



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Evaluación de las características de la fibra de
alpaca (*Vicugna pacos*) huacaya tuis machos,
Cajamarca - 2018**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO

Presentada por el Bachiller
Barnire Brey Liñan Sanchez

Asesora
M.V. M.Sc. María Manuela Cabrera Núñez

Cajamarca – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

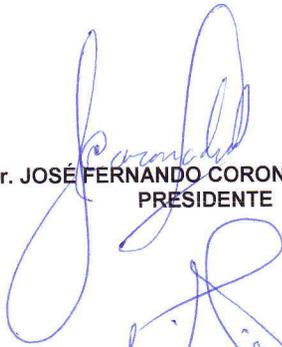
En Cajamarca, siendo las ocho horas y quince minutos del veinte de diciembre del dos mil dieciocho, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “**César Bazán Vásquez**” de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis Titulada: “**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE ALPACA (Vicugna pacos) HUACAYA TUIS MACHOS, CAJAMARCA - 2018**”, asesorada por la docente: M.Sc. M.V. María Manuela Cabrera Núñez y presentada por el Bachiller en Medicina Veterinaria: **BARNIRE BREY LIÑAN SANCHEZ**.

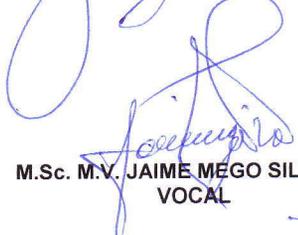
Acto seguido el Presidente del Jurado procedió a dar por iniciada la sustentación, y para los efectos del caso se invitó al sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del Jurado Calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el Presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de **DIECISÉIS (16)**.

Siendo las nueve horas y siete minutos del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación.


Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN
PRESIDENTE


M.Sc. M.V. JAIME MEGO SILVA
VOCAL


Dr. JORGE EDUARDO BÚRGA LEÓN
SECRETARIO


M.Sc. M.V. MARÍA MANUELA CABRERA NÚÑEZ
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres Juan Liñan Alcalde y Juana Sanchez Urbina:

Por el gran amor que siempre me demuestran. Sus enseñanzas vitales, la entrega incondicional y el incansable trabajo, son el motor que pone en marcha la consecución de mis metas y me anima a no desfallecer y seguir adelante.

Quiero dedicarles este trabajo porque es mérito de ustedes, a mis hermanas: Brenda, Liliana, y mis queridos sobrinos: Luciano, Valentina, Juandaniel y Xavieri, a los que tanto quiero.

A mis familiares y amigos en general, quienes contribuyeron mucho para que este estudio se haga realidad.

EL AUTOR



AGRADECIMIENTO

A mi asesora: M.V. M.Sc. María Manuela Cabrera Núñez, por su apoyo, comprensión y paciencia en la realización del presente trabajo, por su orientación, acertada dirección, consejos y enseñanzas.

Un agradecimiento especial al PhD. Pedro Ortiz Oblitas, de igual manera por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

Al Dr. José Fernando Coronado León, por guiarme en la estadística de este trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial para mis amigos y colegas: M.V. Gianfranco Espil Incil, M.V. Cristian Hobán Vergara, M.V. Juan Carlos Colorado Espinoza, M.V. Jhonny Alvarez Castrejon, M.V. Francisco Llanos Romero, M.V. Maury Ramírez Llanos, por el apoyo en la realización de este estudio.

A mi querida y prestigiosa Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, por albergarme durante los años de estudio y darme la oportunidad de superarme como persona y profesional.

Al Programa de Ovinos y Camélidos Americanos (P.O.C.A) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y el equipo de profesionales que lo integran, en especial a la Ing. Carmen Silva, por las facilidades brindadas en la elaboración y ejecución de este estudio.

EL AUTOR



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar las características de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) Huacaya tuis machos de Cajamarca, mediante el método de Laserscan. Se realizó en dos empresas alpaqueras de Cajamarca: La Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón y el Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco. El análisis de la fibra se realizó en el Laboratorio de Fibras Textiles, Pieles y Cueros, del programa de Investigación y Proyección Social en Ovinos y Camélidos Americanos (POCA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). Para el estudio se tomaron 80 muestras de fibra de alpacas tuis machos de 1 a 3 años de edad. Las características de la fibra de alpaca encontradas en los tuis machos la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón de 1 a 2 años fueron las siguientes: El diámetro promedio fue de $21,99 \pm 3,7 \mu\text{m}$, la finura al hilado fue de $21,64 \pm 3,69 \mu\text{m}$, el índice de curvatura fue de $55,45 \pm 8,49$ grados/mm, y el índice de confort fue de $90,79 \pm 11,22\%$; para las alpacas de 2 a 3 años se obtuvieron las siguientes características: El diámetro promedio fue de $20,37 \pm 1,67 \mu\text{m}$, la finura al hilado fue de $20,46 \pm 1,80 \mu\text{m}$, el índice de curvatura fue de $42,51 \pm 2,82$ grados/mm, y el índice de confort fue de $95,35 \pm 2,31\%$. Las características de la fibra de alpaca Huacaya tuis machos el Proyecto Alpacas - FONCREAGRO, Sorochuco de 1 a 2 años fueron las siguientes: El diámetro promedio fue de $21,71 \pm 1,68 \mu\text{m}$, la finura al hilado fue de $21,26 \pm 2,06 \mu\text{m}$, el índice de curvatura fue de $57,80 \pm 5,24$ grados/mm, el índice de confort fue de $95,41 \pm 3,72$; para las alpacas de 2 a 3 años las características fueron las siguientes: El diámetro promedio fue de $27,30 \pm 3,40 \mu\text{m}$; la finura al hilado fue de $27,01 \pm 3,17 \mu\text{m}$, el índice de curvatura fue de $51,57 \pm 5,91$ grados /mm, y el índice de confort fue de $73,96 \pm 20,74 \%$. Los resultados obtenidos indican que las alpacas tuis machos de Cajamarca tienen un buen potencial genético en calidad de fibra fina.

Palabras clave: Fibra, alpaca, Cajamarca, Laserscan.



ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the characteristics of alpaca (*Vicugna pacos*) fiber of Huacaya tuis machos of Cajamarca, using the Laserscan method. It was carried out in two Cajamarca alpaca companies: The Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén - Granja Porcón and the Proyecto Alpacas - FONCREAGRO, Sorochuco. The analysis of the fibers was executed in the Laboratorio de Fibras Textiles, Pielés y Cueros, del programa de Investigación y Proyección Social en Ovinos y Camélidos Americanos (P.O.C.A.) of the Universidad Nacional Agraria la Molina (U.N.A.L.M.). For the study, 80 fiber samples of male alpacas from 1 to 3 years of age were taken. The characteristics of the alpaca fiber found in male tuis, of the Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén - Granja Porcón from 1 to 2 years were as follows: The average diameter was $21.99 \pm 3.7 \mu\text{m}$, the fineness of the yarn was $21.64 \pm 3.69 \mu\text{m}$, the curvature index was 55.45 ± 8.49 degrees / mm, and the comfort index was $90.79 \pm 11.22\%$; for alpacas from 2 to 3 years the following characteristics were obtained: The average diameter was $20.37 \pm 1.67 \mu\text{m}$, the fineness at spinning was $20.46 \pm 1.80 \mu\text{m}$, the curvature index was $42, 51 \pm 2.82$ degrees / mm, and the comfort index was $95.35 \pm 2.31\%$. The characteristics of Alpaca fiber Huacaya tuis males of the Proyecto Alpacas - FONCREAGRO, Sorochuco from 1 to 2 years were as follows: The average diameter was $21.71 \pm 1.68 \mu\text{m}$, the fineness to spinning was $21.26 \pm 2.06 \mu\text{m}$, the curvature index was 57.80 ± 5.24 degrees / mm, the comfort index was 95.41 ± 3.72 ; for alpacas from 2 to 3 years old the characteristics were as follows: The average diameter was $27.30 \pm 3.40 \mu\text{m}$; the fineness to the yarn was $27.01 \pm 3.17 \mu\text{m}$, the index of curvature was 51.57 ± 5.91 degrees / mm, and the comfort index was $73.96 \pm 20.74\%$. The results indicate that the tuis males of Cajamarca are breeders with good genetic potential as fine fiber.

Keywords: Fiber, alpaca, Cajamarca, Laserscan.



ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
	Pág.
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes del Análisis de Fibra	4
2.2. Clasificación Taxonómica de las Alpacas	6
2.3. Alpacas en el Perú	7
2.4. Determinación de la edad de las alpacas	9
2.5. Clasificación de Alpacas	10
2.6. La Fibra de Alpaca	11
2.7. Morfología de las Fibras	12
2.8. Características textiles de la fibra de alpaca	14
2.8.1. Diámetro de Fibra	14
2.8.2. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CV MDF)	15
2.8.3. Índice de confort	15
2.8.4. Índice de curvatura	16
2.8.5. Finura al hilado	17
2.9. Clasificación de la Fibra de Alpaca	18
2.10. Normas Técnicas Peruanas de Clasificación de las fibras	19
2.11. Métodos de medición del Diámetro de Fibra	20
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ubicación	23
3.2. Materiales	25
A. Material Biológico	25
B. Material de Campo	25
C. Material de Laboratorio	25



D. Equipos de Laboratorio	25
3.3. Metodología	26
3.3.1. Número de muestras	26
3.3.2. Trabajo de Campo	26
3.3.3. Trabajo de Laboratorio	27
3.4. Tratamiento Estadístico	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	29
4.1. Análisis de Fibra	29
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	34
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	40
CAPÍTULO VII: LISTA DE REFERENCIAS	41
ANEXO	49



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Perú es el principal productor mundial de fibra de alpaca y al año, provee al exterior 7,000 toneladas de este insumo, sumando en 2015 ventas por más de US\$ 159 millones (PROMPERU, 2016). La comercialización de la fibra representa una actividad económica importante para los habitantes de la región alto andina y una alternativa de desarrollo industrial, mediante la exportación de textiles o de fibra procesada (FAO, 2005).

La fibra de alpaca es reconocida en todo el mundo por su suavidad y buena calidad textil, compitiendo a nivel mundial con otras fibras finas. Los factores que determinan la calidad textil de la fibra son el diámetro de fibra, el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, el factor de confort, el índice de curvatura y la finura al hilado (Quispe *et al.*, 2013, Manso, 2011). Uno de los principales objetivos en la cría de alpacas es la selección basada en el diámetro de fibra, ya que el diámetro es uno de los principales criterios para establecer el precio y determinar el uso de fibra en la industria textil. (Canaza - Cayo *et al.*, 2013, Quispe, 2010). Es también el principal criterio en la selección de animales reproductores (Gutiérrez *et al.*, 2014).

La evaluación de la fibra de un plantel de reproductores machos permite determinar la calidad de los animales que lo conforman, identificar a los mejores ejemplares productores de fibras finas y establecer las bases para la formulación de un programa de mejoramiento genético del plantel. En estudios realizados en alpacas sobre el efecto del sexo en el diámetro de la fibra, se ha reportado que los machos tienen fibras más finas que las hembras, probablemente debido a que la selección en los machos es mucho



más minuciosa e intensa que en las hembras (Peña *et al.*, 2013, Morante *et al.*, 2009, Quispe *et al.*, 2009a y Montes *et al.*, 2008).

Las alpacas de raza Huacaya representan más del 85% de la población alpaquera nacional (Quispe *et al.*, 2009), y su fibra es el producto de más demanda por la industria textil. Cajamarca cuenta con una población predominante de alpacas de raza Huacaya, pero existe poca información sobre la calidad de fibra de las alpacas criadas en la zona. Los estudios de la calidad de la fibra mediante el método de Laserscan, permiten establecer las bases para la implementación de programas de mejoramiento genético basados en la calidad de la fibra de los reproductores y mejorar la productividad de los rebaños alpaqueros de Cajamarca.



1. OBJETIVOS

1.1.OBJETIVO GENERAL

Determinar las características de la fibra de alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya tuis machos de Cajamarca, mediante el método de Laserscan.

1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar el Diámetro Promedio de Fibra (DF) y el Coeficiente de Variación del Diámetro Promedio de la Fibra (CVDF) de alpacas (*Vicugna pacos*) huacaya tuis machos, mediante el método de Laserscan, según edad y procedencia.
- ❖ Determinar el Índice de Confort (IC) de la fibra de alpacas (*Vicugna pacos*) huacayas tuis machos, mediante el método de Laserscan, según edad y procedencia.
- ❖ Determinar el Índice de curvatura (ICur) de la fibra de alpacas (*Vicugna pacos*) huacayas tuis machos mediante el método de Laserscan, según edad y procedencia.
- ❖ Determinar la finura al hilado (FiHi) de la fibra de alpacas (*Vicugna pacos*) huacayas tuis machos mediante el método de Laserscan, según edad y procedencia.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del análisis de fibra de alpaca

Se realizó un estudio en Huacraruco-San Juan, en Cajamarca-Perú, en el cual se evaluaron a 20 reproductores machos alpaca de la raza Huacaya; los parámetros evaluados fueron el diámetro y la longitud de fibra, como indicadores de calidad, aplicando el análisis multivariado (M. BLUP). Los resultados mostraron un diámetro promedio de fibra de 25,75 μm en machos, 22,3 μm en hembras y 19,85 μm para los descendientes (Raunelli y Coronado, 2006).

