the index of curvature as a function of age and the correlation of the diameter of the fiber between the comfort factor, the fineness and index of curvature. 180 fiber samples were analyzed using the OFDA 2000 equipment, the chance and the Pearson correlation coefficient and Duncan's multiple significance test were developed using SAS version 9.4. The results of the diameter of the fiber was $24.70 \pm 2.95 \mu\text{m}$, where the values increased according to the alpaca age of $19.80 \pm 1.62 \mu\text{m}$ in the first year to $27.57 \pm 4.00 \mu\text{m}$ in the ninth year ($P < 0.05$); The coefficient of variation of the diameter of the fiber was $21.46 \pm 1.80\%$, the comfort factor was $82.53 \pm 12.67\%$. The values decreased according to the age of the alpaca from 95.88 ± 3.23 in the first year to 71.30 ± 22.11 in the ninth year ($P < 5$); the index of curvature was of $21.46^\circ / \text{mm}$ and the fineness to the spinning was of $24.21 \pm 2.97 \mu\text{m}$. The values were increased according to the age of the alpacas in the first year it was $20.16 \pm 1.72 \mu\text{m}$ until 26.76 ± 3.90 the ninth year ($P < 5$). The correlation of the diameter of the fiber between the comfort factor was -0.90530 ; The diameter of the fiber between the fineness and the weight of 0.96750 and finally the diameter of the fiber between the index of curvature and -0.34502 . It is concluded, the diameter of the fiber increases the age of the animal, the comfort factor adjusts to the age, the correlation of the diameter of the fiber between the comfort factor and the index of curvature. When spinning

Key Words: Alpaca, comfort, curvature, diameter, fiber, suri.

I. INTRODUCCIÓN

La población de alpacas Suri en el Perú es 442.013 con un 12.0% de la producción total de alpacas. Se encuentran principalmente en las zonas alto andinas: Puno, Cusco, Arequipa, Huancavelica y Ayacucho (INEI., 2012). Puno constituye el primer productor de esta especie (*Vicugna pacos*) en el mundo; la crianza de camélidos sudamericanos es un rubro especial, porque viven entre los 3800 a 5000 m de altitud, soportan las inclemencias del clima frígido propias de esta zona, donde prosperan variedades de pastos naturales adaptados a la ecología alto andina. Es ahí, que la alpaca juega un rol importante desde el punto de vista social, económico y ecológico. Hay carencia de información sobre datos de las características textiles de la fibra de alpaca Suri en la región alto andina. Su importancia social radica en que miles de familias se dedican a esta crianza, siendo el único medio de ingreso económico y sustento para la satisfacción de sus necesidades vitales y por la diversidad de las fibras naturales de color, revelan su importancia ecológica (Solís, 1997).

La crianza de alpacas en el país está en manos de comunidades, medianos y pequeños productores, el mayor porcentaje de productores viven en condiciones de pobreza y extrema pobreza y es una importante fuente de ingreso para los criadores, los ingresos per cápita percibidas por los criadores de alpacas son los más bajos del país. (CONOPA, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2011)

La fibra de las alpacas constituye una alternativa de desarrollo industrial, mediante la exportación de fibra procesada o en textiles. Sin embargo, en el proceso de mejoramiento genético de las alpacas y en la comercialización de su fibra hace énfasis en la calidad de fibra que demanda la industria exigiendo esta una fibra de una mejor homogeneidad en cuanto a diámetro y longitud de la fibra (FAO, 2005). Los factores que determinan la

calidad de la fibra son el diámetro medio de la fibra, el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort (porcentaje de fibras menores a 30 μm), el índice de curvatura y la finura al hilado, del mismo modo la presencia de fibra medulada afecta negativamente el valor textil, debido al vacío medulado no se tiñen bien y generalmente aparecen mucho más translúcida que las fibras no meduladas. (Carpio, 1991; Rodríguez, 2006).

En los últimos tiempos el interés por la producción de los camélidos sudamericanos se ha incrementado a nivel mundial, esto debido principalmente a las características de su fibra que compite en el mercado internacional con las fibras más finas (Quispe, 2010); este acontecimiento ha despertado el interés de productores e investigadores de los principales países involucrados en la producción de la fibra de alpacas (Perú, Estados Unidos y Australia) para definir las características relacionadas a la producción de la fibra, y de esa manera establecer programas de mejoramiento (Wuliji et al., 2000; Gutiérrez *et al.*, 2009).

Sin embargo la calidad de la fibra de alpaca producida en el país ha decrecido notoriamente y esta es cada vez más gruesa, seca, quebradiza, producto de vellones menos uniformes, el promedio nacional del diámetro medio de fibra se estima en 32 μm (Quispe *et al.*, 2009); trayendo como consecuencia un progresivo deterioro en su precio y por consiguiente, en los ingresos de los criadores alto andinos, uno de los sectores más pobres del Perú (Wheeler, 1995; Kadwell *et al.*, 2001); por lo tanto surge la necesidad de consolidar programas de mejora genética.

Las decisiones de mejorar genéticamente la fibra de alpaca por parte de empresas de la industria textil están siendo centradas en las características de la fibra de alpaca especialmente en reducir el diámetro de fibra, porque para la confección de prendas

lujosas son requeridas las fibras finas. Del mismo modo aún no se resolvió el problema de picazón que sienten los usuarios y se ha atribuido que las fibras meduladas producen incomodidad cuando están en contacto con la piel (Holt, 2006). Además estas fibras tiene una baja resistencia a la tracción y rígidas que sobresales de las prendas a simple vista dando una mala apariencia, afectando indirectamente en el precio de fibra.

Bajo esta circunstancia, se realizó el presente trabajo de investigación, con el propósito de establecer información objetiva la misma que permitirá un programa de mejoramiento genético en alpacas Suri, en relación al diámetro de fibra. Y al mismo tiempo existirá la posibilidad de dar un mayor valor agregado al precio de la fibra, lo cual será a favor de los productores alpaqueros y de tal manera mejorará el nivel de vida del productor andino. En tal sentido en el presente estudio se planteó los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo general

Determinar las características textiles de la fibra de alpaca (diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura, finura al hilado) y determinar las correlaciones fenotípicas (diámetro de fibra/factor de confort, diámetro de fibra/finura al hilado, diámetro de fibra/índice de curvatura) de la fibra en alpacas Suri de uno a nueve años de edad del Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla.

1.1.2 Objetivo específicos

- Determinar el diámetro de fibra en alpacas Suri hembras según la edad.
- Determinar el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra en alpacas Suri hembras acuerdo a la edad.

- Determinar la finura al hilado en alpacas Suri hembras según la edad.
- Estimar el factor de confort de fibra de alpacas Suri hembras según la edad.
- Determinar el índice de curvatura en alpacas Suri hembras según la edad.
- Determinar las correlaciones fenotípicas entre las variables (diámetro de fibra/factor de confort, diámetro de fibra/finura al hilado, diámetro de fibra/índice de curvatura).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características textiles de la fibra de alpaca

Las características de la fibra de alpaca son clasificados como características productivas (peso de vellón sucio y diámetro de fibra) y características textiles (coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, factor de picazón, índice de curvatura, finura al hilado, punto de rotura, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, tasa de medulación y rendimiento al lavado), fueron descritos por Quispe *et al.* (2013)

2.1.1 Diámetro medio de fibra

El diámetro de fibra es la medida del grosor, calibre o finura de la fibra y representa la particularidad más valiosa para su apreciación cualitativa. (Carpio, 1991)

Se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente (Gillespie y Flanders, 2010). Se mide en micrómetros (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, 2010; Poppi y McLennan, 2010). El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como una característica importante de la fibra (Lee *et al.*, 2001). En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformados en hilos de manera que sea adecuen para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn *et al.*, 2006; Rowe, 2010).

Las fibras de acuerdo a su finura se pueden clasificar en fibras muy finas que tiene un diámetro promedio menor de 16 μ , (por ejemplo las de la vicuña, paco vicuña); fibra de híbrido proveniente de cabras llamada Cashgora, pelo de camello y el pelo de Yack cuyo diámetro esta entre 16 a 19 μ y fibras gruesas que agrupa a las fibras de llama y alpaca. En general el vellón de la alpaca exhibe una

gran desuniformidad de diámetro debido, entre otras razones, a su escaso grado de mejoramiento y selección (Tapia, 1999).

Con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). Paradójicamente, las fibras gruesas son particularmente adecuados para la confección de productos textiles de menor lujo y se utilizan para la confección de alfombras, ropa de abrigo y frazadas (Poppi y Mclellan, 2010).

El diámetro de fibra está sujeto a variación, la misma que depende de las características genéticas, el medio ambiente de donde provienen y el color del vellón (Calle, 1982). Las variaciones en el diámetro son causadas también por cambios fisiológicos en el animal debido a la nutrición, gestación, lactación, destete o enfermedades, así como por factores tales como la edad, sexo, raza, temperatura, fotoperiodo, estrés, época del año, época de empadre, época de esquila, sanidad y otros factores característicos del medio ambiente alto andino (Cruz *et al.*, 2017).

La mayor parte de la población de alpacas del Perú, como resultado del déficit alimenticio, producen fibras más finas que a su vez conduce a obtener vellones de bajo rendimiento y que el diámetro de la fibra de alpaca tiende a engrosar con la edad (Calle, 1982).

La fibra de la alpaca Suri es aparentemente más fina que la Huacaya. Este mismo autor asigna 26 a 28 micras como la finura promedio más probable para la fibra de alpaca que se lanza al mercado (Villarroel, 1991).

2.1.2 Coeficiente de variación de diámetro medio de fibra

El coeficiente de variación del diámetro medio de la fibra (CVDMF) es una medida de 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 CVDMF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón. Dentro de una mecha el diámetro de fibra puede tener un coeficiente de variación tan bajo como 14% en la lana. Muchas características del procesamiento y propiedades de los tejidos dependen primariamente del diámetro promedio de fibra, pero también son afectados por la dispersión del diámetro. Esta última variación es atribuible a factores ambientales a través del año. Así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse (Carpio, 1991).

El estudio de variación del diámetro a lo largo de la fibra, es una herramienta útil para observar la respuesta del animal frente a las situaciones medio ambientales a través del periodo de crecimiento de la fibra (Hansford, 1997). El coeficiente de variabilidad no debe superar el 24%, ya que se considera 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). Un vellón con coeficiente de variación más bajo indica una mayor uniformidad de diámetro de fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005)

Existen dos fuentes de variación del diámetro de fibra que es medida en una muestra. La primera, está referida a la variación dentro de una mecha y la

segunda está referida a la variación a lo largo de la mecha. El 80% de la variación se refiere a la primera (que es a la que se refiere el CVDMF), mientras que el 20% se refiere a la segunda. Un 24% representa el límite para el rendimiento textil acorde a su diámetro y se encuentra asociada al rendimiento del hilado o diámetro ajustado a la hilatura, cuyo cálculo está basada en el diámetro de fibra con un valor estándar para el CVDMF de 24%. Por lo que si este CVDMF se redujera en 5% su finura se vería virtualmente reducida en 1 micrón (Quispe, 2010).

2.1.3 Factor de confort

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras el confort es mayor (Mcgregor y Butler, 2004). En contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras (Baxter y Cottle, 2010; Wood, 2003). Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables sin embargo las 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 los hilos son relativamente gruesas, sin embargo, si estos hilos fueran más delgados serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel (Sacchero, 2008; McColl, 2004; Mueller, 2007)

2.1.4 Finura al hilado

Esta es una medición que se obtiene usando el diámetro de fibra y el coeficiente de variación, con la finalidad de poder estimar el rendimiento de la fibra cuando se hace girar en el hilado (Aylan-Parker y McGregor, 2002; Ormachea, 2012)

La finura al hilado (FH) expresada en micras (spinning fineness), abastece 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 (CVDMF) y mide la procesabilidad de la fibra. La idea original viene de Martin Dale (1945), que fue analizada y planteada por Anderson (1976) como “effective fineness” y que, posteriormente fue reformada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado (Butler y Dolling, 1995) y es una característica fuertemente heredable. 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:

$Fe = DMF \sqrt{1 + 5 * (CVDF/100)^2}$, finura efectiva (effective fineness) y lo usó 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 μm y 20,0 %, respectivamente, produce un hilado más uniforme que otro top con MDF 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 blanco la finura al hilado es de 20,9 μm observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

2.1.5 Índice de curvatura de la fibra

El IC de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras; 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).

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

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

La importancia del rizado de la fibra siempre ha abierto debate en la industria textil de la lana, estimándose en los casos que lanas con bajo rizado son mejores que lanas con alto rizado y en otros que esta característica está asociada con la uniformidad en la finura y por lo tanto la presencia abundante de rizos es señal de buena calidad, lo que parece ocurrir en alpacas Huacaya (Bustinza, 2001).

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).

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

2.2. Equipos de análisis del diámetro de fibra.

El diámetro de fibra constituye la medida objetiva de mayor importancia. De allí se empezó a desarrollar varios instrumentos de medición. En un principio se empleaban los microscopios de proyección (lanómetros), pero debido a su mayor laboriosidad y tiempo se buscaron otros equipos más precisos y rápidos. El *Air Flow* fue un avance importante en este sentido. Sin embargo, a pesar de su rapidez y precisión, este no informaba la frecuencia de los distintos diámetros presentes en la muestra. En los últimos años, se ha extendido el uso de nuevos instrumentos de medición, el Laserscan y el OFDA. Estos además de ser rápidos y precisos, proporcionan una información adicional sobre la frecuencia de los diámetros y su variabilidad. (Díaz, 2014)

2.2.1 Análisis óptico del diámetro de fibra (OFDA).

El OFDA (Optical Fibre Diameter Analyser) fue un instrumento que se basó en la tecnología de digitalización de imágenes e analizador óptico de las mismas, su modelo precursor fue el OFDA 100. El OFDA 2000 es uno de los equipos de medición del diámetro de fibra, instrumento que permite utilizarse dentro del centro de producción, es capaz de medir el diámetro de muestras de vellón sucio. Durante el proceso de la medición muestra la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra. Requiere de un calibrador de temperatura y humedad relativa que debe ser ajustado según las condiciones

ambientales de la instalación y así las muestras son previamente acondicionadas al medio ambiente (McColl, 2004).

El OFDA 2000 es un instrumento que permite medir las características de fibras a lo largo de las mechas sucias en tiempo real aplicando factor de corrección por grasa y es útil en programas de mejoramiento genético en alpacas (Ormachea, 2012). El equipo está diseñado para trabajar en condición desfavorables, está constituido de una forma muy robusta, y tiene una excelente rapidez. Es absolutamente portátil pesa 17 kg. Posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales un procesador equipado con Windows 98, donde hace correr su potente software (Baxter, 2002).

La OFDA es un microscopio de vídeo situado por encima de una muestra en movimiento de las fibras. El instrumento se amplía y captura imágenes de las fibras individuales utilizando una cámara de vídeo y luego identifica y valora cada fibra. Cada diámetro de la fibra se mide con una resolución de 1 micra (UM) y el diámetro medio y la desviación estándar combinada se calculan con una resolución de 0,01 um (Ormachea, 2012).

2.3. Antecedentes

2.3.1 Diámetro medio de fibra según edad.

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, 2011). De igual

manera en un estudio en el Centro de Investigación y Producción La Raya, FMVZ – UNA, en el 2006 obtuvo un promedio de fibra en la raza Suri de 25.97 micras y ligeramente más finas en Huacaya con promedio de 25.06 micras ($P \leq 0.05$) y reportando una finura de la fibra de acuerdo a la edad fue de 22.73 μ y 22.87 μ para las edades de 1 y 2 años y fueron más finas respecto a otras edades. La finura intermedia fue: 24.41 μ , 25.71 μ y 26.18 μ en 3, 4 y 5 años de edad ($P \leq 0.01$) (Bautista y Medina, 2010). El diámetro medio de fibra fue de $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$, presentan mayor finura alpacas del CIP La Raya ($21,60 \pm 2,07 \mu\text{m}$) que alpacas del CIP Chuquibambilla ($22,52 \pm 2,15 \mu\text{m}$), con diferencia estadística en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$). (Calsin, 2017).

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).

En un estudio en la provincia de Tarata - Tacna, obtuvo un promedio de 22,45 μ en la Raza Huacaya y 21.48 μ en la raza Suri respectivamente. Donde la raza Huacaya posee fibras más gruesas que la raza Suri. Donde el promedio de diámetro de fibra de la raza Suri de acuerdo a la edad es de 19.45 μm para animales de un año, 22.27 μm para dos años, 22.93 μm para tres años y 22.08 μm para animales 4 años de edad (Flores, 2009).

Un estudio de determinación del diámetro medio de fibra de alpaca Suri y Huacaya mediante datos de Pacamarca SA, reportan el diámetro de la fibra en la raza Suri es de 24.71 y en la raza Huacaya de 22.97 (Pérez *et al.*, 2010).

Con la finalidad de conocer la influencia de los estados de gestación y lactancia en el desempeño productivo en la fibra en alpacas de la granja experimental Pacamarca, se utilizaron 8 648 registros de 1 541 hembras y 366 machos de ecotipo Huacaya y 2 410 registros de 374 hembras y 132 machos de ecotipo Suri, registrados de 2001 a 2015 pertenecientes a animales de tres o más años de edad. Los ecotipos Huacaya y Suri fueron analizados independientemente, todos los efectos incluidos en el modelo aparecieron como altamente significativos, siendo las diferencias pareadas menos significativas en Suri debido al menor número de registros. La edad tuvo un efecto muy importante que aumentó 3,71 μm de 3 a 9 años en Huacaya y 4,52 μm en Suri. Se encontró una diferencia de 3,09 μm en Huacaya y 5,93 μm en Suri entre las alpacas de color oscuro y blanco; estos resultados recomiendan modificar el modelo de evaluación genética ajustando el estado fisiológico de las hembras para aumentar la precisión de los valores de cría utilizados para seleccionar animales en el esquema de cría de la granja (Cruz *et al.*, 2017)

Con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani provincia de Carabaya del departamento de Puno se analizaron 240 muestras de fibra en el equipo OFDA 2000; 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).

Una investigación en 203 alpacas de ocho comunidades de la región alto andina de Huancavelica reportan que más del 60% de las alpacas tuvieron el vellón con medias del diámetro de $\leq 23 \mu$, lo cual corresponde a fibras de la mejor calidad, de acuerdo a la clasificación; y cerca del 4% tuvieron vellones de la calidad más baja (con medias de diámetro de fibra $> 29 \mu$); el diámetro medio de fibra fue de $22,70 \pm 0,02 \mu\text{m}$, variando de acuerdo a la edad, sexo y comunidad de origen (Montes *et al.*, 2008).

En un estudio 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 *et al.*, 2006). Por otra parte en una investigación en el Sur este de Australia, los resultados del análisis de fibra de las alpacas de la raza Huacaya y Suri muestran que el incremento del diámetro de fibra no afecta al peso de vellón grasiento, pero el porcentaje de fibras meduladas aumenta con el incremento del diámetro de fibra así como con el avance de la edad (29 a $33 \mu\text{m}$), por consiguiente aproximadamente el 10 % del total de alpacas Huacaya tienen un diámetro de fibra menor de $24 \mu\text{m}$, mientras en alpaca Suri el 14% tienen el diámetro de fibra menor a $24 \mu\text{m}$. En ambas razas el 50% de los vellones tienen un diámetro de fibra mayor a $29,9 \mu\text{m}$. La incidencia de fibra medulada muestra un incremento lineal de 10 a 60 % respecto al peso y el incremento en el promedio de diámetro de fibra de 20 a $36 \mu\text{m}$ (Mc Gregor, 2006). Del mismo modo, al analizar un programa de mejora

genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro medio de fibra de 25,70 μm con valores extremos de 23,40 a 27,30 μm (Ponzoni *et al.*, 1999)

En zonas con condiciones ambientales similares en Chile, setenta y siete alpacas Huacaya procedentes de productores, las alpacas fueron clasificadas en base a color (blanco o marrón) y edad 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 μm (Crossley *et al.*, 2014).

En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones de diámetro de fibra por edad es de 24.62 μm para animales de dos años, 25.57 μm para tres años y 26.74 μm para animales 4 años de edad (Huamani y Gonzales, 2004). En animales tuis es de 20.75 μm y 23 μm para animales adultos (Quispe *et al.*, 2009).

Cuadro 1: Promedio del diámetro medio de fibra (μm) en alpacas según edad.

FUENTE	RAZA	EDAD (años)							LUGAR DE ESTUDIO
		1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años	
Calsin (2017)	Suri		22,52 \pm 2.15 μm						CIP Chuquibambilla – Región Puno - Perú
Ormachea <i>et al.</i> (2015)	Huacaya		19,60 \pm 2,09 μm	21,07 \pm 2,56 μm	22,28 \pm 2,45 μm				Carabaya-Región Puno - Perú
Velarde (2011)	Suri	20,36 \pm 1.39 μm	22,02 \pm 1.61 μm	22,97 \pm 1.94 μm	24,12 \pm 1.27 μm	24,19 \pm 1.18 μm			CIP LA RAYA- Región Puno - Perú
Bautista y Medina (2010)	Suri	22,73 \pm 2.09 μm	22,87 \pm 3.00 μm	24,41 \pm 3.51 μm	25,71 \pm 2.87 μm	26,18 \pm 3.13 μm	27.90 \pm 2.80 μm		CIP LA RAYA- Región Puno - Perú
Flores (2009)	Suri	19,45 μm	22,27 μm	22,93 μm	22,08 μm				Tarata - Región Tacna - Perú
Montes <i>et al.</i> (2008)	Huacaya	21.65 \pm 4.76	22.16 \pm 4.87	22.83 \pm 5.02	23.84 \pm 5.24				Región Huancavelica - Perú
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Huacaya	24.3 \pm 6.0	26.5 \pm 6.46	30.1 \pm 7.10					E.E. U.U
Huamani y Gonzales (2004)	Huacaya		24.62 μm	25,57 μm	26.74 μm				Región Huancavelica - Perú

2.3.2 Coeficiente de variabilidad del diámetro medio según edad.

Para conocer los valores normales de la variabilidad del diámetro de fibra, se recopiló datos de más de 100 mil muestras de vellón, analizadas con OFDA, provenientes de más de mil majadas de Australia y Nueva Zelanda y obtuvieron un coeficiente de variabilidad de 18 y 19% (Baxter *et al.*, 1992).