En un estudio realizado en los distritos de Cojata y Santa Rosa, provincias de Huancané y El Collao, entre octubre 2006 y julio del 2007, tuvo como objetivo determinar el diámetro de fibra de alpaca Huacaya color blanco en función al sexo, edad, esquila y zona agroecológica con un equipo microproyector de fibras. El total de alpacas evaluadas fue de 550. En el distrito de Cojata el diámetro promedio de fibra (DPF) fue 22,47 μm (machos) y 22,83 μm (hembras), existiendo diferencia significativa ($p=0,05$); mientras, en el distrito de Santa Rosa fue 22,74 μm (machos) y 22,82 μm (hembras) sin diferencia estadística. En Cojata el diámetro promedio de fibra para la primera esquila fue 22,52 μm y para la segunda esquila 22,90 μm , con diferencias significativas ($p<0,05$); en Santa Rosa fue 22,44 μm y 23,31 μm , respectivamente. En comunidades de zona agroecológica de Puna Húmeda se hallaron diferencias significativas entre comunidades ($p=0,01$). El DPF según regiones del cuerpo fue: paleta 22,82 μm ; costillar 22,78 μm ; grupa 22,63 μm ; sin diferencia significativa. El DPF de Cojata fue 22,71 μm y de Santa Rosa 22,79 μm , sin diferencias estadísticas ($p=0,05$) (Huanca *et al.*, 2007).

Así también se realizó en la zona altoandina de Apurímac, Perú, teniendo como objetivo estimar las características de la fibra de alpaca Huacaya color blanco utilizando el equipo OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) 2000. Se evaluaron 405 muestras tomadas de la zona media del costillar, antes de la esquila. Las variables estudiadas fueron: media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF), índice de confort (IC), índice de curvatura (ICur) y finura al hilado (FiHi), según sexo y grupo etario de acuerdo a la dentadura. La MDF para machos fue de $19,6 \pm 0,2 \mu\text{m}$, el CVDF fue de 21,2%, el IC fue 96,8%, ICur fue de 36,9 grados/mm, y la finura al hilado fue de $19,1 \mu\text{m}$ (Vásquez *et al.*, 2015).

De la misma forma en las comunidades de Quelccaya y Chimboya se determinó las características textiles de la fibra de alpaca Huacaya entre 2 y 4 años de edad, se analizaron 240 muestras de fibra utilizando el equipo OFDA 2000, se concluyó que el diámetro de fibras se incrementa con la edad, el factor sexo y comunidad no influyen en la variación del diámetro de fibra; el índice de confort disminuye conforme avanza la edad del animal, en alpaca hembras fue superior con respecto a los machos, la comunidad no influye en el índice de confort; el índice de curvatura de la fibra no está influenciado por el factor edad, sexo y comunidad. Los resultados obtenidos en alpacas Huacaya machos fueron los siguientes: Para el diámetro de fibra se obtuvo $21,28 \pm 2,55 \mu\text{m}$, el coeficiente de variación fue de 11,98%, el índice de confort fue de 94,99%, y el índice de curvatura fue de 42,26 grados/mm (Ormachea *et al.*, 2015).

2.2. Clasificación taxonómica de las alpacas

Los camélidos se clasifican en el Orden Artiodactyla, Suborden Tylopoda y Familia Camelidae (Wheeler, 2006; Fowler, 2008). Antiguamente, se les conoció con el nombre de “Auquénidos”, término acuñado por Illiger en 1811, pero este nombre ha sido modificado por ser incorrecto, ya que en 1789 Thunberg lo había utilizado para describir un género de escarabajos (Wheeler, 2006).

La familia Camelidae está formada por dos tribus: los Camelini y los Lamini (Stanley *et al.*, 1994; Wheeler, 1995).

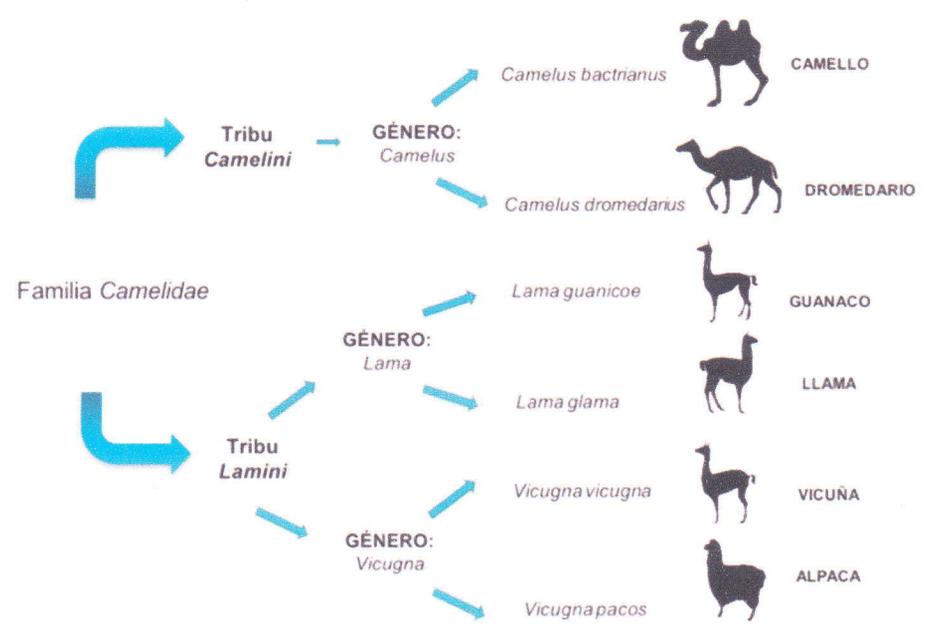


Fig. 1. Clasificación de las alpacas (Wheeler, 1995).

La tribu Camelini habita en zonas desérticas de Asia y África y se conoce como camélidos del Viejo Mundo. La tribu de los Lamini habita en América del Sur a lo largo de la cordillera de los Andes y se conoce como Camélidos Sudamericanos (CSA) o camélidos del Nuevo Mundo. Los CSA, a diferencia de los camélidos del Viejo Mundo, carecen de joroba y son de menor tamaño.

En 1758 Linneo, describió las dos especies domésticas de los CSA como *Camelus glama* (llama) y *Camelus pacos* (alpaca) y las situó junto con los camélidos del Viejo Mundo *Camelus dromedarius* (dromedario) y *Camelus bactrianus* (camello) en un solo género (Wheeler, 1995). Las dos especies silvestres de CSA, guanaco y vicuña, se describieron más tarde como *Camelus guanicoe* (Müller, 1776) y *Camelus vicugna* (Molina, 1782), respectivamente. En el 1800 Cuvier, clasificó los CSA en el género *Lama* y en 1924 Miller separó la vicuña de los otros CSA creando el género *Vicugna* (Wheeler, 1995). Más recientemente, los análisis del ADN de CSA han permitido determinar que la alpaca procede de la vicuña y la llama del guanaco (Stanley *et al.*, 1994; Kadwell *et al.*, 2001). Por lo tanto, se ha reclasificado la alpaca, antes *Lama pacos*, como *Vicugna pacos* (Wheeler, 2006).

En la actualidad los CSA incluyen las dos especies domésticas alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*) y las dos especies silvestres guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*). El guanaco presenta dos subespecies *Lama guanicoe cacsilencis* (Norte) y *Lama guanicoe guanicoe* (Sur) (Gonzales *et al.*, 2006; Marin *et al.*, 2006). La vicuña presenta también dos subespecies, *Vicugna vicugna mensalis* (Norte) y *Vicugna vicugna vicugna* (Sur). Existen dos razas de alpacas, Huacaya de vellón esponjoso y la Suri de pelo lacio, y dos razas de llamas, la Chaku (enlanado) y la Kara (pelo apretado con poca fibra).

2.3. Alpacas en el Perú

Los Camélidos aparecieron en América del Norte hace 45 millones de años aproximadamente, a partir de un pequeño antecesor de 30 cm de talla (*Protylopus petersoni*) (Stanley *et al.*, 1994). La tribu de los Lamini, representada por fósiles del género *Pliiauchenia*, se originó entre 9 y 11 millones de años atrás en las praderas del oeste de América del Norte (Harrison, 1985). A partir de este antecesor apareció el género *Hemiauchenia* hace aproximadamente 10 millones de años (Webb, 1974). Algunas especies de este género migraron hacia América del Sur durante la transición del Plioceno al Pleistoceno hace aproximadamente tres



millones de años. En la misma época, hace alrededor de tres millones de años, antecesores de los camélidos de la tribu de los Camelini emigraron a Asia por el estrecho de Behring, donde continuó el proceso de evolución y domesticación hasta los camellos y dromedarios actuales (Wheeler, 1995).

La alpaca es un animal de fina estampa, armoniosa en su caminar, de cuerpo esbelto cubierto de fibra que en su conjunto se denomina vellón. Presenta almohadillas plantares, característica que le otorga la condición de animal ecológico por no dañar el pasto, ni provocar erosión. Como especie doméstica es criada en rebaños; su producción principal es la fibra que presenta un número variado de colores, pasando del blanco al café, hasta el negro; también el color ruano y el gris (CONACS, 2005).

En el Perú, al año 2012, según el IV Censo Agropecuario, la población alpaquera se concentra en la Sierra con 3'687,340 cabezas, que representa aproximadamente el 100% del total, 78,9% de la raza Huacaya y 11,1% de la raza Suri. La región Puno posee la mayor concentración, seguida de Cusco, Arequipa y Huancavelica, en Cajamarca la población es de 1380 alpacas (Tabla 1) (INEI, 2013).

Tabla 1. Población de alpacas en el Perú.

Región	Número	Porcentaje
Ancash	12,085	0.33
Apurímac	184,766	5.01
Arequipa	356,776	9.68
Ayacucho	166,666	4.52
Cajamarca	1,380	0.04
Cusco	454,200	12.32
Huancavelica	224,720	6.09
Huánuco	4,386	0.12
Ica	-	0
Junín	40,707	1.1
La Libertad	7,913	0.21
Lima	33,948	0.92
Madre de Dios	-	0
Moquegua	97,966	2.66
Pasco	35,557	0.96
Piura	-	0
Puno	2,026,600	54.96
Tacna	39,670	1.08
Total	3,687,340	100

FUENTE: INEI (2013)

2.4. Determinación de la edad de las alpacas

La edad de los animales se estima mediante el boqueo o inspección de los dientes. Oria *et al.* (2009), señala la siguiente cronología dentaria:

DL = Animal de grupo de edad diente de leche (<1,5 años).

2D = Animal de grupo de edad dos dientes (1,5 - 3 años).

4D = Animal de grupo de edad cuatro dientes (3 - 4 años).

BLL = Animal de grupo de edad boca llena (> 4 años).

La FAO (1995), menciona que los primeros molares aparecen de los seis a los nueve meses y los otros lo hacen a los 2 años. El primer incisivo permanente sale a los dos años, el siguiente a los tres y el último par entre los tres y los seis años.



Importancia de las alpacas

En la región altoandina, la crianza de camélidos sudamericanos es un rubro especial, porque estas especies soportan las inclemencias propias de esta zona, con un clima frígido entre los 3800 a 5000 msnm, donde prosperan variedades de pastos naturales adaptados a la ecología andina. Es ahí que la alpaca juega un papel preponderante desde el punto de vista social, económico y ecológico. Su importancia social radica en que miles de familias, se dedican a la crianza de esta especie, siendo la única fuente de ingreso económico y sustento para la satisfacción de sus necesidades vitales (Solís, 1997).

2.5. Clasificación de Alpacas

Los grupos de alpacas se clasifican de acuerdo a la raza, clase, edad, sexo, color de vellón y estado fisiológico del animal; para facilitar las actividades del manejo sanitario, empadre, parición y el posterior manejo de registro. La clasificación del rebaño es muy importante para lograr una asignación eficiente de los recursos disponibles (Carpio, 1991).

Clasificación de las Alpacas de acuerdo a edad y sexo según Huanca (1990):

- Crías: Hembra o macho desde el nacimiento hasta el destete (7-8 meses de edad)
- Tuis Hembra: Se denomina así a las crías hembras desde el destete hasta el primer servicio, pudiendo existir tuis de 1 año y tuis de 2 años de edad.
- Tuis Machos: Se denomina así a las crías machos desde el destete hasta la edad en que entran al empadre que generalmente es a los 3 años.
- Madres (Reproductoras Hembra): Hembras de dos años a más que han dado su cría.
- Padres (Reproductores Machos): Se denomina así a todos los machos seleccionados para la reproducción y que a partir de los 3 años entran al servicio.