El CVMDF resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil 22.14% y 20.34%, (Laime *et al.*, 2016). siendo incluso inferior a valores de 23.48 a 28.10% reportado en alpacas (Lupton *et al.*, 2006; Mcgregor, 2002; Mcgregor & Butler, 2004; Wang *et al.*, 2004). Esta característica tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), resultando conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye 1 μm por cada 5% de disminución (Laime *et al.*, 2016).

En la provincia de Tarata – Tacna, en la raza Suri obtuvo el CVMDF de 14%, 18%, 12% y 9% para las edades de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente. (Flores, 2009).

Sobre el particular en alpacas Huacaya de Estados Unidos (Lupton *et al.*, 2006) reporta valores de 25.0%, 24.4% y 23.6% en alpacas de uno, dos y más de dos años de edad;

En alpacas Huacayas procedentes de las zonas altas de Apurímac, cifrando valores de 21.3%; 21.2%; 21.1%; y 21.3% en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. (Vásquez *et al.*, 2015)

(Quispe *et al.*, 2009) al evaluar diversas unidades productivas en comunidades de la región Huancavelica reporta un promedio del coeficiente de

variación del diámetro de fibra de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente.

(Manso, 2011) en alpacas Huacaya en Huancavelica cita valores de 26.03%, 22.73%, 22.76% y 22.16% en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro y boca llena, respectivamente.

El diámetro de fibra de cerca del 35% de los vellones tuvieron un coeficiente de variación $< 20\%$, solo un 13% tuvieron un coeficiente mayor al 25%. La media del diámetro de fibra global fue de 22.7 μm (Montes *et al.*, 2008) posee un coeficiente de variación de 24.10% respectivamente de muestras de vellón provenientes de alpacas australianas (Ponzoni, 2000).

Cuadro 2: Promedio del coeficiente de variación del diámetro medio de fibra en alpacas según edad.

FUENTE	RAZA	EDAD (años)					LUGAR DE ESTUDIO
		1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	
Gil (2017)	Huacaya	26,72%	26,48%	25,69%	24,49%	23,21%	Región Puno – Perú
Vásquez <i>et al</i> (2015)	Huacaya	21,3 %	21,2 %	21,1 %	21,3 %		Región Apurímac
Checmapocco (2013)	Huacaya	26,32%					Región Puno – Perú
Manso (2011)	Huacaya	26,03 %	22,73 %	22,76 %	22,16 %		Región Huancavelica - Perú
Flores (2009)	Suri	14 %	18 %	12 %	9 %		Tarata - Región Tacna - Perú
Quispe <i>et al</i> (2009)	Huacaya	23,12 %	22,56 %	22,51 %	22,41%		Región Huancavelica - Perú
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Huacaya	25,0 %	24,4 %	23,6 %			E.E. U.U.

2.3.3 Factor de confort (FC)

En 150 muestras de fibra, se determinó el factor de confort de fibra (%) de alpacas de la raza Suri en dos condiciones ecológica donde el FC fue 91,71% en CIP Chuquibambilla y 92,30 en el CIP La Raya (Calsin, 2017).

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 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 $98,76 \pm 1,85$ % (Diaz, 2014).

En estudios realizados en la comunidad de Ischahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas Huacaya antes de la esquila; los resultados mostraron un índice de confort (IC) 98.7 %; 97.2 %; 95.2 % y 92.3 % en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Vásquez *et al.*, 2015).

Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 %. (McGregor, 2004), en estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 1999), mientras que Lupton *et al.* (2006), Trabajó en alpacas criados en EE.UU. sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39 ± 25.05 %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad fue de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente.

En las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani provincia de Carabaya, trabajando con 240 alpacas Huacaya de color blanco indican que la variable factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal debido a que los parámetros del diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, obteniendo los siguientes valores 97.50%, 95.85% y 93.43% en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad respectivamente. De igual manera indican que los vellones de alpacas hembras brindan un mayor factor de confort debido a que presentan un menor diámetro de fibra en comparación con los machos obteniendo los siguientes resultados en alpacas hembras 96.19% y 94.99% en machos. Sin embargo la comunidad no influye en la variación del factor de confort (Ormachea *et al.*, 2015).

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores del factor de confort de 95.34%, 92.99%, 90.22% en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)

En un estudio realizado en el CIP La Raya, donde trabajaron con alpacas de la raza Suri donde el mayor índice de confort se muestra al año de edad (93.91%) y esta disminuye hasta los cuatro años de edad (67.14%) el presente estudio fueron reportados por Fernández y Maquera (2013)

En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, encontraron valores de factor de picazón de $6,33 \% \pm 0,30 \%$ que correspondería a un factor de confort de 93,67 %, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Se sabe que mientras las fibras tienen menor

diámetro el confort es mayor (Quispe *et al.*, 2009). Asimismo, se reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre ésta característica (Quispe, 2010). El cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

El factor de confort probablemente esté relacionado con las fibras meduladas, en alpacas las fibras primarias son meduladas, mientras que las secundarias pueden ser meduladas y no meduladas. El promedio en animales jóvenes es más fina, con menor grado de medulación, y en las gruesas hay mayor presencia de médula; en llamas y alpacas, estos valores aumentan significativamente con la edad (McGregor, 2006).

El factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario (Sacchero, 2008). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor.

Cuadro 3: Promedio de factor de confort (%) en alpacas según edad.

FUENTE	RAZA	EDAD (años)						LUGAR DE ESTUDIO
		1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	
Roque y Ormachea (2018)	Huacaya		95.34%		92.99%		90.22 %	Región Puno - Perú
Calsin (2017)	Suri		91,71 %					CIP Chuquibambilla – Puno - Perú
Ormachea <i>et al.</i> (2015)	Huacaya		97.50%	95.85%	93.43%			Región Puno - Perú
Vásquez <i>et al.</i> (2015)	Huacaya	98,7 %	97,2 %	95,2 %	92,3 %			Región Apurímac- Perú
Díaz (2014)	Suri	95,58						Región Puno - Perú
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Huacaya	82,7%	74,10 %	58,60%				E.E.U.U.

2.3.4 Finura al hilado (FH).

En el sector Chocomaquilla, 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, 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 Huacaya antes de la esquila; los resultados mostraron una finura la 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 cifrando valores de $17,4 \pm 0,2 \mu\text{m}$; $19,2 \pm 0,2 \mu\text{m}$; $20,2 \pm 0,3 \mu\text{m}$ y $21,6 \pm 0,3 \mu\text{m}$ en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Vásquez *et al.*, 2015).

En alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de $20,90 \mu\text{m}$ observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

Se tomaron 40 muestras de alpacas suri machos de dos años de edad de los centros de investigación y Producción CIP Chuquibambilla y CIP La Raya, donde los resultados de finura al hilado según la condición ecológica el promedio general fue de $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$, donde los resultados obtenidos del CIP La Raya fue $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$ y CIP Chuquibambilla fue de $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$ (Calsin, 2017)

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de finura al hilado de $21.7 \pm 2.1 \mu\text{m}$, $23.8 \pm 2.1 \mu\text{m}$, $25.4 \pm 2.2 \mu\text{m}$ en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)

Cuadro 4: Finura al hilado en alpacas según edad.

FUENTE	RAZA	EDAD (años)						LUGAR DE ESTUDIO
		1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	
Roque y Ormachea (2018)	Huacaya		21.7 ± 2.1		23.8 ± 2.1		25.4 ± 2.2	Región Puno-Perú
Calsin (2017)	Suri		$23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$					CIP Chuquibambilla – Puno - Perú
Vásquez <i>et al</i> (2015)	Huacaya	$17.4 \pm 0.2 \mu\text{m}$	$19.2 \pm 0.2 \mu\text{m};$	$20.2 \pm 0.3 \mu\text{m}$	$21.6 \pm 0.3 \mu\text{m}$			Región Apurímac
Díaz (2014)	Suri	$20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$						Región Puno-Perú

2.3.5 Índice de Curvatura

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 reportando valores de 35.8 ± 0.5 °/mm; 36.9 ± 0.8 °/mm; 37.6 ± 0.7 °/mm y 38.2 ± 0.7 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente, (Vásquez *et al.*, 2015).

En alpacas Huacaya del distrito de Corani Flores *et al.* (2015) reporta valores de 40.87 ± 7.09 °/mm, 41.51 ± 6.75 °/mm y 41.85 ± 6.93 °/mm en alpacas de dos, tres y cuatro años, respectivamente.

En un estudio realizado en la comunidades del distrito de Corani – Carabaya – Puno indican que el lugar de procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura obteniendo los siguientes resultados 43.43 grad/mm, 42.21 grad/mm y 41.27 grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34 grad/mm y 42.26 grad/mm en machos (Ormachea *et al.*, 2015).

Estudios realizados en los centro de investigación y Producción CIP Chuquibambilla y CIP La Raya donde se tomaron 40 muestras de alpacas suri machos de dos años de edad, donde los resultados de índice de curvatura de fibra promedio general fue de $17,10 \pm 4,33$ °/mm, presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CIP 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 (Calsin, 2017).

Los resultados reportados de alpacas Huacaya procedentes de Huancavelica, reporta valores de 37.25 °/mm, 38.87 °/mm 40.12 °/mm y 35.32 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Manso, 2011)

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de índice de curvatura (grad/mm) de 38.35 ± 4.18 °/mm, 34.95 ± 3.71 °/mm, 31.74 ± 4.47 °/mm en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)

En EE.UU. se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006).

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 (Siguayro y Gutiérrez, 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).

Por otro lado, Vilcanqui (2008) encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34 grad/mm para machos y hembras, respectivamente; también, Marín (2007) reportó para alpacas Huacaya de un año de edad valores de 47.14 y 47.22 grad/mm para hembras y machos, respectivamente; no encontrando diferencias ($P > 0.05$) entre sexos.

Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra. Sin embargo indican que el índice de curvatura guarda cierta relación con el diámetro de fibra es decir a menor diámetro el grado de curvatura se incrementa tal como lo menciona (Holt, 2006; y Fish et al., 1999).

Cuadro 5: Promedio de índice de curvatura (mm) en alpacas según edad.

FUENTE	RAZA	EDAD (años)						LUGAR DE ESTUDIO
		1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	
Roque y Ormachea (2018)	Huacaya		38,35		34,95		31,74	Región Puno - Perú
Calsin (2017)	Suri		15,88					CIP Chuquibambilla - Puno - Perú
Vásquez <i>et al</i> (2015)	Huacaya	35,8	36,9	37,6	38,2			Región Apurímac - Perú
Flores <i>et al.</i> (2015)	Huacaya		40,87	41,51	41,85			Región Puno - Perú
Manso (2011)	Huacaya	37,25	38,87	40,12	35,32			Región Huancavelica - Perú
Lupton <i>et al</i> (2006)	Huacaya	34,6	33,7	29,7				EEUU

2.3.6 Correlación del diámetro de fibra y el factor de confort de la fibra.

Al realizar un estudio de correlación del diámetro de fibra con el factor de confort en el distrito de Corani en alpacas Huacaya de color blanco obtuvo valores de -0.4821 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. Ormachea *et al.*, (2015)

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

2.4.6 Correlación del diámetro de fibra y la finura al hilado de la fibra.

Al realizar un estudio con 120 alpacas Huacaya en el distrito de Ayaviri, provincia de Melga - Puno, obtuvo una relación positiva de intensidad alta lo cual fue 0.7500 e indica que las dos variables guardan una relación directa. (Roque y Ormachea, 2018), del mismo modo Vásquez *et al.*, (2015), reporta una correlación positiva (0.99).

2.5.6 Correlación del diámetro de fibra y el índice de curvatura de la fibra.

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, 2006).

Los coeficientes de correlación entre el índice de curvatura (expresado en grados / milímetro) y el diámetro de fibra (expresado en μm) fue de -0,64 y -0,79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri. (Holt, 2006).

Siguayro y Gutiérrez (2010) reportó la correlación entre estos caracteres, para alpacas machos es negativamente baja de -0.20 y de incidencia no significativa ($p>0.05$), para alpacas hembras negativamente muy baja de -0.14 y de incidencia no significativa ($p>0.05$), asimismo, la correlación para la especie (alpaca) negativamente muy baja de -0.18 y de incidencia no significativa ($p>0.05$).

Al realizar un estudio con 240 muestras en alpacas Huacaya de color blanco obtuvo valores de -0.4978 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. Ormachea *et al.*, (2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el mes de octubre de 2016 en el Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, situada en la región de Puno, Provincia de Melgar, distrito de Umachiri. Que está ubicado geográficamente próximo a las coordenadas 14° 47' 37'' de latitud Sur y 70° 47' 50'' longitud Oeste, y una altitud de 3 974 m; con una temperatura máxima de 20.4 °C en el mes de diciembre y una temperatura mínima de -18.4 °C en el mes de junio y un promedio de 8 °C anual, la zona tiene una precipitación pluvial promedio de 254.9 mm (agosto-diciembre) y de 129.9 mm (junio a diciembre) y promedio anual de 677,20 mm, se registró una humedad relativa promedio anual de 53 % (máxima 81%, mínima 18%); 12.79 horas de radiación solar anual en promedio; evaporación promedio de 41%, y presenta dos estaciones bien marcadas, la estación seca o crítica (mayo a setiembre), se caracteriza por la ausencia de lluvias, ambiente seco, bajas temperaturas, cielo despejado y la estación de lluvias o no crítica (octubre a abril) caracterizada por la presencia de precipitaciones pluviales, con temperaturas moderadas durante el día y la noche, esta es la estación que determina la cantidad y calidad de pastos que servirá de alimento durante la campaña anual (SENAMHI, 2016).

El análisis de las muestras se realizó en el Centro de Innovación y Producción (CIP) Quimsachata, del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA – Puno, que se encuentra ubicada entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román de la región Puno, a una altitud promedio de 4,300 msnm.

3.1.1. Vegetación

El Centro de Investigación y Producción de Chuquibambilla; cuenta con una conformación Fitoecológica que se encuentra disponible para la alimentación de alpacas; esta varía de acuerdo a las zonas que tienen el Centro, una plana o pampa y otra alta. La zona de pampa se diferencia por presentar una cobertura de pastos naturales divididos en potreros por cercos de alambre con abrevaderos en tiempos de secas y cuya población de pastos es como sigue: leguminosas, gramíneas, ciperáceas, juncáceas, teniendo como especies dominantes a la *Festuca dolichopylla*, *Alchemilla pinnata*, *Calamagrostis vicunarum*, *Mulembergia fastigiata*, *Trifolium amabile* y *Hordeum muticum*. Y en la zona alta; no cuenta con cercos de alambre y tiene menor disponibilidad de abrevaderos en tiempo de lluvias, y ausentes en épocas de secas, las especies de pastos, que se encuentran en esta parte alta son la: *Festuca dolichopylla*, *Margaricapus pinnatus*, *Festuca ortophilla*, *Stipa Ichu*. Son los más comunes (Belizario, 2000).



Figura 1. Localización geográfica del CIP Chuquibambilla

3.2. Material Experimental

3.2.1. Identificación y tamaño de muestra

En la identificación de alpacas se consideró alpacas Suri hembras de color blanco del CIP Chuquibambilla, libres de defectos genéticos (ojos zarcos, machados, prognatismo inferior o superior, etc), el tamaño muestral fue de 180 alpacas, colectando 20 muestras por edad; tomando como referencia para el tamaño muestral los estudios de Braga *et al.*, (2007). Las alpacas se eligieron por muestreo simple aleatorio.

Se eligieron hembras porque en el CIP Chuquibambilla se realiza la venta de los machos al año de edad y por lo tanto existe mayor población de hembras.

3.2.2. Materiales y Equipos utilizados para la toma de muestra en campo

Materiales

- Tarjetas para identificación de muestras
- Bolsitas de polietileno
- Libreta de campo
- Tijeras
- Mameluco
- Lapiceros
- Botas
- Mandil
- Sogas
- Marcadores
- Lapiceros

3.2.3. Materiales y Equipo utilizados para realizar el análisis de fibra en el laboratorio

- Baño maría
- Detergente
- Pinzas mosquito
- Mandil
- Guantes
- OFDA 2000, modelo 2145 con procesador de Windows 8, el cual permite procesar la lectura en datos cuantitativos.
- Impresora
- Laptop
- Cámara digital

3.3. Metodología

3.3.1. Identificación de alpacas

La determinación de edad de las alpacas Suri hembras de color blanco se realizó mediante el arete de identificación propiamente dicho que tiene cada alpaca en el CIP Chuquibambilla y de tal manera se utilizó marcadores para identificarlas.

3.3.2. Obtención de muestras de fibra

La toma de muestra se realizó en un animal de pie, se utilizó tijeras y se cortó una mecha de fibra de la región del costillar medio, donde se obtuvo una cantidad aproximada de 3 gramos.

Inmediatamente las muestras fueron depositadas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con su rotulo, donde se consideraron los siguientes datos: procedencia, número de arete, edad de la alpaca, fecha de obtención de la muestra; posteriormente de obtener las 180 muestras de fibra fueron llevadas al Anexo Quimsachata.

3.3.3. Lavado y secado de la fibra

En el Anexo CIP Quimsachata las fibras fueron lavadas en baño maría a una temperatura de 62° a 65°C y luego se puso a secar en el mismo laboratorio durante un día, para analizarlas limpias y obtener un mejor resultado.

3.3.4. Procesamiento del análisis de fibra

Análisis del diámetro de fibra, coeficiente de variación de diámetro de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura.

a) Determinación del diámetro medio de fibra, coeficiente de variación de diámetro medio de fibra

Las 180 muestras fueron analizadas con la finalidad de determinar el diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de la fibra, para el análisis se utilizó el equipo OFDA 2000, lo cual este equipo se encuentra en el Anexo CIP Quimsachata.

El análisis de las características textiles se realizó utilizando OFDA 2000 siguiendo las recomendaciones dadas por (Brims *et al.*, 1999).

- Al iniciar el trabajo primero se realizó el calibrado del equipo usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.

- Luego se preparó una mecha de muestra de fibra de alpaca con su respectiva identificación, que fueron puestas en un soporte de porta muestra (rejilla), inmediatamente se utilizó un pequeño equipo auxiliar de soporte de porta-muestra que tiene un ventilador en su parte inferior. Este tiene por objeto dos funciones básicas; permite al operador desplegar y preparar adecuadamente las mechas a medir sin que la corriente de aire dificulten la tarea de preparación y hacer pasar a través de la muestra a medir una buena cantidad de aire, logrando que la humedad de la muestra sea el adecuado a las condiciones del ambiente donde se realizó la tarea, ya que el propio equipo tiene un sensor de humedad y temperatura para registrar las condiciones durante la medición y corregir a cada una de las lecturas por humedad y temperatura de ambiente.

b) **Determinación del factor de confort**

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

c) **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.

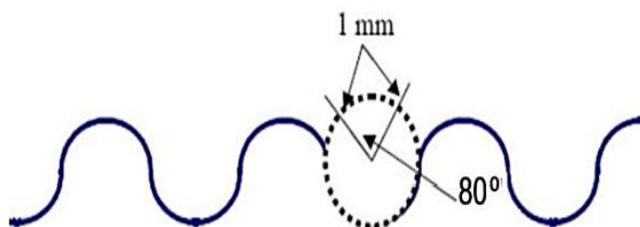


Figura 2. Representación del índice de curvatura

d) Determinación de finura al hilado

Se determinó mediante el equipo OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra. Se determinó utilizando la fórmula de finura al hilado (Butler & Dolling, 1992) y corresponde a effective fineness.

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

Donde:

0.881, 1 y 5 = constantes establecidas

FH = Finura al hilado

MDF = Diámetro medio de fibra

CVMDF = Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

3.4. Análisis estadístico

3.4.1 Estadística descriptiva.

Se determinaron medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (coeficiente de variabilidad, desviación estándar).

3.4.2 Diseño experimental

El trabajo de investigación fue conducido con un diseño completo al azar (DCA) para las variables: diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado; siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = variable respuesta

μ = promedio general

T_i = efecto de la edad (1 a 9 años)

E_{ij} = error experimental

Para determinar el coeficiente de correlación del diámetro de fibra entre factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura, se utilizó el método de Pearson, con la siguiente formula:

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n}}{\sqrt{\left[\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \right] \left[\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} \right]}}$$

Donde:

X = variable del diámetro de fibra

Y = variable índice de curvatura, finura al hilado y/o factor de confort.

$\sum xy$ = sumatoria de las variables del diámetro de fibra e índice de curvatura.

La comparación de promedios de las variables: diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de fibra de acuerdo a la edad, se realizaron mediante la prueba de significación múltiple de Duncan $\alpha = 0,05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diámetro medio de fibra

Los resultados del diámetro de fibra de alpaca de uno a nueve años de edad, se muestran en la Tabla 1, donde el menor diámetro medio de fibra correspondió a las alpacas de un año de edad con $19,79 \pm 0,37 \mu\text{m}$ y el mayor diámetro medio de fibra fue en alpacas de nueve años de edad con $27,57 \pm 0,89 \mu\text{m}$. Al análisis estadístico existe un marcado incremento de diámetro de fibra desde las edades de un año hasta nueve años de edad.

Tabla 1: Diámetro medio de fibra (μm) de alpaca Suri hembras de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.

Edad (año)	N	Promedio \pm EE	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
01	20	$19,79 \pm 0,37\text{d}$	17.2	22.6
02	20	$21,10 \pm 0,52\text{d}$	17.9	25.4
03	20	$23,84 \pm 0,61\text{c}$	18.9	29.9
04	20	$24,74 \pm 0,58\text{bc}$	19.7	28.2
05	20	$25,48 \pm 0,61\text{abc}$	19.1	31.6
06	20	$26,06 \pm 0,79\text{ab}$	20.2	33.3
07	20	$26,28 \pm 0,93\text{ab}$	20.4	32.1
08	20	$27,48 \pm 0,63^{\text{a}}$	21.7	32.4
09	20	$27,57 \pm 0,89^{\text{a}}$	21.8	36.00
Total	180	$24,71 \pm 0,22$	16.2	34.1

El diámetro promedio general de fibra fue de $24.71 \pm 0,22 \mu\text{m}$ en alpacas Suri hembra del CIP Chuquibambilla, los valores se incrementan conforme avanza la edad de la alpaca de $19,79 \pm 0,37 \mu\text{m}$ al primer año de edad hasta $27.57 \pm 0,89 \mu\text{m}$ en el noveno

año de edad, al análisis estadístico existe diferencia significativa en el parámetro evaluado ($P \leq 0.05$).