- Capones: Machos tuis o adultos castrados, que no son aptos para la reproducción y mejoramiento genético y se conservan como reproductores de fibra y carne.

2.6. La fibra de Alpaca

El vellón es el conjunto de fibra que cubre un animal y que se obtiene tras la esquila. Lo forman: El manto, que abarca lomo y flancos y está formado por fibras finas; y las bragas son las fibras gruesas y que se concentran en la región pectoral, extremidades y cabeza. El vellón de los CSA tiene muchas funciones, entre ellos: a) evita la pérdida de agua cutánea, b) protege de las inclemencias climatológicas como la abrasión de la piel, c) permite el camuflaje mediante la coloración, y d) favorece la termorregulación, como parte de un mecanismo homeostático relacionado con el metabolismo energético que mantiene al organismo dentro de un rango de temperatura óptima. Referido a esta última función, las fibras permiten a las alpacas una mejor adaptación a las condiciones medioambientales, en particular respecto al aire, pues tiene una mínima conductividad térmica debido que el aire es atrapado en el interior (en la médula) y entre las fibras, resultando un aislamiento inmejorable (Gerken, 2009). En función de éstas características, los componentes del vellón varían con la localización corporal, de este modo es más fino y largo en zonas de la espalda, dorso y flancos, siendo más grueso y corto en zonas de las extremidades y cabeza, debiendo tomarse en cuenta estas consideraciones para la determinación de la zona muestral representativa para evaluar las características de la fibra de un vellón de alpaca (Peña *et al.*, 2013).

La toma de muestra se realiza en la zona del costillar medio (Turner *et al.*, 1953), que se encuentra localizada horizontalmente en la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral (Fig. 2). Basado en este método, Aylan-Parker y McGregor (2002) demostraron que, en alpacas, la zona del “midside” también resulta representativa para evaluación de la finura media y peso del vellón, constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para trabajos

de mejora del diámetro de la fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores, sin embargo, utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca et al., 2007).

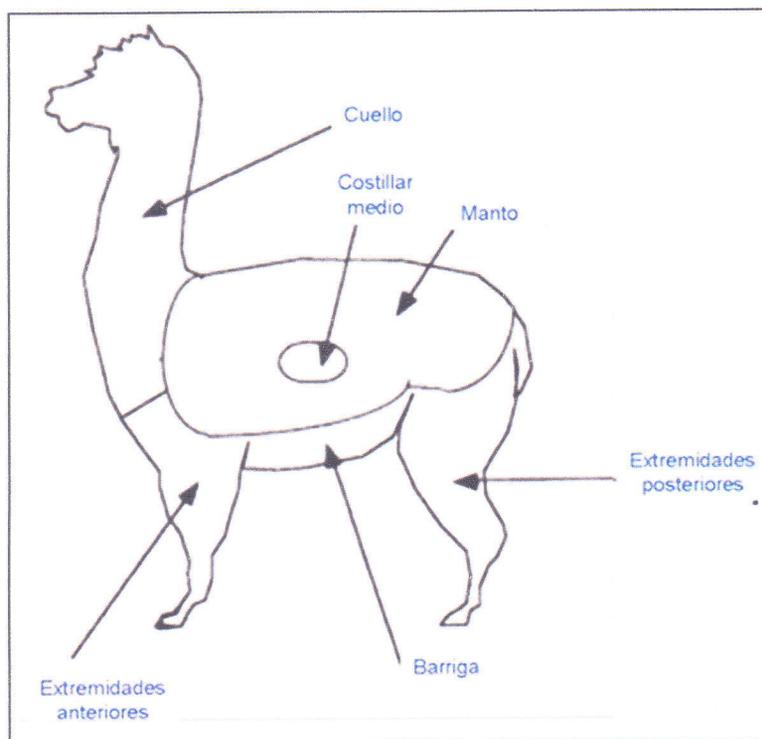


Fig. 2. Zonas de muestreo de vellón de acuerdo a McGregor y Buttler (2004).

2.7. Morfología de las fibras

Las fibras animales poseen 3 componentes morfológicos, la cutícula compuesta por células chatas en forma de platos y que comúnmente se les denomina escamas. Estas escamas están localizadas con las puntas libres apuntando hacia el extremo de las fibras. Debajo de la cutícula está la corteza, constituida de células alargadas que se encuentran paralelas al axis de la fibra; y una médula o hueco, la cual es una red de células con paredes llenas de aire, en algunos casos un tubo vacío completamente. En las lanas finas, la médula está ausente e inclusive en las gruesas está parcialmente presente. Así, las fibras de lana de ovejas generalmente consisten solo de cutícula y corteza (Carpio, 1991).

La cutícula es la capa más externa de la fibra, está compuesta por células de forma poligonal superpuestas unas a otras y unidas por una membrana finísima que encierra a las células de la capa cortical (Trejo, 1986).

La corteza constituye el cuerpo de las fibras; por lo tanto, es la parte de mayor volumen en ellas, está compuesta por células de cerca de 100 μm de longitud y de 2 a 4 μm de grosor, las células al corte trasversal muestran una forma poligonal. A diferencia de las escamas, que aparecen sin estructura, las células verticales están formadas de fibrillas orientadas longitudinalmente y tienen residuos nucleares en su parte central. Las fibrillas pueden dividirse en unidades más pequeñas visibles al microscopio electrónico, por lo que se les denomina microfibrillas (Carpio, 1991).

La médula es la parte central de la fibra, formada por células que delimitan cantidades llenas de aire que dificultan absorber los tintes. Una alta medulación incrementa la reflexión de la luz y la lana se torna de color tiza y tiene una apariencia opaca, también incrementa la resistencia a la compresión al hilado y reduce el rendimiento y la eficiencia del hilado (Aliaga, 2006).

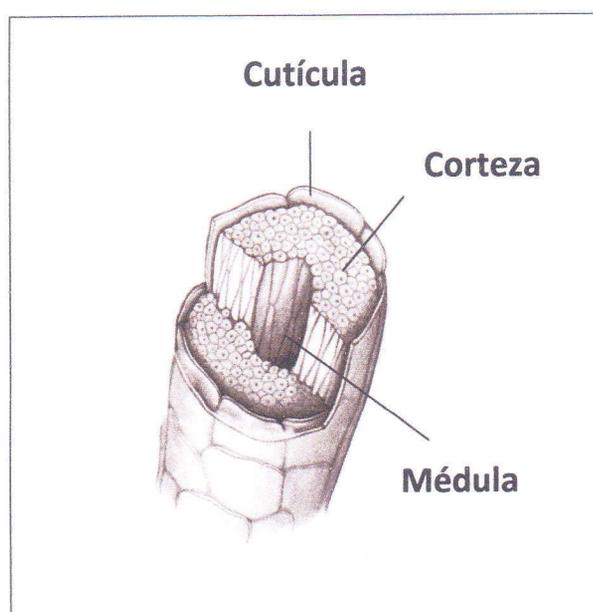


Fig. 3. Gráfico del corte transversal de una fibra de alpaca (Mejía, 2015).

2.8. Características textiles de la fibra de alpaca

2.8.1. Diámetro de Fibra

La finura o diámetro de la fibra es una característica de mayor importancia para la industria textil y que tiene influencia en el precio. La fibra de alpaca tiene una finura media de 28 μm siendo posible distinguir lotes finos de 22 a 25 μm (Baby alpaca) y gruesos de 30 micras que corresponden a la calidad denominada Huarizo (Villarroel, 1991). Con la exigencia creciente de la industria por materia prima de calidad, será necesario que los productores presten mayor atención, entre otros aspectos, a la finura, lo que implica optar por mediciones más objetivas a diferencia de evaluaciones subjetivas que se realizaban (FAO, 2005).

El diámetro de la fibra es uno de los factores más importantes en la clasificación de la fibra, el cual podría determinar el precio de la fibra en el mercado. La comercialización generalmente se realiza por peso de vellón; pero hay empresas privadas que otorgan incentivos por finura de vellón. Sin embargo, la medición del diámetro de la fibra representa un problema de costos y de accesibilidad a los métodos existentes, especialmente para los pequeños productores. Algunas muestras son enviadas a laboratorios especializados y, en otros casos, solo cuentan con la inspección visual (McColl, 2004).

Raunelli y Coronado (2006), obtuvieron como resultado 25,75 μm de diámetro de fibra en su estudio realizado en 20 alpacas reproductores machos Huacaya en Huacraruco – San Juan – Cajamarca mediante el método BLUP. Huanca *et al.* (2007), en un estudio realizado en las provincias de Huancané y El Collao encontraron diámetros promedio de 22,47 μm y 22,74 μm . Vásquez *et al.* (2015), evaluaron 405 muestras de fibra de alpaca en la zona altoandina de Apurímac y encontraron un diámetro promedio de $19,6 \pm 0,2 \mu\text{m}$. Ormachea *et al.* (2015), en las comunidades de Quelcaya y Chimboya analizaron las muestras de 240 alpacas Huacaya entre 2 y 4 años de edad, obteniendo $21,28 \pm 2,55 \mu\text{m}$ de diámetro de fibra como resultado.



2.8.2. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF)

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) 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 CVDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

En alpacas, McGregor (2006), Lupton *et al.* (2006), Morante *et al.* (2009), Quispe *et al.* (2009a) y Quispe *et al.* (2010), obtuvieron resultados de CVDF de 23,60, 23,48, 23,12, 22,82 y 21,4%, respectivamente, los cuales, si bien resultan un tanto elevados, muestran una alta variabilidad de los animales que resulta conveniente para programas de mejora genética. Asimismo, casi todos los resultados, no superan el 24%, que representa el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe *et al.*, 2009a).

2.8.3. Índice de confort

El Índice de confort se define como el porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel. Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 μm se conoce como el factor de picazón. Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un factor de confort (FC) igual o mayor a 95% con un factor de picazón (FP) igual o menor a 5%. Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2005).

Durante el uso de las prendas, los terminales de la fibra emergen hacia la superficie y presionan contra la piel. La fuerza que el terminal de la fibra



puede ejercer sobre la piel antes de flexionarse es altamente dependiente de su diámetro y longitud de emergencia. Por encima de la fuerza crítica (100 mg) los nervios que se encuentran situados justo debajo de la piel son estimulados. Cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera, comúnmente llamada picazón. Para un tejido plano usado comúnmente en chompas o suéteres, el diámetro crítico que conlleva a la picazón es aproximadamente de 30 a 32 μm , aunque esto varía considerablemente entre personas, temperatura y limpieza de la piel. En prendas normales confeccionadas con lana que exhiben una media de 21 μm tienen un número pequeño de fibras con diámetros mayores a 30 μm , lo que le da confortabilidad a la prenda (Sacchero, 2005).

Un estudio realizado por Quispe *et al.* (2009a) en alpacas de color blanco provenientes de 8 comunidades de la región de Huancavelica (Perú), de distintas edades y sexos, encontraron valores de factor de picazón de $6,33\% \pm 0,30\%$ que correspondería a un índice 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.

2.8.4. Índice de curvatura

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. 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. El rizado de la fibra, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana (Quispe *et al.*, 2008a).

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 de

lana 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 (Peña *et al.*, 2013).

Existen relaciones directas entre el IC de la fibra con la frecuencia de rizos en la mecha y con la resistencia a la compresión (los coeficientes de correlación varían entre 0,8 y 0,9). También existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra, donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro (Fish *et al.*, 1999). Holt (2006), reportó coeficientes de correlación entre el índice de curvatura [expresado en grados / milímetro ($^{\circ}/\text{mm}$)] y el diámetro de fibra (expresado en μm) de 0,64 y 0,79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, y entre frecuencia de rizo y diámetro de 0,44, demostrando la ventaja que tiene el índice de curvatura frente a la frecuencia de rizos, cuando se quiere evaluar el diámetro de la fibra.

El IC en alpacas ha sido estudiado en Perú por Quispe (2010), quien encuentra una media de 38,8 grados/mm. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya (15 a 35 contra 25 a 60 grados/mm, respectivamente).

2.8.5. Finura al hilado

La finura al hilado (FH) expresada en μm (spinning fineness), provee 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 (MDF) y el coeficiente de variación (CVMDF). La idea original viene de Martindale en 1945, que fue analizada y planteada por Anderson en 1976 como “effective fineness” y que, posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al

hilado 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).

En alpacas Huacaya de color blanco, Quispe (2010) encontró una finura al hilado de 20,9 μ m observando que animales jóvenes tienen menor FH que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor FH; asimismo, encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha finura.

2.9. Clasificación de la fibra de alpaca

La clasificación, realizada por personal calificado según la Norma Técnica Peruana (NTP) 231.301:2014, se da por grupos de calidades teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Finura:** Seleccionado manual y visual, de acuerdo al micronaje de la fibra.
- **Longitud:** Seleccionado manual y visual, pudiéndose obtener fibra larga o corta.
- **Color:** Seleccionado manual y visual, por diferentes tonalidades de los colores básicos naturales.