Los resultados de uno y dos años de edad del presente estudio son inferiores a lo reportado por Velarde (2011) trabajo con alpacas Suri procedentes del Centro de Investigación y Producción La Raya cifrando valores de $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$; $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$ de uno y dos años respectivamente, sin embargo los resultados obtenidos de tres, cuatro y cinco años del presente estudio son superiores a los valores reportados por el mismo autor con datos de $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$; $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$ y $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$, de tres, cuatro y cinco años respectivamente. Estas diferencias encontradas tal vez se deben tamaño de muestra utilizada y al medio ecológico.

Los resultados encontrados son inferiores a lo reportado por Bautista y Medina (2010) trabajando con alpacas Suri en el Centro de Investigación y Producción La Raya, obtuvieron valores de $22.73 \mu\text{m}$, $22.87 \mu\text{m}$, $24.41 \mu\text{m}$, $25.71 \mu\text{m}$, $26.18 \mu\text{m}$, en alpacas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad, respectivamente. De igual manera Huamani y Gonzales (2004) encontraron valores de $24.62 \mu\text{m}$, $25.57 \mu\text{m}$, $26.74 \mu\text{m}$ en alpacas Huacaya de dos, tres y cuatro años, respectivamente. Estas diferencias encontradas tal vez se deben a tamaño de muestra utilizada y al medio ecológico.

Así mismo los resultados reportados por Flores (2009) en la provincia de Tarata - Tacna, obtuvo valores de diámetro de fibra de la raza Suri de acuerdo a la edad es de $19.45 \mu\text{m}$, $22.27 \mu\text{m}$, $22.93 \mu\text{m}$ y $22.08 \mu\text{m}$ para alpacas de uno, dos, tres y 4 años de edad respectivamente. Del mismo modo comparando con la raza Huacaya a los resultados reportados en Corani por Ormachea et al. (2015) cifrando diámetro de fibra 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 la categoría dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ($P \leq 0.05$), por lo que se concluye que los valores del

diámetro de fibra se incrementa significativamente con la edad del animal e influye en el incremento del diámetro.

Los resultados del diámetro de fibra del presente estudio son superiores a lo reportado por Checmapocco et al (2013). En alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar - Puno, quien obtuvo un promedio de 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 ($P > 0.05$) Así mismo a los resultados reportados por Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, obtuvo un promedio de diámetro medio de fibra fue de $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$.

Así mismo, reportados por Lupton et al (2006) en alpacas Huacaya norteamericanas de distintos sexos y edades, se reportaron valores respecto a la edad 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, donde los promedios son superiores al presente trabajo; 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 $29,90 \mu\text{m}$. A su vez, Ponzoni et al. (1999) al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro medio de fibra de $25,7 \mu\text{m}$ con valores extremos de $23,4 \mu\text{m}$ a $27,3 \mu\text{m}$.

Los valores obtenidos en el diámetro de fibra presentan variaciones significativas, incrementándose el diámetro medio de fibra conforme se incrementa la edad del animal, los resultados obtenidos concuerdan a lo reportado por McGregor (2006), Lupton et al. (2006), Huamaní y Gonzales (2004), Ormachea (2015) quienes afirman que los valores del diámetro medio de fibra en alpaca son menores al primer año de vida y se va incrementando considerablemente de acuerdo a su edad.

4.2. Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra

En la tabla 2, se muestra el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra en alpacas de uno a nueve años de edad.

Tabla 2: Coeficiente de variabilidad de diámetro medio de fibra (%) en alpacas Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.

Edad (año)	N	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
01	20	23.92 ^a	21.40	26.90
02	20	22.62 ^b	19.30	25.10
03	20	20.23 ^d	16.60	24.00
04	20	21.15 ^{cd}	17.60	24.70
05	20	20.81 ^{cd}	17.10	25.40
06	20	20.84 ^{cd}	16.00	24.30
07	20	21.78 ^{bc}	19.00	25.20
08	20	21.13 ^{cd}	17.40	23.70
09	20	20.62 ^d	17.60	23.60
Total	180	21.46	16.20	34.10

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra fue de 21.46 % en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, los valores varían de acuerdo a la edad, al análisis estadístico existe diferencia significativa en el parámetro evaluado ($P \leq 0.05$).

Los resultados de coeficiente de variabilidad de diámetro de fibra del presente estudio son superiores a lo reportado por Quispe et al. (2009) reportando resultados de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. Así mismo los resultados reportados por Flores (2009) en alpacas Suri en Tacna son de 14%, 18%, 12% y 9 % para las edades de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente.

Del mismo modo los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Vásquez et al. (2015) en alpacas Huacaya procedentes de las zonas altas de Apurímac, cifrando valores de $21.3 \pm 0.2 \%$; $21.2 \pm 0.2 \%$; $21.1 \pm 0.2 \%$; y $21.3 \pm 0.2 \%$ en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente.

Sobre el particular, el coeficiente de variabilidad de fibra del presente estudio es inferior a lo reportado por Lupton et al. (2006) en alpacas Huacaya de Estados Unidos reporta valores de 25.0%, 24.4% y 23.6% en alpacas de uno, dos y más de dos años de edad; así mismo Manso (2011) en alpacas Huacaya en Huancavelica cita valores de 26.03%, 22.73%, 22.76% y 22.16% en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro y boca llena, respectivamente.

El diámetro de fibra reportado por Montes et al. (2008) menciona que cerca del 35% de los vellones tuvieron un coeficiente de variación $< 20\%$, solo un 13% tuvieron un coeficiente mayor al 25%. La media del diámetro de fibra global fue de 22.7μ .

4.3. Factor de Confort

En la Tabla 3, se muestra el factor de confort de fibra en alpacas de uno a nueve años de edad.

Tabla 3: Factor de confort de fibra (%) en alpacas hembras Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.

Edad (año)	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
01	20	95,87 ^a	88.5	99.6
02	20	94,49ab	82.5	99.6
03	20	86,27bc	47.8	97.6
04	20	85,42bcd	68.5	97.5
05	20	82,75cd	51.20	97.70
06	20	78,07cde	24.80	97.90
07	20	75,96de	38.00	97.70
08	20	72,58e	41.10	93.50
09	20	71,30 e	24.00	95.70
Total	180	82,53	16.20	34.10

El factor de confort fue de 82.53 % en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, los valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de 95.87 % al primer año de edad hasta 71.30 % al noveno año de edad, al análisis de variancia existe diferencia altamente significativa en el parámetro evaluado ($P \leq 0.05$). Los mayores factores de confort fueron al año de edad (95.87 %), dos (94.49 %) y tres (86.27 %), los menores factores de confort fueron a los ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %) respectivamente.

Los resultados obtenidos considerando la edad del animal fue mayor en animales de un año en comparación con alpacas de nueve años, estos resultados indican que la variable factor de confort (FC) disminuye conforme se incrementa la edad del animal, esta diferencia encontrada se atribuye debido a que los parámetros de diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, similares a los reportes de Ponzoni et al. (1999), McGregor (2006).

Los resultados encontrados son superiores a lo reportado por, Lupton et al. (2006) donde trabajo con 585 alpacas criados en EEUU determinó un factor de confort de 68.39 %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad fue de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente. Esta diferencia probablemente puede ser debido a que los valores del diámetro de fibra fueron superiores al presente trabajo de investigación. Así mismo Ponzoni et al. (1999), en un estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75,49 %, al igual que McGregor, (2004), con un factor de confort de 55,58 %.

Resultados inferiores al presente estudio fueron reportados por Fernández y Maquera (2013) en alpacas de la raza Suri del CIP La Raya, considerando que el mayor índice de confort se muestra al año de edad (93.91%) y esta disminuye hasta los cuatro años de edad (67.14%) ($P \leq 0.05$) y luego se torna constante en alpacas de cinco años de edad ($P > 0.05$) esto sugiere que mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente dicho comportamiento intervienen factores de carácter ambiental y de carácter genético (crecimiento y desarrollo del animal y las esquilas periódicas) en el transcurso de la vida del animal. Así también, son inferiores a los reportados por Flores et al. (2015).

Los resultados son inferiores a lo reportado por 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 ésta característica tal como refiere Quispe (2010). Del mismo modo 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 el factor de confort en alpacas Suri de 95,58 % y Huacaya de 98,76 % (Díaz, 2014).

Así como, son inferiores a estudios realizados por Vásquez et al. (2015) en puna seca, que reportan un índice de confort de 96,80 % y 95,50 % en machos y hembras, respectivamente ($P \leq 0,05$); también reporta valores de 98,7 %; 97,2 %; 95,2 % y 92,3 % en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente, del mismo modo son inferiores a los reportes de 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. De igual manera por Ormachea et al. (2015) en las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani provincia de Carabaya, trabajando con 240 alpacas Huacaya de color blanco reportaron los siguientes valores 97.50%, 95.85% y 93.43% en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad respectivamente.

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar-Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años) Roque y Ormachea (2018) reportaron valores del factor de confort de 95.34%, 92.99%, 90.22% en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente, siendo superiores al presente estudio.

4.4. Finura al Hilado

En la Tabla 4, se muestra la finura al hilado de fibra en alpacas de uno a nueve años de edad.

Tabla 4: Finura al hilado de fibra (μm) en alpacas hembras Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.

Edad (año)	n	Promedio \pm EE	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
01	20	20,16 \pm 0,38d	17.50	23.40
02	20	20,83 \pm 0,51d	17.80	25.40
03	20	23,52 \pm 0,63c	18.80	29.70
04	20	24,12 \pm 0,55bc	19.70	28.20
05	20	24,78 \pm 0,58abc	19.10	30.50
06	20	25,48 \pm 0,85abc	19.60	36.00
07	20	25,77 \pm 0,93ab	19.70	32.50
08	20	26,48 \pm 0,66a	21.40	31.20
09	20	26,76 \pm 0,87a	21.20	35.30
Total	180	24,21 \pm 0,66	16.20	34.10

La finura al hilado fue de $24,21 \pm 0,66 \mu\text{m}$ en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, los valores incrementaron conforme avanza la edad de la alpaca de $20,16 \pm 1,72 \mu\text{m}$ a un año de edad hasta $26,76 \pm 3,90 \mu\text{m}$ al noveno año de edad, al análisis estadístico existe diferencia significativa en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$).

Los resultados encontrados son superiores al trabajo de Díaz, (2014) en el sector Chocomaquilla, del distrito Macusani, donde se tomaron 180 muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri donde reportaron valores de finura al hilado de $20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$ y $17,92 \pm 1,73 \mu\text{m}$ siendo en alpacas Suri y Huacaya respectivamente, lo cual presenta variaciones

altamente significativas para el efecto raza. Del mismo modo en estudios realizados en la región de Apurímac por Vásquez et al. (2015), cifrando valores de $17.4 \pm 0.2 \mu\text{m}$; $19.2 \pm 0.2 \mu\text{m}$; $20.2 \pm 0.3 \mu\text{m}$ y $21.6 \pm 0.3 \mu\text{m}$ en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente; incrementándose conforme avanza la edad similar comportamiento al presente estudio. De la misma manera los valores reportados por Roque y Ormachea, (2018) son superiores con $21.7 \pm 2.1 \mu\text{m}$, $23.8 \pm 2.1 \mu\text{m}$, $25.4 \pm 2.2 \mu\text{m}$ en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente.