Tabla 2. Clasificación de calidades según la NTP 231.301:2014.

Grupo de Calidades	Finura (μm)
Alpaca Súper Baby	Igual o menor a 20
Alpaca Baby	20,1 a 23,5
Alpaca Fleece	23,6 a 26,5
Alpaca Medium Fleece	26,6 a 29
Alpaca Huarizo	29,1 a 31,5
Alpaca Gruesa	Más de 31,5

FUENTE: INDECOPI (2014).

2.10. Normas Técnicas Peruanas de clasificación de las fibras

Las Normas Técnicas Peruanas para la fibra de alpaca son documentos que establecen los estándares orientados a elevar la calidad de la fibra, incluyendo los procesos por la cuales se obtiene, uniformizándola de acuerdo a las exigencias de la industria textil, tanto en el mercado nacional como internacional; de allí la relevancia de contar con normas técnicas que permiten estandarizar las buenas prácticas de esquila, el manejo del vellón, y de fibra de alpaca. Las Normas Técnicas Peruanas de la fibra de alpaca han sido elaboradas por el Comité Técnico de Normalización, en los cuales participan representantes de todos los sectores involucrados en la cadena productiva; estos son: productores, comercializadores, consumidores y técnicos calificados (INACAL, 2015), siendo las normas de categorización: la NTP.231.300:2014 y la NTP.231.302:2014 FIBRA DE ALPACA EN VELLÓN, las que establecen el procedimiento de categorización de la fibra de alpaca en vellón y el método para su verificación por categorías; definiéndola como el proceso por el cual se categoriza el vellón completo, teniendo en consideración el porcentaje de fibras superiores o inferiores (mayores o menores de 26,5 μm , respectivamente), la longitud, color, variedad (Huacaya o Suri), calidad de esquila y porcentaje mínimo de calidad Baby (igual o menor a 23 μm); y de clasificación la NTP.231.301:2014 FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA, que establece las definiciones, la clasificación por grupos



de calidades, requisitos y el rotulado de la fibra; asimismo establece el método de muestreo y los métodos de ensayo para verificar los requisitos; siendo la clasificación el procedimiento en el que se rompe el vellón y se agrupa teniendo en cuenta el diámetro de fibra, longitud de mecha y color (Quispe *et al.*, 2013).

2.11. Métodos de medición del diámetro de fibra

En la actualidad existen tres instrumentos comerciales estandarizados por la Organización Internacional Textil de Lana – IWTO (por sus siglas en inglés) usados para medir la finura de la fibra: Sirolan Laserscan, OFDA (Optical-based Fibre Diameter Analyse) y Airflow (Naylor, 2001).

Tradicionalmente para la evaluación de la calidad de las fibras se empleaban métodos subjetivos. En Yorkshire - Inglaterra, se desarrolló el Sistema Bradford de Evaluación y estableció el centro de la industria textil de lanas, la demanda del negocio fue capitalizar lana fina, tarea que fue realizada por la colonia australiana, que contaba con un antiquísimo sistema de clasificación y valoración subjetiva de lana al tacto y visual. Para evaluar el diámetro de fibra se usan también métodos de microscopía de proyección (microproyección), que miden los diámetros de un número determinado de fibras de una muestra de lanas y la frecuencia con que aparece cada diámetro (Distribución del diámetro de fibra) con la ayuda del aparato llamado “lanámetro” (Mueller, 1998).

A las limitaciones del método de microscopio – proyección, se desarrolló un instrumento de medición, rápido y preciso, denominado airflow, que se basa en la altura a la que flota una cantidad determinada de fibra dentro de una columna de vacío en función del diámetro de las fibras que contiene, pero no aporta información sobre la distribución del diámetro de fibra (Mueller, 1998).

Los valores del método airflow, deben ser calibrados utilizando lanas con diámetros “conocidos”. El método de resistencia al fluido del aire no es recomendable para la determinación del diámetro de fibra en alpaca,



porque se encuentra altamente medulado, lo que afecta significativamente la precisión de las mediciones (Trejo, 1986).

El OFDA, se basa principalmente en la absorción de un haz de luz por cortes de fibra previamente puestas en un solvente, cuando pasa continuamente el haz de luz cada corte produce una proyección que se registra por un detector sofisticado que va calibrando el diámetro de fibra en una tabla, evaluando un total de mil fibras por muestras. Los reportes resultantes proporcionan el promedio del diámetro de fibra y la distribución estadística. Está programado para solo medir fibras menores de 40 μmm . El OFDA, mide el diámetro y la distribución de lanas y otras fibras, combinado los atributos del microscopio proyector y lo más reciente de la tecnología de análisis de imágenes; usando una computadora y analizador de imagen vía una cámara de uso óptico. Los resultados van apareciendo automáticamente con su histograma de frecuencias, distribución del diámetro de fibra, desviación estándar, y coeficiente de variación de las fibras en micras (Melden Laboratories, 1992).

El láser sirve también para evaluar con precisión las lanas. El método Sirolan Laserscan es una iniciativa articulada entre la compañía Woolmark y la CSIRO. Este desarrollo del Sirolan Laserscan, establece un sistema que puede discriminar resultados con una aceptación por encima de diez por ciento de mediciones inválidas. En el método Laserscan las muestras de fibra son cortadas en 2 mm de longitud en una solución de alcohol isopropil al 8% de agua. En este líquido de suspensión las fibras son atravesadas por un rayo láser. Los grados de oclusión del rayo láser dentro del área de la imagen fija son usados para calcular el diámetro de cada corte, y las variaciones en la intensidad del rayo se convierte directamente en diámetros individuales (Baxter, 1993).

El método de Sirolan Laserscan se realiza mediante un equipo electrónico de tecnología australiana que sirve para determinar la finura de fibras, siendo esta la característica económica más importante en las diferentes materias primas textiles. Sus resultados han sido validados por la

Internacional Wool Textile Organization (IWTO), por lo tanto, los resultados son susceptibles de una certificación (CONACS, 2005).

El IWTO demostró que las precisiones de las medidas del método Laserscan están por encima de los otros métodos lo que se resume en el cuadro siguiente:

Tabla 3. Precisión entre instrumentos.

Instrumentos	Precisión (95% nivel de confianza)	
	20 μ mm	35 μ mm
Microproyección	$\pm 0,60$	$\pm 1,40$
Airflow	$\pm 0,41$	$\pm 0,55$
OFDA	$\pm 0,30$	$\pm 0,66$
Laserscan	$\pm 0,25$	$\pm 0,64$

FUENTE: AWTA LTD- (1999).

Sirolan Laserscan mide fibras individuales de lana, cashmere, alpaca, angora y lino. Los fragmentos de fibras se miden por medio de un láser para obtener mediciones precisas de una muestra mínima de fibra y se obtienen: diámetro de la fibra (en micras), coeficiente de variación del diámetro (porcentaje), una distribución de diámetro en histograma (porcentaje de fibras en intervalos de 1 micra), la curvatura de la fibra en grados / mm, índice de confort (porcentaje). La media de diámetro de la fibra es expresada en micrómetros. Aproximadamente 1,000 fibras se miden en menos de 40 segundos. Debido a que las mediciones se realizan sobre fibras individuales, la distribución de los diámetros de la muestra se representa mediante un histograma. Se puede calcular también el coeficiente de variación de diámetro de la fibra. El analizador de diámetro de fibra del método Sirolan Laserscan es un instrumento diseñado para la medición rápida de la distribución del diámetro de la fibra (Guzmán, 2009).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en dos empresas alpaqueras de Cajamarca: Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón y Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco. El análisis de las fibras se realizó en el Laboratorio de Fibras Textiles, Pieles y Cueros, del programa de Investigación y Proyección Social en Ovinos y Camélidos Americanos (POCA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

La Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén está ubicada en el departamento y provincia de Cajamarca, distrito de Porcón, y presenta las siguientes características geográficas y meteorológicas:

- | | |
|--------------------------------|-----------|
| ➤ Altitud: | 3120 msnm |
| ➤ Latitud: | 7°01' S |
| ➤ Longitud: | 78°37' O |
| ➤ Temperatura máxima promedio: | 18 °C |
| ➤ Temperatura media anual: | 11 °C |
| ➤ Temperatura mínima promedio: | 4 °C |
| ➤ Precipitación pluvial anual: | 1559 mm |



El Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco, se encuentra en el distrito de Sorochuco, provincia de Celendín, en el departamento de Cajamarca, y presenta las siguientes características geográficas y meteorológicas:

- Altitud: 2674 msnm
- Latitud: 6°54' S
- Longitud: 78°15' O
- Temperatura máxima promedio: 21°C
- Temperatura media anual: 14.2 °C
- Temperatura mínima promedio: 7.7 °C
- Precipitación pluvial anual: 800 mm



3.2. MATERIALES

A. Material Biológico

- 80 alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya tuis machos de 1 a 3 años de edad.

B. Material de Campo

- Tijeras
- Bolsas de polietileno
- Tarjetas para la identificación de las muestras
- Cuaderno de notas
- Soga

C. Material de Laboratorio

- Regla acanalada
- Pinzas
- Tijeras
- Navajas de bisturí
- Láminas porta y cubre objetos
- Solución Detergente
- Parafina líquida
- Solución de alcohol isopropílico al 8%

D. Equipos de laboratorio

- Marco de fondo negro
- Leviatán
- Micrótopo tipo Leeds
- Analizador de fibra del método Laserscan
- Guillotina manual

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Número de muestras

Se trabajó con 80 muestras de fibra de alpacas tuis machos de 1 a 3 años de edad, procedentes de dos empresas alpaqueras de Cajamarca (según Cuadro 4): La Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén en Porcón, y el Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco. Fueron recogidas 49 muestras en la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén en Porcón, y 31 muestras del Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco, el recojo de las muestras se realizó durante el proceso de esquila, se determinó la edad por cronología dentaria.

Tabla 4. Número de muestras por procedencia y edad de tuis.

Procedencia	Edad Tuis	Número de muestras
Porcón	1-2 años	37
	2-3 años	12
Sorochuco	1-2 años	18
	2-3 años	13
Total		80

3.3.2. Trabajo de Campo

La colección de las muestras de fibra se realizó en la zona del costillar medio, cortando un conjunto de mechales del vellón utilizando una tijera de esquila; obteniendo una muestra de aproximadamente 3-5 g, las cuales fueron registradas en formatos (Anexo 1).

Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas de acuerdo a la procedencia y edad de los animales.

3.3.3. Trabajo de Laboratorio

El análisis de laboratorio comprendió dos etapas: el proceso de lavado y el análisis de las muestras de fibra (Anexo 2).

a. Proceso de lavado

El proceso de lavado se realizó en el equipo Leviatán y fue llevado a cabo en tres fases:

Fase 1: Las muestras fueron sumergidas en agua a una temperatura de 50°C y agitadas durante 2 a 3 minutos; con el objetivo de desprender impurezas y grasa de la fibra, posteriormente las muestras fueron exprimidas entre rodillos.

Fase 2: Las muestras fueron lavadas en una solución de carbonato de sodio al 0,25% y 7% de detergente en una solución de agua, a una temperatura de 55°C y agitadas durante 2 a 3 minutos; luego las muestras fueron exprimidas entre rodillos.

Fase 3: Las muestras fueron enjuagadas con agua a temperatura ambiente y posteriormente secadas en una estufa a 105°C durante 3 horas.

b. Análisis de las muestras de fibra

Para determinar el diámetro de fibra con el método Sirolan Laserscan se utilizó la norma IWTO 12 - 98 (International Wool Textile Organization), donde las muestras previamente fueron sometidas a un proceso de cardado manual, con el fin de limpiar, paralelizar e individualizar las fibras, luego fueron cortadas a 2 mm de longitud con la ayuda de una guillotina manual, para finalmente ser colocadas y dispersadas en una solución de alcohol isopropil al 8%; en este líquido de suspensión las fibras fueron atravesadas por un rayo láser, los grados de oclusión del rayo láser dentro del margen fijo, son usados para calcular el diámetro de cada corte, y las variaciones en la intensidad del rayo se convirtieron directamente en diámetros individuales, el equipo se calibró para realizar 1000 mediciones de

diámetros de fibras por muestra. Del procedimiento mencionado se obtuvieron los siguientes resultados:

- Diámetro promedio de fibra, promedio del diámetro 1000 fibras analizadas dentro de cada muestra.
- Coeficiente de variación del diámetro promedio de fibra, desviación estándar del diámetro promedio de fibra entre el diámetro promedio de fibra por 100%.
- Índice de Confort: Es el porcentaje de Fibras mayores a 30,5 micras de diámetro.
- Índice de curvatura: Describe la propiedad espacial de una masa de fibras menor a 30 grados/mm.
- Finura al hilado: Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CV MDF), y su valor debe ser aproximado a 19.1 micras.