Así mismo, los resultados son superiores a lo reportado por Quispe (2010) quien trabajo 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.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Calsin (2017), donde trabajo en alpacas de CIP Chuquibambilla y CIP La Raya y reporta una finura al hilado de fibra de $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$, siendo la finura al hilado de alpacas del CIP La Raya $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$ y CIP Chuquibambilla $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$.

La finura al hilado estaría relacionada directamente con el diámetro medio de fibra por lo tanto también se incrementa conforme avanza la edad.

Al evaluar características tecnológicas de la fibra de llama la finura al hilado (FH) antes y después de descordar fue de $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$ y descordada de $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$ tal como refiere Layme et al. (2016).

4.5. Índice de Curvatura

En la Tabla 5, se muestra el índice de curvatura de fibra en alpacas de uno a nueve años de edad.

Tabla 5: Índice de curvatura de fibra ($^{\circ}$ /mm) en alpacas hembras Suri de uno a nueve años de edad del CIP Chuquibambilla.

Edad (año)	n	Promedio	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
01	20	23.92 a	21.4	26.9
02	20	22.62 b	19.3	25.1
03	20	20.23 d	16.6	24
04	20	21.16 cd	17.6	24.7
05	20	20.81 cd	17.10	25.40
06	20	20.84 cd	16.00	24.30
07	20	21.78 cb	19.00	25.20
08	20	21.13 a	17.40	23.70
09	20	20.62 d	17.60	23.60
Total	180	21.46	16.20	34.10

El índice de curvatura fue de 21.46 $^{\circ}$ /mm en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, los valores al análisis estadístico existen diferencia significativa en el parámetro evaluado ($P \leq 0.05$).

Los resultados son superiores a los reportados por Calsin (2017) donde trabajo en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla y CIP La Raya quien afirma que el índice de curvatura de fibra promedio general fue de $17,10 \pm 4,33$ $^{\circ}$ /mm, donde presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CIP Chuquibambilla con $15,88 \pm 4,21$ $^{\circ}$ /mm a comparación con alpacas del CIP La Raya con $18,32 \pm 4,14$ $^{\circ}$ /mm. Del mismo modo resultados reportados por Holt (2006) quien afirma que la fibra de alpaca Suri (15 $^{\circ}$ /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.

Los resultados del presente trabajo son inferiores a los reportados por Manso (2011) quien reporta valores de 37.25°/mm, 38.87 °/mm, 40.12 °/mm y 35.32 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente en alpacas Huacaya, así mismo en alpacas Huacaya Quispe (2009) reporta índices de curvatura de 38,8 °/mm, y en el intervalo 47,66 – 54,01 °/mm cifrados por Quispe (2010). Del mismo modo un estudio realizado por Ormachea et al., (2015) en las comunidades del distrito de Corani, reportaron los siguientes resultados 43.43 °/mm, 42.21 °/mm y 41.27 °/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34 °/mm y 42.26 °/mm en machos, lo cual indican que el lugar de procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura.

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.

En EE. UU, se encontró en alpacas, valores de 34.6 °/mm, 33.7 °/mm, 29.4 °/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 °/mm y machos 32.8 °/mm (Lupton et al., 2006). En Perú También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 °/mm en machos y 54.01°/mm en hembras (Siguayro y Gutierrez, 2010). Del mismo modo en alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac por Vásquez et al (2015) reporta valores de 35.8 ± 0.5 °/mm; 36.9 ± 0.8 °/mm; 37.6 ± 0.7 °/mm y 38.2 ± 0.7 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena. Así mismo por Flores et al. (2015) en alpacas Huacaya del distrito de Corani reporta valores de 40.87 ± 7.09 °/mm, 41.51 ± 6.75 °/mm y 41.85 ± 6.93 °/mm en alpacas de dos, tres y cuatro años, respectivamente.

En cambio, Marín (2007), encuentra valores de 47.14 °/mm en alpacas de un año de edad. La diferencia obtenida probablemente se debe al tamaño de muestra utilizado y a la categoría del animal. Al respecto, Fish et al. (1999), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy trascendental en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 °/mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de 40 - 50grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

Por otro lado, Vilcanqui (2008) encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34 grad/mm para machos y hembras, respectivamente.

McGregor (2006) determino que este parámetro no varía con la edad, pero sí confirma lo planteado por Mamani (2009) que se debería obtener un menor índice de curvatura conforme aumentase la edad, debido a que el diámetro aumenta con la edad.

Este parámetro, aunque ha sido poco estudiado en Perú, sí que se ha estudiado más en Australia, Nueva Zelanda y EEUU encontrándose unos valores más altos, que varían desde 27,80 a 32,20 °/mm. Wang et al. (2004) quienes cifran un índice de curvatura en alpacas Suri de 26,31 °/mm; Liu et al. (2004) 28.0 °/mm; Lupton et al. (2006) 32.20 °/mm y McGregor (2006) 27.8 °/mm, respectivamente.

4.6. Correlación Fenotípica

En la Tabla 6, se muestra la correlación entre las características textiles de la fibra de alpaca Suri.

Tabla 6: Correlación del diámetro medio de fibra entre el índice de curvatura, factor de confort y finura al hilado en alpacas hembras Suri.

	Factor de confort	Finura al hilado	Índice de curvatura
Diámetro medio de fibra	-0.9053	0.9675	-0.34502

Los valores obtenidos entre diámetro medio de fibra y factor de confort fue de -0.90530 teniendo un valor negativo alto, lo cual indica que existe una asociación negativa y alta entre las dos variables, muestra que a mayor sea el diámetro medio de fibra menor es el factor de confort.

Del mismo modo la correlación entre el diámetro medio de fibra y la finura al hilado con un valor 0.96750, lo cual indica que existe una asociación positiva y alta entre las dos variables, muestra que a mayor sea el diámetro medio de fibra mayor es la finura al hilado.

Finalmente, la correlación entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura tuvo un valor de -0.34502 fue negativo y bajo, lo cual indica que existe una asociación negativa y baja entre las dos variables, muestra que a mayor sea el diámetro medio de fibra menor es el índice de curvatura.

Los valores obtenidos fueron mayores a lo reportado por Ormachea et al. (2015) quien determino coeficientes de correlación del diámetro de fibra con el factor de confort en el distrito de Corani en alpacas Huacaya de color blanco reporto un valor de -0.4821 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. De igual manera Quispe et al. (2009) encontró una correlación diámetro de fibra con factor confort $r = -0.844$.

Así mismo Arango (2016) trabajo en Cerro de Pasco al realizar una correlación entre diámetro de fibra y factor confort reporto un valor de $r = -0.90$ lo cual fue una correlación negativa y el resultado similar al presente trabajo.

El coeficiente de correlación entre el diámetro de fibra e índice de curvatura reporta Safley (2005) con un valor de 0,72 rango de (0,6 - 0,8), donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro. Lo cual se puede observar que cuando el micronaje aumenta de 15 a 35 micras el índice de curvatura disminuye de 50 a 30 °/mm.

Del mismo modo Machaca et al (2017) reporta una correlación entre el diámetro medio de fibra e índice de curvatura un valor $r = -0.61$ así también reporto una correlación entre el diámetro medio de fibra y factor de confort con un valor de $r = -0.99$, lo que indica que la menor finura de la fibra es menos cómoda y tiene menos ondulaciones.

Siguayro y Gutiérrez (2010) reportó la correlación entre diámetro de fibra e índice de curvatura, para alpacas machos es negativamente baja de -0.20 y de incidencia no significativa ($p > 0.05$), para alpacas hembras negativamente muy baja de -0.14 y de incidencia no significativa ($p > 0.05$), así mismo, Holt, (2006) reporta los coeficientes de correlación entre el índice de curvatura y el diámetro de fibra fue de 0,64 y 0,79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri respectivamente.

V. CONCLUSIONES

Las características textiles como el promedio del diámetro medio de fibra fue de $24,71 \pm 0,21 \mu\text{m}$ en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, los valores se incrementan conforme avanza la edad de la alpaca ($P \leq 0.05$), el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra fue de 21,46 %, el factor de confort fue de 82,53 %, el índice de curvatura fue de 21.46 °/mm, la finura al hilado fue de $24,21 \pm 0,66 \mu\text{m}$ en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, en general los parámetros evaluados muestran variaciones con la edad de la alpaca.

La correlación entre diámetro de fibra y factor de confort fue de $r = -0.90530$ teniendo un valor negativo y muy alto, la correlación entre el diámetro de fibra y la finura al hilado con un valor $r = 0.96750$ positivo y muy alta; finalmente la correlación entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura tuvo un valor de -0.34502 fue negativo y bajo.

VI. RECOMENDACIONES

Partir de esta línea de base para empezar un programa de mejoramiento genético en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla y la región de Puno y seguir con investigaciones de este tipo para contribuir a las futuras investigaciones que se puedan realizar respecto al tema.

Realizar trabajos de investigación en alpacas Suri blanco y de color procedentes de la zona agroecológica de Puna seca.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, S. 1976. The Measurement of Fibre Fineness and Length: The Present Position. *J.Text. INST.*, 67: 175-180.
- Arango, S. 2016. Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis de Ingeniero Zootecnista de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima.
- Aylan-Parker, J., y McGregor, B. A. 2002. Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Mall Rumin. Res.*, 44, 53–64.
- Bautista, J., y Medina, G. 2010. Efecto de la edad en la finura de la fibra de alpacas alimentadas en pastos naturales CIP La Raya PUNO. *ALLPAK'A 2010*, 15(1).
- Baxter, P. 2002. Comparisons between OFDA, Airflow and Laserscan on raw merino wool – proposal to amend IWTO - 47, IWTO Raw Wool Group Report 03, Nice.
- Baxter, B. y D. Cottle. 2010. Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding. *International Wool Organisation Technical Committee Meeting, Boston, USA*.
- Baxter, B. P., Brims, M. A., & Taylor, T. B. 1992. The Journal of The Textile Description and Performance of the Optical Fibre Diameter Analyser (OFDA), (October 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/00405009208631225>
- Belizario, R. M. 2000. Evaluación y Plan de Manejo de los Pastizales del CIP Chuquibambilla. Tesis F.C.A. - UNA - Puno - Perú.
- 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.
- Brims, M., Peterson, A., & Gherard, S. 1999. Introducing the OFDA 2000 for rapid measurement of diameter profile on greasy wool staples. *International Wool Textile Organization. Western Australia: Report N° RWG 04*.
- Bustanza, V. 2001. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. *Edit. Univ. Nac. Del Altiplano, Puno, Perú*.

- Butler, K. L. y 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.*
- Butler, K. L., & Dolling, M. 1992. Calculation of the heritability of spinning fineness from phenotypic and genetic parameters of the mean and CV of fibre diameter. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(6), 1441–1446. <https://doi.org/10.1071/AR9921441>
- Calle, R. 1982. Producción y Mejoramiento de la Alpaca. UNA - La Molina. Lima - Perú.
- 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. Retrieved from uri:<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6772>.
- Carpio, M. 1991. Aspectos tecnológicos de la fibra de camélidos sudamericanos. *En: Novoa C, Flores A (Eds). Producción de Ruminantes Menores: Alpacas., Imprenta R.*
- 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(Nº 01), pp 75-80.*
- CONOPA. 2006. Identificación y rescate de alpacas genéticamente puras de la amenaza de extinción. *Informe Final Sub Proyecto.*
- Cottle, D. J. 2010. Wool preparation and metabolism. (In: Cottle). *International Sheep and Wool Handbook*. Nottingham University Press, Nottingham.
- Crossley, J., Borroni, C. y 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., & Pablo, J. 2017. Effect of the gestation and lactation on fiber diameter and its variability in Peruvian alpacas. *Livestock Science*, 198 (November 2016), 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.02.006>
- 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.

- Diaz, J. 2014. Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chococuilla-Carabaya. Retrieved from.
<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 Andi. Retrieved from <http://www.fao.org/regional/Lamerica/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914per.pdf>
- Fernandez, E. y Maquera, Z. 2013. Diámetro de fibra e índice de picazón y confort en alpacas hembras de raza suri en puna húmeda. Revista ALLPAK´A del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos 16: 59-67.
- Fish, V. E., Mahar, T. J., & Crook, B. J. 1999. Fiber curvature morphometry and measurement. International WoolTextileOrganization. Nice Meeting. Report N° CTF 01.
- Flores, A. 2009. Deterinación del diámetro de fibra y longitud de mecha en alpacas (Lama Pacos) de la Provincia de Tarata -Tacna.
- Flores W. B. Calsin y E. Fernández. 2015. Diámetro de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del Distrito de Corani-Carabaya. Revista Allpak`a. Vol 18 N° 1 pag 51-63.
- Gillespie, J. R. y F. B. Flanders. 2010. Modern livestock and poultry production. 8th Edition, Delmar Cengage Learning, Clifton Park, NY.
- Gutiérrez, J. P., Goyache, F., Burgos, A., & Cervantes, I. 2009. Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas. *Livestock Science*, 123(2–3), 193–197. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.006>
- Gutiérrez, J. P., Varona, L., Pun, A., Morante, R., Burgos, A., Cervantes, I., & Pérez-Cabal, M. A. 2011. Genetic parameters for growth of fiber diameter in alpacas. *Journal of Animal Science*, 89(8), 2310–2315. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3746>
- Hansford, K. A. 1997. Wool strength and topmaking. Wool Technology and Sheep Breeding.

- Hatcher, S., & Atkins., K. D. 2000. Breeding objectives which include fleece weight and fibre diameter do not need fibre curvature. *Asian-Austral. J. Anim, Sci.*, 13,.
- Holt, C. M. 2006. a Survey of the Relationships of Crimp Frequency , Micron , Character & Fibre Curvature. *The Australian Alpaca Association*, (January).
<https://doi.org/10.2337/diacare.21.10.1644>
- Huamani, R. y Gonzales, C. E. 2004. Efecto de la edad y el sexo en los parámetros físicos de la fibra de alpaca (lama pacos) Huacaya en Huancavelica. *Tesis. Edt. UNH. Huancavelica, Perú.*, 80.
- INEI. 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO).
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Bruford, M. W., Bruford, M. W. 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>
- Laime, F. M., Pinares, R., Paucara, V., Machaca, V. y Quispe, E. 2016. Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de descender. *Rev. Inv. Vet. Perú*; 27(2): 209-217
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11643>
- Lee, G., K. Thornberry y A. Williams. 2001. The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feed intake is increased. *Aust.*
- Liu, X., Wang, L., & Wang., X. 2004. Evaluating the Softness of Animal Fibers.
- Lupton, C. J., McColl, A., & Stobart, R. H. 2006. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64(3), 211–224.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>
- Machaca, V., A., Bustinza, V., Corredor, F.A., Paucara, V., Quispe, E.E., Machaca, R. 2017. Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú
Rev Inv Vet Perú 2017; 28(4): 843-851
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>
- Mamani, A. 2009. Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra según región corporal. (*V Congreso Mundial Sobre Camélidos*

- Riobamba Ecuador 2009 Resúmenes y Trabajos*).
- Manso, C. 2011. Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica (Perú): Validación de los métodos de muestreo y valoración. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Pamplona: Universidad Pública de Navarra. 121 p.
- Marín, E. 2007. Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Martin Dale, J. 1945. A new method of measuring the irregularity of yarns with some observations on the origin irregularities in worsted slivers and yarns. *J. Text. Inst.* 36: T35-T47.
- McCull, A. 2004. Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine. Herd Sire* 164-168.
- Mcgregor, B. A. 2002. Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and Peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Ruminant Research*, 44(3), 219–232.
- Mcgregor, B. A. 2006. Production , attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development *SR*, 61, 93–111. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.001>
- Mcgregor, B. A., y Butler, K. 2004. Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas. *Australian Journal of Agricultural, Res* 55, 43. <https://doi.org/10.1071/AR03073>
- McLennan, N. y Lewer, R. 2005. Wool production Coefficient of variation of fiber diameter (CVFD). Retrieved from <http://www2.dpi.qld.gov.au/au/sheep/10003.html>
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E., & Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica, (March). <https://doi.org/10.5424/sjar/2008061-5258>
- Mueller, J. 2007. Novedades en la determinación de diámetros de fibra y su Fibra y su

- relevancia en programas de selección INTA Bariloche.
- Ormachea, E. 2012. Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. *Revista ALLPAK'A Del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos*, 16, 83–92.
- 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.
- Perez-Cabal, M. A., I. Cervantes, R. Morante, A. Burgos, F. Goyache, and J. P. Gutierrez. 2010. Analysis of the existence of major genes affecting alpaca fiber traits. *J. Anim. Sci.* 88:3783-3788.
- Ponzoni, R. W., Grimson, R. J., Hill, J. A., Hubbard, D. J., McGregor, B. A., Howse, A., Carmichael, I. y 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 potential developments. *Proc. Aust. Alpaca Assoc.*, 71–96.
- Poppi, D. P., y McLennan, S. R. 2010. Nutritional research to meet future challenges, *Anim. Prod. Sci.* 329–338.
- Quispe, E. C. 2010. Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. *Libro de 55 Conferencias Magistrales Del International Symposium on Fiber South American Camelids. Huancavelica-Perú.*
- Quispe, E. C., Flores, A., & Guillen, H. 2007. I Simposium Internacional de Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. *Grafica Huancayo- Perú.*
- Quispe, E. C., Ramos, H., Mayhua, P., & Alfonso, L. 2010. Fibre characteristics of vicuña (*Vicugna vicugna mensis*). *Small Ruminant Research*, 93(1), 64–66. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.03.019>
- Quispe, E. C., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. 2009. *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. Animal Genetic Resources*

- Information* (Vol. 45). <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- Rodríguez, T. 2006. Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descordada y clasificada. *Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA (Bolivia)*.
- Rogers, G. E. 2006. Biology of the wool follicle: annex cursor into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered.
- Roque, L. y Ormachea, E. 2018. Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(4): 1325-1334
<https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>
- Rowe, J. B. 2010. The Australian sheep industry – undergoing transformation, 2008, 991–997.
- Sacchero, D. 2008. Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. Grafica Industrial IERL - Huancayo- Perú.
- Safley, M. 2005. "Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)" with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. [www. Journal Alpaca of Fiber](http://www.JournalAlpacaofFiber).
- SENAMHI. 2016. Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. 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.
- Solís, R. 1997. Producción de camélidos sudamericanos. In *UNDAC – Cerro de Pasco – Perú*.
- Tapia, M. 1999. Tecnología de Fibras Animales. FMVZ – UNA – Puno – Perú.
- Vásquez, R., Gomez, E. y Quispe, E. C. 2015. Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. *Rev. Inv. Vet. Peru*, 26 (2), 213 – 222.
- Velarde O. J. J. 2011. Diámetro de fibra y porcentaje de pelos de alpacas hembras de raza Suri. *Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ- UNA Puno*.

- Vilcanqui, H. 2008. Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. *Tesis de Magíster Scientiae En Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.*
- Villarroel, J. 1991. *Las fibras (The fibres). Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos.* (S. (Ed.). En: Fernandez-Baca, Ed.).
- Wang, L. J., Liu, X., & Wang, X. G. 2004. Changes in fiber curvature during the processing of wool and alpaca fibres and their blends. *College of Textiles.*
- Warn, L. K., Geenty, K. B., & Eachern, S. M. 2006. Wool meetsmeat: Tools for a modern sheep enterprise., *In: Cronjé.*
- Wheeler, J. 1995. Camélidos sudamericanos, pasado, presente y futuro. *Revista Stude Camélidos Ciencia. Biol.J. Linn Soc., 54, 271–295.*
- Wood, E. 2003. Textile properties of wool and other fibers. *Wool Tech. Sheep Breed.*
- Wuliji, T., Davis, G. H., Dodds, K. G., Turner, P. R., Andrews, R. N., & Bruce, G. D. 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. *Small Ruminant Research, 37(3), 189–201.* [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00127-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00127-9)

ANEXOS

Anexo A: Diámetro de la fibra (um) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla

N° EDAD	uno	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	nueve
1	18.2	22.0	18.9	28.2	25.8	25.0	31.1	27.6	21.8
2	19.0	17.9	25.7	25.8	24.8	33.3	21.9	28.7	24.5
3	18.9	22.4	25.4	25.8	26.8	26.8	25.2	32.4	25.2
4	21.2	18.3	27.2	21.6	24.9	28.5	27.4	27.3	27.8
5	18.1	20.3	21.2	23.9	27.7	28.8	21.8	28.9	27.4
6	20.8	18.4	25.8	21.3	28.3	22.2	23.7	28.3	31.6
7	22.1	25.4	21.0	26.8	26.9	30.7	27.0	23.7	27.3
8	22.6	19.8	26.2	26.8	27.1	22.6	28.5	29.5	29.3
9	20.5	19.8	24.7	27.4	19.1	23.6	22.9	24.8	33.8
10	19.9	18.4	27.4	25.5	24.6	26.3	29.6	28.5	25.6
11	17.6	18.3	23.3	27.4	27.5	24.7	24.1	26.0	21.9
12	18.8	24.2	23.4	23.6	23.5	22.9	20.4	28.9	34.6
13	19.6	22.9	22.7	22.2	25.3	25.5	33.0	21.7	26.5
14	22.5	21.8	22.5	20.4	24.3	30.2	33.1	23.0	22.3
15	20.4	21.1	29.9	25.6	27.3	21.3	30.1	28.2	25.1
16	17.8	19.0	24.4	26.9	24.4	30.3	20.9	28.0	36.0
17	20.1	22.8	21.1	26.1	31.6	28.6	31.0	24.5	26.2
18	17.2	24.7	24.0	27.1	20.5	25.7	20.4	31.4	28.4
19	18.9	21.3	21.3	22.7	25.6	20.2	26.7	30.8	29.4
20	21.7	23.3	20.7	19.7	23.7	24.0	26.9	27.5	26.7
PROM	19.80	21.11	23.84	24.74	25.49	26.06	26.29	27.49	27.57
DS	1.66	2.34	2.75	2.60	2.72	3.53	4.18	2.80	4.00
CV	8.38	11.08	11.54	10.52	10.69	13.56	15.89	10.18	14.53
MAX	22.60	25.40	29.90	27.40	31.60	33.30	33.10	32.40	36.00
MIN	17.20	18.30	20.70	19.70	19.10	20.20	20.40	21.70	21.90