3.4. Tratamiento Estadístico

Prueba Tuckey para el análisis de las Características de la Fibra de alpacas Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan – Cajamarca.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE FIBRA

Cuadro 1. Características de la fibra de alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya tuis machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Procedencia	Edad	N°	Diámetro (micras)	Finura al Hilado (micras)	Índice de Curvatura (grados/mm)	Índice de Confort (%)
GRANJA PORCÓN	1 a 2 años	37	21,99±3,7	21,64±3,69	55,45±8,49	90,79±11,22
	2 a 3 años	12	20,37±1,67	20,46±1,80	42,51±2,82	95,35±2,31
FONCREAGRO	1 a 2 años	17	21,71±1,68	21,26±2,06	57,80±5,24	95,41±3,72
	2 a 3 años	14	27,30±3,40	27,01±3,17	51,57±5,91	73,96±20,74
Total		80	22,61±3,79	22,32±3,75	53,33±8,37	89,50±13,71

Cuadro 2. Diámetro de la Fibra (μm) de Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Procedencia	Edad	N°	Media (μm)	CV (%)	Mín. (μm)	Máx. (μm)
GRANJA PORCÓN	1 a 2 años	37	21,99 \pm 3,7 A	17,19	16,20	30,40
	2 a 3 años	12	20,37 \pm 1,67 A	8,21	17,40	22,70
FONCREAGRO	1 a 2 años	17	21,71 \pm 1,68 A	7,74	18,90	24,60
	2 a 3 años	14	27,30 \pm 3,40 B	12,46	23,80	37,00

Medias con una letra similar (A) no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

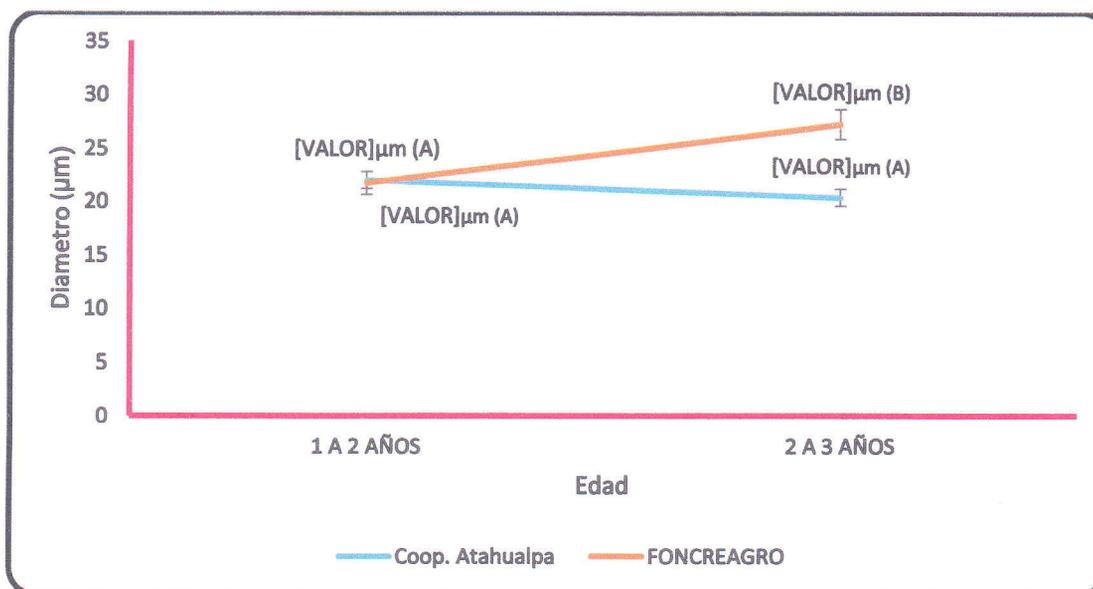


Fig. 4. Diámetro Promedio de la Fibra de Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Cuadro 3. Finura al Hilado (μm) de la Fibra de Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Procedencia	Edad	N°	Media (μm)	CV (%)	Mín.	Máx.
GRANJA PORCÓN	1 a 2 años	37	21,64 \pm 3,69 A	17,07	15,70	29,50
	2 a 3 años	12	20,46 \pm 1,80 A	8,78	17,10	23,20
FONCREAGRO	1 a 2 años	17	21,26 \pm 2,06 A	9,68	18,10	25,60
	2 a 3 años	14	27,01 \pm 3,17 B	11,75	23,20	34,80

Medias con una letra similar (A) no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

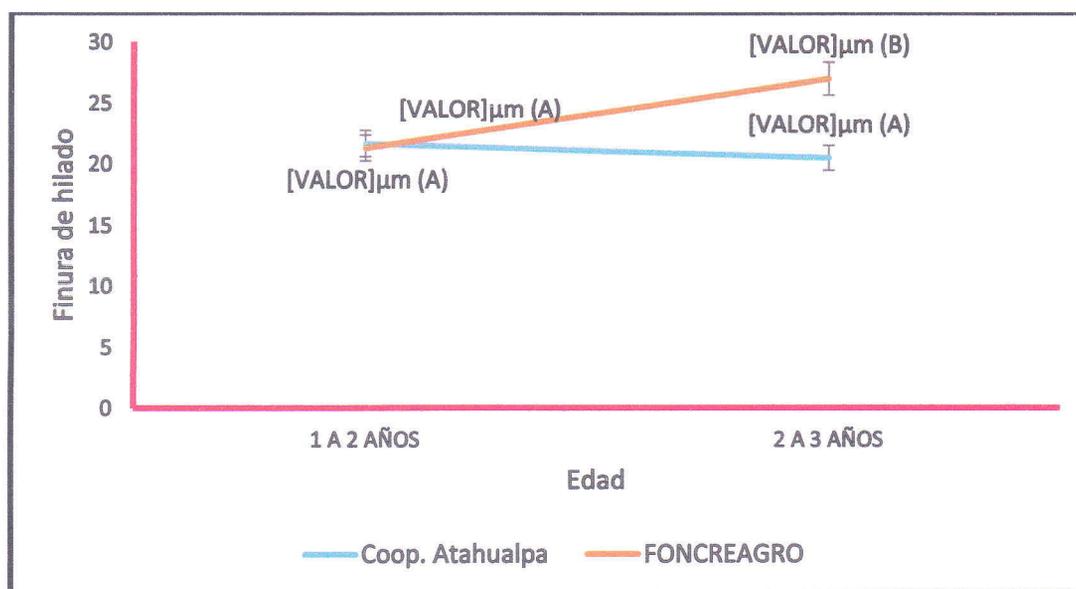


Fig. 5. Finura al Hilado de la Fibra de Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Cuadro 4. Índice de Curvatura (grados/mm) de la Fibra de Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Procedencia	Edad	N°	Media (grados/mm)	CV (%)	Mín.	Máx.
GRANJA	1 a 2 años	37	55,45±8,49A	15,31	37,20	73,90
	2 a 3 años	12	42,51±2,82B	6,63	36,50	45,80
FONCREAGRO	1 a 2 años	17	57,80±5,24A	9,07	46,60	71,50
	2 a 3 años	14	51,57±5,91A	11,47	37,60	59,50

Medias con una letra similar (A) no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

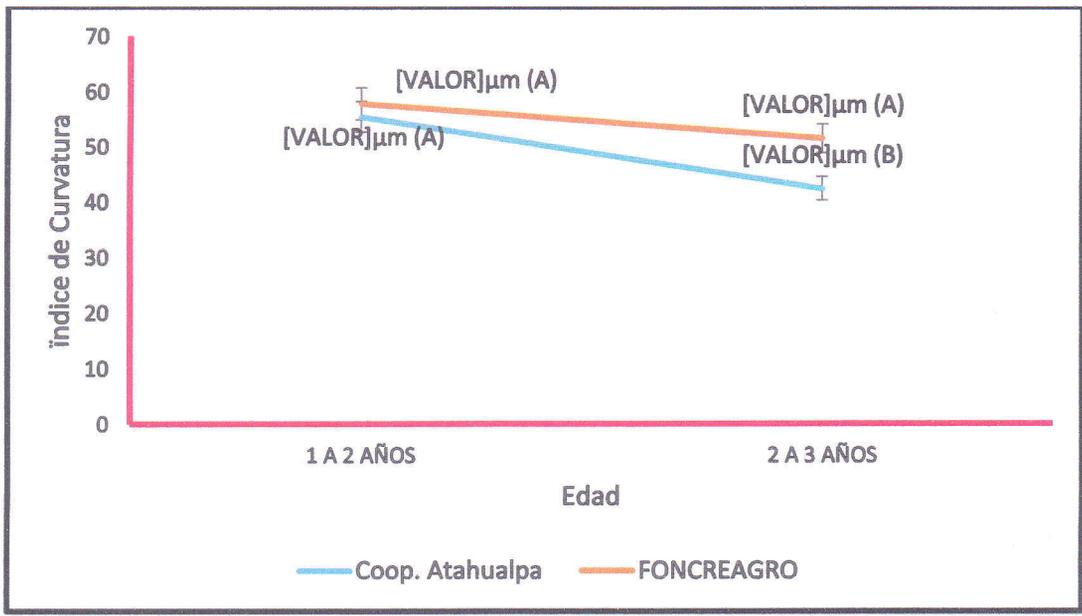


Fig. 6. Índice de Curvatura de la Fibra de Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Cuadro 5. Índice de Confort (%) de las Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018

Procedencia	Edad	N°	Media (%)	CV %	Mín.	Máx.
GRANJA PORCÓN	1 a 2 años	37	90,79±11,22 A	12,36	55,90	99,40
	2 a 3 años	12	95,35±2,31 A	2,42	91,50	98,60
FONCREAGRO	1 a 2 años	17	95,41±3,72 A	3,90	88,10	99,40
	2 a 3 años	14	73,96±20,74 B	28,04	11,40	91,80

Medias con una letra similar (A) no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

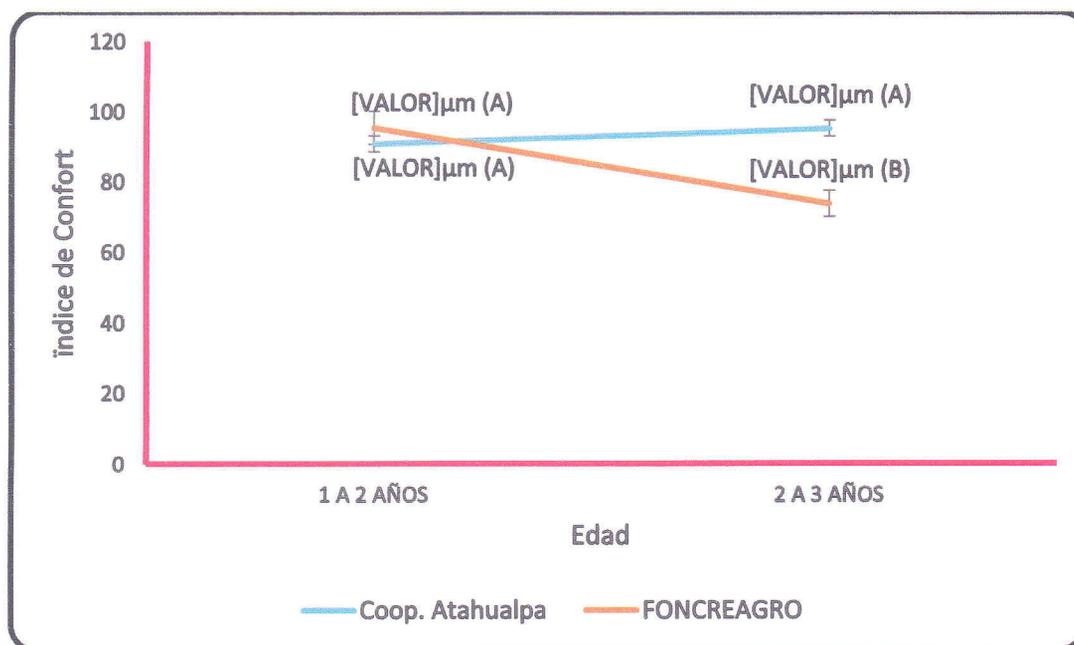


Fig. 7. Índice de Confort de las Alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Machos, mediante el método de Laserscan, Cajamarca – 2018



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Sobre el Diámetro de Fibra

El diámetro de fibra promedio (Cuadro 2) obtenido en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén de Porcón fue de $21,99 \pm 3,7$ μm para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $20,37 \pm 1,67$ μm para las alpacas tuis de 2 a 3 años; este resultado permite clasificarlas dentro del grupo Alpaca Baby (20,1 a 23,5 μm). Lo anterior, basándonos en la clasificación de calidades de la NTP 231.301.2014 (INDECOPI, 2014). El diámetro de fibra promedio obtenido en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO fue de $21,71 \pm 1,68$ μm para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $27,30 \pm 3,40$ μm para las alpacas tuis de 2 a 3 años; estos resultados nos permiten clasificar al primer grupo dentro del grupo Alpaca Baby, y al segundo dentro del grupo Alpaca Medium Fleece (26,6 a 29 μm).

La variabilidad del diámetro de la fibra de Alpacas Huacaya tuis machos, se encuentra dentro de los parámetros normales (Cuadro 2, coeficientes de variación CV %). El Anexo 1, Cuadro 2 y Fig. 4, muestran que existió diferencia altamente significativa ($p < 0,01$) en la interacción, en donde el diámetro de la fibra de las alpacas de 2 a 3 años de edad procedentes del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO (Sorochuco) se incrementó cuando se comparó con el diámetro de las fibras de alpacas de 1 a 2 años de edad, siendo incluso superiores ($p < 0,05$) a los promedios de los diámetros de las fibras registrados en las alpacas de la Cooperativa Atahualpa, quienes permanecieron constantes entre ambas edades.

Los resultados de diámetro de fibra obtenidos en el estudio son diferentes a los obtenidos por Raunelli y Coronado (2006), quienes obtuvieron 25,75 μm de diámetro de fibra, correspondiente a la categoría de Alpaca Fleece, en su estudio realizado en 20 alpacas reproductores machos



Huacaya en Huacraruco – San Juan – Cajamarca mediante el método BLUP. Así mismo, Huanca *et al.* (2007) en un estudio realizado en las provincias de Huancané y El Collao encontró diámetros promedio de 22,47 μm y 22,74 μm ; resultado que es similar a lo reportado en nuestro estudio. Vásquez *et al.* (2015), evaluó 405 muestras de fibra de alpaca en la zona altoandina de Apurímac y encontró un diámetro promedio de 19,6 \pm 0,2 μm , resultado que es diferente de lo encontrado en nuestro estudio; mientras que Ormachea *et al.* (2015), en las comunidades de Quelcaya y Chimboya analizó las muestras de 240 alpacas Huacaya entre 2 y 4 años de edad, obteniendo 21,28 \pm 2,55 μm de diámetro como resultado, valor que es muy similar a los obtenidos en nuestro estudio. Resultados como el obtenido por Vásquez *et al.*, (2015), el que corresponde a una fibra de alpaca del grupo de calidad Súper Baby, indican que existe una mejor selección dentro del plantel de alpacas reproductores, lo que conlleva a una fibra de alpaca con menor diámetro y de mejor calidad.

Basados en los resultados anteriores podemos decir que la fibra de alpacas de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón de 2 a 3 años (20,37 \pm 1,67 μm), al mostrar el menor diámetro de fibra entre todos los grupos de estudio, es la de mejor calidad, además, el diámetro de fibra obtenido en las alpacas tuis machos de 1 a 2 años de la misma procedencia muestran también un buen promedio en el diámetro (21,99 \pm 3,7 μm). En el proyecto de Alpacas FONCREAGRO de Sorochuco se observó un buen diámetro de fibra en las alpacas tuis de 1 a 2 años (21,71 \pm 1,68 μm), mientras que el grupo correspondiente a las alpacas tuis machos de 2 a 3 años mostraron un diámetro de fibra elevado (27,30 \pm 3,40 μm). Los resultados indican que los tuis machos de la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón poseen buen potencial genético con respecto a la calidad de fibra fina, obtenido por trabajo de selección realizado en la empresa. Lo anterior muestra también que el diámetro de fibra en alpacas está influenciado por la edad de los animales, y que los animales más jóvenes son los que muestran mejor calidad de fibra que los animales con más edad; esto se puede observar claramente en el grupo de alpacas de

2 a 3 años del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO (Cuadro 2), en el que se obtuvo un diámetro de fibra de $27,30 \pm 3,40 \mu\text{m}$, resultado muy distante del grupo de alpacas de 1 a 2 años pertenecientes al mismo lugar, en el que el diámetro obtenido fue de $21,71 \pm 1,68 \mu\text{m}$.

5.2. Sobre la Finura al Hilado

La finura al hilado obtenida en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón (Cuadro 3) fue de $21,64 \pm 3,69 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $20,46 \pm 1,80 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 2 a 3 años; en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO de Sorochuco la finura al hilado para las alpacas tuis de 1 a 2 años fue de $21,26 \pm 2,06 \mu\text{m}$, y para las alpacas tuis de 2 a 3 años fue de $27,01 \pm 3,17 \mu\text{m}$. Los resultados obtenidos se acercan a lo encontrado por Quispe (2010), quien en su estudio sobre alpacas Huacaya de color blanco encontró una finura al hilado de $20,9 \mu\text{m}$, él mismo indica que los animales menores de 18 meses muestran una mejor finura al hilado que los animales adultos, lo que se demuestra en los resultados obtenidos en este estudio (Cuadro 3), en donde la finura al hilado en los tuis de 2 a 3 años del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO en Sorochuco ($27,01 \pm 3,17 \mu\text{m}$) fue mayor a la de tuis de 1 a 2 años ($21,26 \pm 2,06 \mu\text{m}$). Se aprecia que los tuis de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén muestran una mejor finura al hilado que las que proceden del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO. Al ser la finura al hilado un valor que provee una estimación del rendimiento de la muestra al ser hilada y convertida en hilo, además de ser una característica ligada directamente al diámetro de la fibra, podemos mencionar que dicho valor es mejor en animales jóvenes y que muestran mejor promedio en el diámetro de fibra. El coeficiente de variación de las diferentes variables de estudio de la finura del hilado es el adecuado. Existió una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la interacción de edad por procedencia (Cuadro 3, Fig. 5 y Anexo 2), siendo mayor la Finura al hilado en las alpacas machos de 2 a 3 años del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO ($p < 0,05$), comparado con la finura de hilado de las alpacas de 1 a 2 años y de 2 a 3 años de las



alpacas procedentes de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón, y de la finura al hilado de las alpacas del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO (Sorochuco) de 1 a 2 años.

5.3. Sobre el índice de curvatura

El índice de curvatura promedio obtenido en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón (Cuadro 4) fue de $55,45 \pm 8,49$ grados/mm para las alpacas tuis de 1 a 3 años, y de $42,51 \pm 2,82$ grados/mm para las alpacas tuis de 2 a 3 años; el índice de curvatura promedio obtenido en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO fue de $57,80 \pm 5,24$ grados/mm para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $51,57 \pm 5,91$ grados /mm para las alpacas tuis de 2 a 3 años. Los resultados se encuentran dentro de la media obtenida por Quispe *et al.* (2010), quien menciona que las alpacas Huacaya tienen una curvatura de 25 a 60 grados/mm, resalta también que las alpacas Huacaya muestran una ventaja frente a las alpacas Suri, quienes muestran una media de 15 a 35 grados/mm, lo que indica una menor curvatura en sus fibras. Vásquez *et al.* (2015), encontró un índice de curvatura de 36,9 grados/mm, y Ormachea *et al.* (2015) un índice de 42,26 grados/mm, si bien es cierto, ambos resultados distan de lo hallado en nuestro estudio, se encuentran también dentro del rango de 25 a 60 grados/mm descrito por Quispe *et al.* (2010). Fish *et al.* (2009), menciona que existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y el índice de curvatura, en donde por lo general las fibras con alta curvatura muestran un menor diámetro; lo anterior queda demostrado en los valores obtenidos en este estudio; podemos notar que se cumple la relación entre el índice de curvatura y el promedio del diámetro de fibra, los animales de menor edad y que muestran mejor promedio de diámetro también muestran un mejor índice de curvatura. Observamos que los tuis del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO de 1 a 2 años muestran un mejor índice de curvatura que los demás grupos de estudio. La variabilidad del índice de curvatura entre alpacas machos de diferentes edades y localidades se ha encontrado dentro de los parámetros normales, se



observa en la Cuadro 4, Fig. 6 y Anexo 3, que existió una disminución del índice de curvatura ($p < 0,05$) en las alpacas tuis machos de 2 a 3 años de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón comparados con los índices de curvatura de las alpacas de 1 a 2 años y de 2 a 3 años, procedentes del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO en Sorochuco, así mismo fue menor al de las alpacas tuis de 1 a 2 años procedentes de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón.

5.4. Sobre el índice de confort

El índice de confort hallado en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén (Cuadro 5) fue de $90,79 \pm 11,22$ % (9,21% de Factor de picazón) para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $95,35 \pm 2,31$ % (4,65% de Factor de picazón) para las alpacas de 2 a 3 años; en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO en Sorochuco el índice de confort fue de $95,41 \pm 3,72$ % (4,59% de Factor de picazón) para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $73,96 \pm 20,74$ % (26,04% de Factor de picazón) para las alpacas tuis de 2 a 3 años. Al respecto Sacchero (2005), menciona que, si existe un factor de picazón de más del 5%, el tejido resulta no ser tan confortable por la picazón que causa en la piel del consumidor, por lo tanto, la industria textil prefiere fibras con un índice de confort igual o mayor al 95%, y un factor de picazón menor o igual a 5%. Los resultados obtenidos en el presente estudio están también alejados de los obtenidos por Quispe *et al.* (2009a), quien realizó el análisis del índice de confort en alpacas de color blanco de 8 comunidades de la región Huancavelica, encontrando un factor de picazón de 6,33%, correspondiente a un índice de confort de 93,67%; el que consideró como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Así mismo, Vásquez *et al.* (2015) y Ormachea *et al.* (2015), encontraron en sus estudios 96,8% y 94,99% de índice de confort respectivamente, resultados que no se acercan a los encontrados en el presente estudio. Teniendo en cuenta los resultados de este estudio, podemos mencionar que los tuis de 1 a 2 años procedentes del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO y los tuis de 2 a 3 años de la



Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén muestran un mejor índice de confort frente a los demás grupos de estudio. Los resultados anteriormente observados muestran la relación que existe entre el índice de confort y el diámetro promedio de la fibra, siendo ésta mayor cuando es menor el diámetro promedio de la misma. La variabilidad del índice de confort, demostrado por el coeficiente de variación, está dentro de los parámetros normales; existiendo diferencia ($p < 0,05$) entre las edades de las alpacas de cada localidad (Cuadro 5, Fig. 7 y Anexo 4), demostrando que el índice de confort en las alpacas del Proyectos Alpacas de FONCREAGRO disminuyó en la edad de 2 a 3 años comparado con el índice de confort de las alpacas de 1 a 2 años del mismo lugar, siendo el resultado incluso menor al índice de confort de las alpacas tuis de 1 a 2 años y de 2 a 3 años ($p < 0,05$) procedentes de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén - Granja Porcón.

De acuerdo a los resultados podemos mencionar que existe una correlación inversamente proporcional ($r: -0,91; p < 0,01$) entre el índice de confort y el diámetro de fibra, lo que quiere decir que a medida que incrementa el índice de confort, disminuye el diámetro de fibra. También existe una relación directamente proporcional ($r: 0,98; p < 0,01$) entre el diámetro de fibra y la finura al hilado, es decir, que a mayor diámetro también existirá mayor finura al hilado. Así mismo, existe una relación inversamente proporcional ($r: -0,88; p < 0,01$) entre la finura al hilado y el índice de confort, lo que quiere decir que mientras mayor sea la finura al hilado, menor será el índice de confort.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- 6.1. El diámetro de fibra promedio obtenido en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén de Porcón fue de $21,99 \pm 3,7 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $20,37 \pm 1,67 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 2 a 3 años; el diámetro de fibra promedio obtenido en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO fue de $21,71 \pm 1,68 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $27,30 \pm 3,40 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 2 a 3 años.
- 6.2. La finura al hilado obtenida en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén –Granja Porcón fue de $21,64 \pm 3,69 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $20,46 \pm 1,80 \mu\text{m}$ para las alpacas tuis de 2 a 3 años; en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO de Sorochuco la finura al hilado para las alpacas tuis de 1 a 2 años fue de $21,26 \pm 2,06 \mu\text{m}$, y para las alpacas tuis de 2 a 3 años fue de $27,01 \pm 3,17 \mu\text{m}$.
- 6.3. El índice de curvatura obtenido en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón fue de $55,45 \pm 8,49$ grados/mm para las alpacas tuis de 1 a 3 años, y de $42,51 \pm 2,82$ grados/mm para las alpacas tuis de 2 a 3 años; el índice de curvatura promedio obtenido en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO fue de $57,80 \pm 5,24$ grados/mm para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $51,57 \pm 5,91$ grados/mm para las alpacas tuis de 2 a 3 años.
- 6.4. El índice de confort hallado en la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón fue de $90,79 \pm 11,22 \%$ para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $95,35 \pm 2,31 \%$ para las alpacas de 2 a 3 años; en el Proyecto Alpacas de FONCREAGRO en Sorochuco el índice de confort fue de $95,41 \pm 3,72 \%$ para las alpacas tuis de 1 a 2 años, y de $73,96 \pm 20,74 \%$ para las alpacas tuis de 2 a 3 años.