Anexo B. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla

N° EDAD	uno	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	nueve
1	25.0	24.7	23.5	23.9	20.4	23.0	20.6	21.6	21.3
2	22.3	23.1	21.6	21.0	17.1	23.3	22.9	20.3	17.9
3	24.2	24.6	20.9	22.6	19.5	20.5	22.1	19.8	17.6
4	25.4	22.9	16.6	20.8	19.9	16.0	24.1	23.1	19.7
5	25.6	19.3	24.0	21.1	22.7	21.3	21.6	23.7	20.7
6	21.6	22.7	20.9	21.6	20.8	21.7	20.2	18.1	20.8
7	24.8	24.0	18.9	22.4	21.1	18.5	22.1	20.2	20.9
8	26.9	23.0	21.4	22.2	18.7	21.8	19.0	19.7	20.1
9	22.7	24.1	18.6	20.4	23.9	20.6	20.3	23.2	19.4
10	22.7	25.1	18.2	18.7	20.1	24.3	23.1	20.7	21.0
11	23.7	21.2	22.4	18.8	20.1	20.6	25.2	17.4	23.2

12	24.6	20.1	17.1	21.4	22.3	21.3	22.2	23.1	20.0
13	23.9	22.8	19.9	20.7	19.3	18.6	22.2	22.7	20.5
14	23.6	22.8	20.8	20.2	20.3	21.3	21.3	21.0	18.8
15	22.4	21.5	18.6	19.6	25.4	21.7	24.5	19.1	23.0
16	23.5	22.4	19.0	22.7	25.0	20.7	20.8	22.5	21.8
17	21.4	23.2	19.3	18.8	20.1	19.1	20.5	20.7	23.6
18	25.0	22.5	21.7	17.6	19.7	21.8	20.2	21.9	17.9
19	25.8	23.2	20.1	23.9	17.5	20.9	21.8	22.1	22.9
20	23.3	19.3	21.2	24.7	22.3	19.9	21.0	21.7	21.4
PROM	23.92	22.63	20.24	21.16	20.81	20.85	21.79	21.13	20.63
DS	1.48	1.65	1.97	1.91	2.22	1.85	1.59	1.75	1.77
CV	6.17	7.27	9.74	9.01	10.66	8.85	7.28	8.27	8.57
MAX	26.90	25.10	24.00	24.70	25.40	24.30	25.20	23.70	23.60
MIN	21.40	19.30	16.60	17.60	17.10	16.00	19.00	17.40	17.60

Anexo C. Finura al Hilado de fibra (um) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla

N° EDAD	uno	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	nueve
1	23.4	22.2	18.8	28.2	25.0	24.8	30.2	27.0	21.2
2	18.7	17.8	25.2	25.2	23.4	36.0	21.6	27.8	23.2
3	18.9	22.5	24.7	25.5	25.8	25.9	24.7	31.2	23.8
4	21.5	18.1	25.6	21.0	24.0	26.7	27.4	27.1	26.8
5	18.3	19.5	21.2	23.3	27.4	28.1	21.3	28.8	26.6
6	20.3	18.2	25.1	20.9	27.5	21.7	22.9	26.9	30.8
7	22.2	25.4	29.7	26.4	26.2	29.3	26.5	22.9	26.5
8	23.2	19.6	25.6	26.3	25.9	22.2	27.3	28.5	28.3
9	20.3	19.8	23.5	26.5	19.1	22.9	22.2	24.7	32.5
10	19.6	18.6	26.1	24.3	23.8	26.3	29.4	27.1	24.9
11	17.5	17.9	22.9	26.2	26.5	24.0	24.4	24.5	21.8
12	18.9	23.4	22.1	23.0	23.1	22.3	20.1	28.7	33.4
13	19.6	22.6	21.9	21.6	24.2	24.4	32.5	21.4	25.6
14	22.4	21.5	21.9	19.7	23.6	29.5	32.3	22.4	21.3
15	20.1	20.6	28.5	24.6	27.6	20.9	30.3	27.0	24.9
16	17.7	18.7	23.3	26.5	24.6	29.4	20.3	21.7	35.3
17	19.6	22.6	20.2	25.0	30.5	27.4	30.1	23.8	26.1
18	20.2	24.3	23.6	25.7	19.8	25.1	19.7	30.8	27.0
19	19.3	21.1	20.5	22.6	24.3	19.6	26.1	30.3	29.1
20	21.5	22.3	20.1	19.9	23.3	23.1	26.2	27.0	26.1
PROM	20.16	20.84	23.53	24.12	24.78	25.48	25.78	26.48	26.76
DS	1.72	2.28	2.83	2.48	2.61	3.82	4.14	2.95	3.91
CV	8.53	10.97	12.03	10.28	10.55	14.98	16.07	11.16	14.60
MAX	23.40	25.40	29.70	28.20	30.50	36.00	32.50	31.20	35.30
MIN	17.50	17.80	18.80	19.70	19.10	19.60	19.70	21.40	21.20

Anexo D: Factor de confort (%) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla

N° EDAD	uno	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	nueve
1	88.5	92.9	97.6	68.5	83.9	85.2	50.6	75.2	94.8
2	98.2	99.6	84.5	84.3	92.2	24.8	93.2	67.7	90.6
3	98.2	91.2	85.2	81.8	77.9	80.2	84.3	41.1	89.2
4	94.7	99.1	80.7	95.4	89.2	70.6	71.9	75.3	76.8
5	98.3	97.5	94.0	90.0	72.3	66.8	94.9	68.5	76.0
6	97.4	99.4	82.4	96.1	72.4	94.8	91.8	70.6	48.5
7	92.3	82.5	47.8	80.1	79.0	53.5	74.8	90.2	78.2
8	88.8	97.6	81.9	79.8	77.6	92.8	72.4	61.7	62.4
9	96.6	96.5	90.6	75.8	97.3	92.2	92.7	85.4	32.4
10	97.8	99.1	77.7	87.2	87.9	79.2	65.4	66.6	82.8
11	99.6	99.6	90.7	77.8	75.3	87.8	84.2	85.0	93.3
12	98.3	89.3	94.2	90.5	90.4	92.8	96.5	67.5	26.8
13	97.0	90.6	93.9	94.4	86.8	86.4	39.2	93.5	80.9
14	91.8	93.3	94.1	97.5	88.3	61.2	38.0	91.6	95.7
15	96.6	95.8	58.7	83.8	73.1	95.5	65.9	72.9	84.0
16	99.2	98.4	91.4	74.8	84.1	55.3	97.7	70.0	24.0
17	97.6	91.4	97.4	83.6	51.2	69.5	52.1	89.2	76.7
18	95.1	87.0	89.4	78.7	97.7	84.0	97.5	49.5	72.0
19	97.2	95.3	96.6	91.3	88.6	97.9	77.8	54.0	62.7
20	94.3	93.7	96.7	97.0	89.9	91.0	78.4	76.1	78.3
PROMED	95.88	94.49	86.28	85.42	82.76	78.08	75.97	72.58	71.31
DS	3.24	4.74	12.91	8.38	10.79	18.54	19.11	14.20	22.12
CV	3.37	5.01	14.97	9.81	13.04	23.75	25.16	19.57	31.01
MAX	99.60	99.60	97.60	97.50	97.70	97.90	97.70	93.50	95.70
MIN	88.50	82.50	47.80	68.50	51.20	24.80	38.00	41.10	24.00

Anexo E. Índice de curvatura (º/mm) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla

N° EDAD	uno	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	nueve
1	25.0	24.7	23.5	23.9	20.4	23.0	20.6	21.6	21.3
2	22.3	23.1	21.6	21.0	17.1	23.3	22.9	20.3	17.9
3	24.2	24.6	20.9	22.6	19.5	20.5	22.1	19.8	17.6
4	25.4	22.9	16.6	20.8	19.9	16.0	24.1	23.1	19.7
5	25.6	19.3	24.0	21.1	22.7	21.3	21.6	23.7	20.7
6	21.6	22.7	20.9	21.6	20.8	21.7	20.2	18.1	20.8
7	24.8	24.0	18.9	22.4	21.1	18.5	22.1	20.2	20.9

8	26.9	23.0	21.4	22.2	18.7	21.8	19.0	19.7	20.1
9	22.7	24.1	18.6	20.4	23.9	20.6	20.3	23.2	19.4
10	22.7	25.1	18.2	18.7	20.1	24.3	23.1	20.7	21.0
11	23.7	21.2	22.4	18.8	20.1	20.6	25.2	17.4	23.2
12	24.6	20.1	17.1	21.4	22.3	21.3	22.2	23.1	20.0
13	23.9	22.8	19.9	20.7	19.3	18.6	22.2	22.7	20.5
14	23.6	22.8	20.8	20.2	20.3	21.3	21.3	21.0	18.8
15	22.4	21.5	18.6	19.6	25.4	21.7	24.5	19.1	23.0
16	23.5	22.4	19.0	22.7	25.0	20.7	20.8	22.5	21.8
17	21.4	23.2	19.3	18.8	20.1	19.1	20.5	20.7	23.6
18	25.0	22.5	21.7	17.6	19.7	21.8	20.2	21.9	17.9
19	25.8	23.2	20.1	23.9	17.5	20.9	21.8	22.1	22.9
20	23.3	19.3	21.2	24.7	22.3	19.9	21.0	21.7	21.4
PROM	23.92	22.63	20.24	21.16	20.81	20.85	21.79	21.13	20.63
DS	1.48	1.65	1.97	1.91	2.22	1.85	1.59	1.75	1.77
CV	6.17	7.27	9.74	9.01	10.66	8.85	7.28	8.27	8.57
MAX	26.90	25.10	24.00	24.70	25.40	24.30	25.20	23.70	23.60
MIN	21.40	19.30	16.60	17.60	17.10	16.00	19.00	17.40	17.60

Anexo F: Correlación fenotípica diámetro de fibra/factor de confort diámetro de fibra/finura al hilado, diámetro de fibra/índice de curvatura en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla

Coeficientes de correlación Pearson, N = 180
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	DIAM	FIHI	FACO	ICUR
DIAM	1.00000	0.96750	-0.90530	-0.34502
	<.0001	<.0001	<.0001	

Anexo G: ANVA de diámetro medio de fibra

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1173.899111	146.737389	15.76	<.0001
Error	171	1592.041500	9.310184		
Total corregido	179	2765.940611			

Anexo H: ANVA de coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	214.2987778	26.7873472	8.19	<.0001
Error	171	559.1170000	3.2696901		
Total corregido	179	773.4157778			

Anexo I: ANVA de factor de confort

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	12630.15300	1578.76912	7.96	<.0001
Error	171	33935.91900	198.45567		
Total corregido	179	46566.07200			

Anexo J: ANVA de finura al hilado

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	886.256111	110.782014	11.74	<.0001
Error	171	1613.004500	9.432775		
Total corregido	179	2499.260611			

Anexo K: ANVA de Índice de curvatura

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	214.2987778	26.7873472	8.19	<.0001
Error	171	559.1170000	3.2696901		
Total corregido	179	773.4157778			