CAPÍTULO VII

LISTA DE REFERENCIAS

- Aliaga, J. 2006. Producción de ovinos. Primera Edición. Editorial Gutemberg. Lima – Perú, pp. 420.
- Anderson, S. 1976. The Measurement of Fibre Fineness and Length: The Present Position. *J. Text. Inst.*, 67: 175-180.
- Aylan-Parker, J. y McGregor, B. 2002. Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Rumin. Res.*, 44: 53–64.
- Baxter, B. 1993. Influences on comparisons between the mean fibre diameters of wool measured by Airflow and Projected Image Methods, IWTO, Technical comimittee Istambul Report.
- Canaza-Cayo, A., Alomar D., Quispe E. 2013. Prediction of alpaca fibre quality by near-infrared reflectance spectroscopy. *Animal* 7(07): 1219-1225.
- Carpio, M. 1991. La fibra de camélidos. En: Novoa y Flores. Producción de rumiantes menores: Alpacas. Lima: Resumen. p. 297-359.
- CONACS, 2005. Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos - Perú. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20071109125712/http://www.conacs.gob.pe/>
- Corredor, A. 2015. Relación Entre las clases de evaluación visual y el peso de vellón, peso vivo y finura en alpacas huacaya de Pasco. Universidad Nacional Agraria La Molina.



- El Mercurio. 2015. Proyecto de crianza de alpacas se inicia en Conga. Disponible en: <http://elmercurio.pe/locales/proyecto-de-crianza-de-alpacas-se-inicia-en-conga/>.
- FAO. 1995. Manual para el personal auxiliar de sanidad animal primaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Pp 323.
- FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú, 62. Disponible en: http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacionalpcas_peru.pdf
- Fish, V., Mahar, T. y Crook, B. 1999. Fibre curvature morphometry and measurement. International Wool Textile Organization. Nice Meeting. Report N° CTF 01.
- Fowler, M. 2008. Camelids are not ruminants. En Zoo and Wild Animal Medicine. Saunders. St. Louis. Missouri.
- Gerken, M. 2009. Relationships between integumental characteristics and thermoregulation in South American camelids. The Animal Consortium, pp. 1-9.
- González, B., Palmas, R., Zapata, B., Marín, J. 2006. Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). Mammal Review 36: 157-178.
- Gutiérrez, J., Cervantes, I., Pérez-Cabal, M., Burgos, A., Morante, R. 2014. "Weighting fibre and morphological traits in a genetic index for an alpaca breeding programme." animal 8(03): 360-369.
- Guzmán, J. 2009. Evaluación del método de clasificación del vellón de ovino Corriedale (*Ovis aries*) en la S.A.I.S Pachacutec. Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved from http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1705/PAN_12-140-TM.pdf?sequence=1
- Harrison, J.A. 1985. Giant camels from the Cenozoic of North America. Smithsonian Contributions to Paleobiology. 5-7: 1-29.



- Holt, C. 2006. A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character y curvature of fibre. A report to the Australian Alpaca Association. Pambula Beach NSW. Australia.
- Huanca, T. 1990. "Manual del Alpaquero", Segunda Edición. Proyecto Alpacas INIAA – CORPUNO – COTESU/IC; Puno – Perú.
- Huanca, T., Alpaza, N., Lazo, A. 2007. Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa - Puno. Sitio Argentino de producción animal, pp.1–8.
- Huanca, T., Apaza, N., Lazo, A. 2007. Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa – Puno. Arch. Latinoamer. Prod. Anim., 15(Supl. 1):480.
- INACAL (Instituto Nacional de Calidad, PE). 2015. Cadena productiva de fibra de alpaca será más competitiva con nuevas NT. Disponible en:
<http://www.inacal.gob.pe/inacal/index.php/component/k2/item/12-noticia-2>
- INDECOPI (Instituto Nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual, PE). 2014. NTP.231.301.2014 Fibra de Alpaca Clasificada. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado. INDECOPI y Sub Comisión de Normas Técnicas de la fibra de alpaca. Lima, Perú.
- INEI (Instituto Nacional de estadística e informática, PE). 2013. IV Censo Nacional Agropecuario (en línea). Disponible en:
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R., Bruford, M. 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and alpaca. Proceedings of the Royal Society of London B 268, 2575–2584.

- Lupton, C., McColl, A. y Stobart, R. 2006. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Rumin. Res.*, 64: 211-224.
- 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.
- Martindale, J. 1945. A new method of measuring the irregularity of yarns with some observations on the origin of irregularities in worsted slivers and yarns. *J. Text. Inst.* 36: T35-T47.
- McColl, A. 2004. Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine. Herd Sire* pp 164-168.
- McGregor, A. y Butler, K. 2004. Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust. J. Agric. Res.*, 55: 433-442.
- McGregor, B. 2006. Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin. Res.*, 61: 93-111.
- McLennan, N. y Lewer, R. 2005. Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). Disponible en: <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>. accesado el 25 de noviembre del 2016.
- Mejía, F. 2015. Programa de Textilización – Ciencias Textiles. [Blog]. Disponible en: <https://programadetextilizacion.blogspot.pe/2015/01/capitulo-3-las-fibras-naturales-de.html>
- Melden Laboratories. 1992. Port Pirie Street. Bibra lake Western Australia 6163.
- Molina, J. 1782. Saggio Sulle Storia Naturale del Chile. Bologna.

- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E. y Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya Alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Span. J. of Agric. Res.* 6(1):33-38.
- Morante, R., Goyache, F., Burgos, A., Cervantes, I., Péres-Cabal, M. y Gutiérrez, J. 2009. Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Anim. Genet. Resour. Informat.* 45: 37-43.
- Mueller, J. 1998. Determinación de la calidad de vellones de doble cobertura tomando el vellón de vicuña (*Vicugna vicugna*) como ejemplo. INTA Bariloche. Edición impresa 0325-8718 Argentina.
- Müller, P. 1776. Natursystem. Supplements und Register-Band. Nurnberg.
- Naylor, G. 2001. IWTO – Measurement of the Diameter Characteristics of Fibre Ends in Wool Silvers, Technology and Standards Committee, Shangai Meeting.
- Oria, I., Quicaño, I., Quispe, E., Alfonso, L. 2009. Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú. Animal Genetics Resource Information. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 45:79-84.
- Ormachea, E., Calsín, B., Olarte, U. 2015. Características textiles de la fibra en alpacas huacaya del distrito de Corani. *Revista de Investigación Altoandina*, 17(2), 5–10.
- Peña, Q., Gutiérrez, P., Unanua, P. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 1–29.
- PROMPERU. 2016. Perú posee la cadena productiva más competitiva para la fibra de alpaca. Dpto. de RRPP y Prensa de PROMPERÚ. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

- Quispe, E. 2010. Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis para optar el Grado de Doctor. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Quispe, E. 2010. Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Simposio Internacional de Fibras de Camélidos Sudamericanos. Huancavelica, Perú.
- Quispe, E., Alfonso, L., Flores, A., Guillén, H. y Ramos, Y. 2009a. Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica-Perú. Archivos de. Zootecnia. 58 (224): 705-716.
- Quispe, E., Paúcar, R., Poma, A., Sacchero, D. y Mueller, J. 2008a. Perfil del diámetro de fibras en alpacas. Proc. de Seminario Internacional de Biotecnología Aplicada en Camélidos Sudamericanos. Huancavelica. Perú.
- Quispe, E., Ramos, H., Mayhua, P. y Alfonso, L. 2010. Fibre characteristics of vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*). *Small Rumin. Res.* (93), 64-66.
- Quispe, E., Poma, A., Purroy, A. 2013. Características productivas y textiles de la fibra de Alpacas de raza Huacaya. *Rev Complut Cien Vet* 7(1): 1-29. doi:10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413.
- Raunelli, J., Coronado, J. 2006. Un método de selección aplicable en alpacas. En: *South American Camelids Research*, volumen 2. Wageningen academic publishers the Netherlands. Pp 289-300
- Sacchero, D. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad de lanas. En: *Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas*. Bariloche, Argentina. 207-221.



- Solis, R. 1997. Efecto edad y sexo en el peso vivo y peso vellón grasiento en alpacas Huacaya del Centro de Producción San Juan de Paracancha - Carhuamayo. Sumario XXI Reunión Científica Anual de la APPA – FMVZ - Universidad Nacional del Altiplano – Puno - Perú.
- Stanley, H., Kadwell, M., Wheeler, J. 1994. Molecular evolution of the family Camelidae: a mitochondrial DNA study. Proc R Soc Lond. B. 256:1-6.
- Trejo, W. 1986. Estudio de la correlación fenotípica entre el diámetro de fibra la escala de colores en alpacas Huacaya. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Turner, H., Hayman, R., Riches, J., Roberts, N., Wilson, L. 1953. Physical Definition of Sheep and Their Fleece for Breeding and Husbandry Studies. Divisional Report No. 4 (Series S.W.-2), Division of Animal Health and Production, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Melbourne, Australia, 92 pág.
- Vásquez, R., Gomez-Quispe, O., Quispe, E. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca huacaya en la zona altoandina de Apurímac, Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 26(2), 213–222.
- Villaruel, J. 1991. Las Fibras. En: S. Fernández-Baca, ed. Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (FAO/RLA), Santiago (Chile).
- Webb, S. 1974. Pleistocene mammals of Florida, Gainesville, University of Florida Press, 170-259.
- Wheeler, J. 1995. Evolution and present situation of the South American Camelidae. Biol J Linn Soc. 54: 271-295.



Wheeler, J. 1995. Evolution and present situation of the South American Camelidae. Biol J Linn Soc. 54: 271-295.

Wheeler, J. 2006. Capítulo 3: Historia Natural de la Vicuña. En: Investigación, conservación y manejo de las vicuñas – Proyecto MACS. Vila, B. (ed). Proyecto MACS-Argentina-INCO- Unión Europea. Buenos Aires, 208 pp.

ANEXO 1

Hipótesis diámetro de fibra

Ho: de la procedencia: $\mu_1 = \mu_2$

Ho: de la Edad: $\mu_1 = \mu_2$

$H_{o(es)}$ de la interacción: $\mu_{jk} = \mu_{ij} = \mu_{j+} - \mu_{\bar{j}}$ no hay efecto de la interacción

H1(A): $\mu_{mj+} \neq \mu_{mj'+}$ El factor procedencia influye o afecta al diámetro

H1(B): $\mu_{m+k} \neq \mu_{m+k'}$ El factor edad influye o afecta al diámetro

H1(AB): $\mu_{mjk} - \mu_{mj'k} \neq \mu_{mj+-} - \mu_{mj'+}$ Hay interacción,

ANOVA 1: Análisis de varianza factorial de 2*2 (Procedencia *Edad) de diámetro de fibra de alpacas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Diámetro	80	0,35	0,32	13,81

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo,	396,62	3	132,21	13,56	<0,0001
Procedencia	183,94	1	183,94	18,87	<0,0001
Edad	65,65	1	65,65	6,73	0,0113
Procedencia*Edad	216,29	1	216,29	22,19	<0,0001
Error	740,80	76	9,75		
Total	1137,41	79			

Existió diferencia altamente significativa ($p < 0,01$) en la interacción, en donde el diámetro de la fibra de las alpacas de 2 a 3 años de edad procedentes de El proyecto Alpacas de FONCREAGRO (Sorochuco) se incrementó cuando se comparó con el diámetro de las fibras de alpacas de 1 a 2 años de edad, siendo incluso superiores ($p < 0,05$) a los promedios de los diámetros de las fibras registrados en las alpacas de la Cooperativa Atahualpa, quienes permanecieron constantes entre ambas edades.

ANEXO 2

Hipótesis de finura del hilado de la fibra

Ho: de la procedencia: $\mu_1 = \mu_2$

Ho: de la Edad: $\mu_1 = \mu_2$

$H_{o(es)}$ de la interacción: $\mu_{jk} = \mu_{ij} = \mu_{j+} - \mu_{j-}$ no hay efecto de la interacción

H1(A): $\mu_{mj+} \neq \mu_{mj'+}$ El factor procedencia influye o afecta al diámetro

H1(B): $\mu_{m+k} \neq \mu_{m+k'}$ El factor edad influye o afecta al diámetro

H1(AB): $\mu_{mjk} - \mu_{mj'k} \neq \mu_{mj+-} - \mu_{mj'+}$ Hay interacción

ANOVA 2: Análisis de varianza factorial de 2*2 (Procedencia *Edad) de diámetro de fibra de alpacas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Finura de hilado	80	0,35	0,32	13,84

F, V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo,	385,39	3	128,46	13,46	<0,0001
Procedencia	158,07	1	158,07	16,57	0,0001
Edad	86,65	1	86,65	9,08	0,0035
Procedencia*Edad	199,62	1	199,62	20,92	<0,0001
Error	725,13	76	9,54		
Total	1110,51	79			

Existió una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la interacción de edad por procedencia, siendo mayor la Finura al hilado en las alpacas machos de 2 a 3 años del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO ($p < 0,05$), comparado con la finura de hilado de las alpacas de 1 a 2 años y de 2 a 3 años de las alpacas procedentes de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón, y de la finura al hilado de las alpacas del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO (Sorochuco) de 1 a 2 años.

ANEXO 3

Hipótesis Índice de curvatura de fibra

Ho: de la procedencia: $\mu_1 = \mu_2$

Ho: de la Edad: $\mu_1 = \mu_2$

$H_{o(es)}$ de la interacción: $\mu_{jk} = \mu_{ij} = \mu_{j+} - \mu_{j-}$ no hay efecto de la interacción

H1(A): $\mu_{mj+} \neq \mu_{mj'+}$ El factor procedencia influye o afecta al Índice de curvatura

H1(B): $\mu_{m+k} \neq \mu_{m+k'}$ El factor edad influye o afecta al Índice de curvatura

H1(AB): $\mu_{mjk} - \mu_{mj'k} \neq \mu_{mj+-} - \mu_{mj'+}$ Hay interacción.

ANOVA 3. Análisis de varianza factorial de 2*2 (Procedencia *Edad) de Índice de curvatura de fibra de alpacas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de curvatura	80	0.35	0.33	12.86

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1955.20	3	651.73	13.85	<0.0001
Procedencia	540.98	1	540.98	11.50	0.0011
Edad	1527.99	1	1527.99	32.47	<0.0001
Procedencia*Edad	187.52	1	187.52	3.99	0.0495
Error	3576.13	76	47.05		
Total	5531.33	79			

Existió una disminución del índice de curvatura ($p < 0,05$) en las alpacas tuis machos de 2 a 3 años de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón comparados con los índices de curvatura de las alpacas de 1 a 2 años y de 2 a 3 años, procedentes del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO en Sorochuco, así mismo fue menor al de las alpacas tuis de 1 a 2 años procedentes de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén – Granja Porcón.



ANEXO 4

Hipótesis de Índice de Confort de fibra

Ho: de la procedencia: $\mu_1 = \mu_2$

Ho: de la Edad: $\mu_1 = \mu_2$

$H_{o(es)}$: de la interacción: $\mu_{jk} = \mu_{ij} = \mu_{j+} - \mu_{j-}$ no hay efecto de la interacción

H1(A): $\mu_{mj+} \neq \mu_{mj'+}$ El factor procedencia influye o afecta al Índice de Confort

H1(B): $\mu_{m+k} \neq \mu_{m+k'}$ El factor edad influye o afecta al Índice de Confort

H1(AB): $\mu_{mjk} - \mu_{mj'k} \neq \mu_{mj+-} - \mu_{mj'+}$ Hay interacción,

ANOVA 4: Análisis de varianza factorial de 2*2 (Procedencia *Edad) de Índice de Confort de fibra de alpacas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de Confort	80	0,30	0,27	13,07

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo,	4448,41	3	1482,80	10,84	<0,0001
Procedencia	1168,86	1	1168,86	8,54	0,0046
Edad	1186,14	1	1186,14	8,67	0,0043
Procedencia*Edad	2812,83	1	2812,83	20,55	<0,0001
Error	10400,70	76	136,85		
Total	14849,11	79			

Existió diferencia estadística ($p < 0,05$) entre las edades de las alpacas de cada localidad, demostrando que el índice de confort en las alpacas del Proyecto Alpacas de FONCREAGRO disminuyó en la edad de 2 a 3 años comparado con el índice de confort de las alpacas de 1 a 2 años del mismo lugar, siendo el resultado incluso menor al índice de confort de las alpacas tuis de 1 a 2 años y de 2 a 3 años ($p < 0,05$) procedentes de la Cooperativa Agraria de trabajadores Atahualpa Jerusalén - Granja Porcón.

ANEXO 5. TRABAJO DE CAMPO

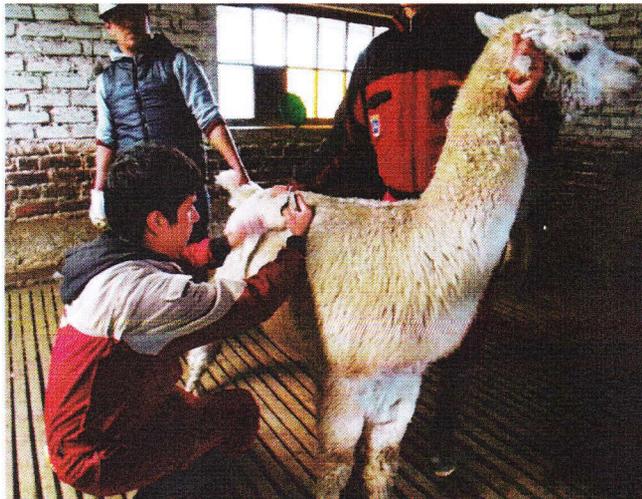


Fig. 8. Colección de las muestras de fibra de la zona del costillar medio, se corta un conjunto de mechas del vellón utilizando una tijera de esquila para obtener una muestra de aproximadamente 3-5 g.

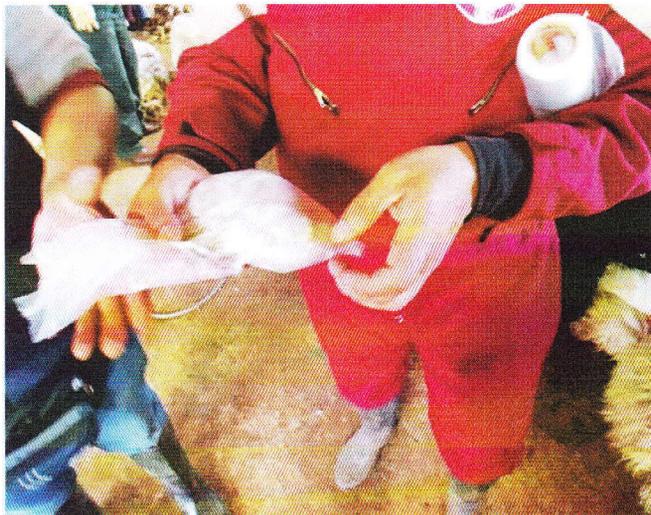


Fig. 9. Muestras de fibra colocadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas de acuerdo a la procedencia de cada animal.

ANEXO 6. TRABAJO DE LABORATORIO

Proceso para el lavado de las muestras de fibra



Fig. 10. Equipo Leviatán para lavado de muestras de fibra.

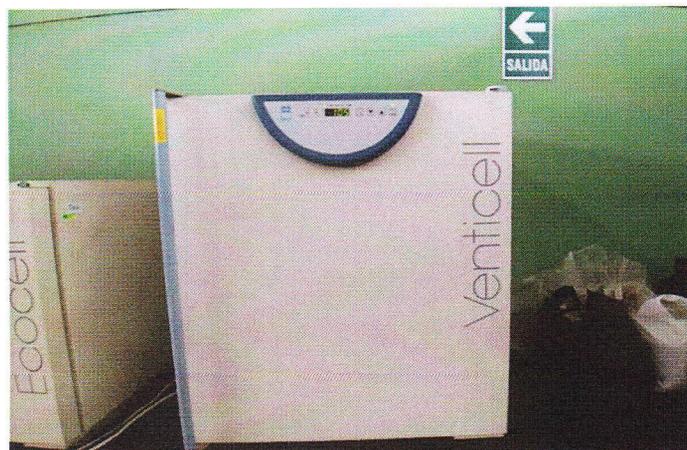


Fig. 11. Estufa para el secado de las muestras a 105°C durante 3 horas.



Fig. 12. Proceso de cardado manual.



Fig. 13. Muestras de fibra cortadas a 2 mm de longitud con la ayuda de una guillotina manual.



Fig. 14. Introducción de las muestras de fibra en el equipo Laserscan para su análisis.



Fig. 15. Equipo Laserscan para medición de muestras de fibra.

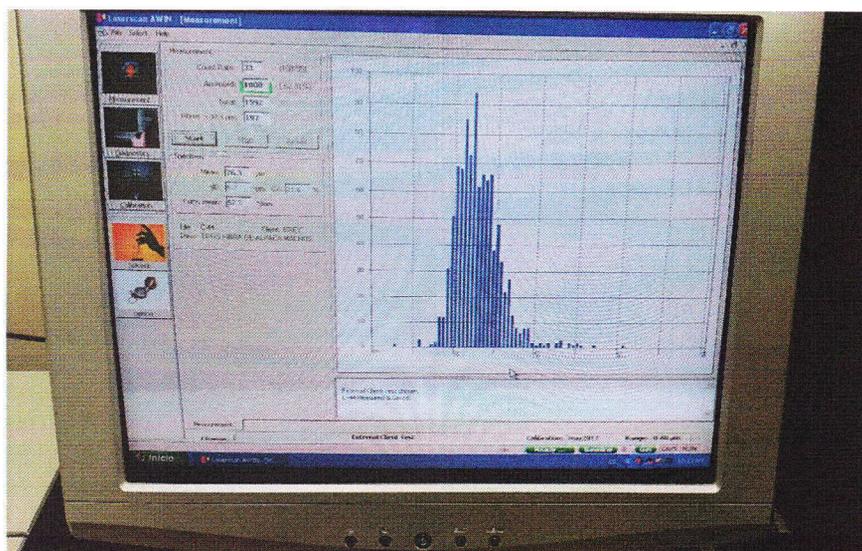


Fig. 16. Visualización del análisis de la fibra realizado por el Equipo Sirolan Laserscan.

ANEXO 7. Características de la fibra de Alpaca (*Vicugna pacos*) Huacaya Tuis Macho, mediante el Método de Laserscan - Cajamarca - 2018, total de muestras.

N°	Edad	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA					
		Diam. Prom. (micras)	Desv. Stand. (micras)	Coef. Variac. (%)	Finura Hilado (micras)	Índice Curvatura (°/mm)	Índice Confort (%)
1	1-2 años	20,7	4,6	22,2	20,3	51,3	96,1
2	1-2 años	20,3	4,3	21	19,8	47,3	97,6
3	1-2 años	19,6	5,1	25,9	20	64,6	96,1
4	1-2 años	20,4	4,6	22,8	20,1	61,6	97
5	1-2 años	22,1	4,2	19	21,1	48,3	95,9
6	1-2 años	19,6	4,4	22,3	19,3	60,2	96,7
7	1-2 años	20,4	4,3	21,1	19,9	58	97,4
8	1-2 años	16,2	3,3	20,3	15,7	73,2	99,4
9	1-2 años	23,5	7,2	30,6	25,1	59,2	87,6
10	1-2 años	20,7	4,3	20,6	20,1	61,8	96,5
11	1-2 años	16,4	4,1	25	16,6	66,7	99,2
12	1-2 años	17,8	3,3	18,7	17	52,2	99,1
13	1-2 años	19	4,2	21,8	18,7	60,8	98,7
14	1-2 años	17,9	4,4	24,5	18	55,7	97,7
15	1-2 años	20,6	4,9	23,6	20,5	56,2	95,8
16	1-2 años	21,4	5	23,3	21,3	50,7	95,6
17	1-2 años	22,1	5,6	25,6	22,4	58	93,4
18	1-2 años	18,3	4,2	23,2	18,1	64,4	98,9
19	1-2 años	18,6	3,7	19,9	17,9	58,3	98,9
20	1-2 años	19,1	3,5	18,4	18,2	53,4	99,4
21	1-2 años	16,7	3,4	20,3	16,2	73,9	99,1
22	1-2 años	20,6	4,4	21,3	20,1	53,1	96,8
23	1-2 años	24,5	4,6	18,7	23,4	49,3	90,1
24	1-2 años	20,9	4,8	22,7	20,7	59,9	96,5
25	1-2 años	25,6	6,8	26,5	26,2	47,9	84,9
26	1-2 años	23,6	5,4	23	23,4	57,8	91,1
27	1-2 años	30,4	5,6	18,3	28,9	40,4	59,8
28	1-2 años	27,4	5,4	19,5	26,4	52,6	76,1
29	1-2 años	27,3	5,7	20,8	26,5	51,2	73,9
30	1-2 años	28	7,1	25,2	28,3	48,8	73,3
31	1-2 años	26	5	19,2	24,9	54,4	85,1
32	1-2 años	21,7	5,2	23,9	21,7	55,2	93
33	1-2 años	30,4	6,3	20,7	29,5	43,6	55,9
34	1-2 años	20,7	5	24,2	20,7	62,2	96
35	1-2 años	23,3	4,9	21	22,7	64,1	91,9

36	1-2 años	27,9	5,8	20,9	27,2	37,2	70,1
37	1-2 años	23,8	5,7	23,9	23,8	38,3	88,6
38	2-3 años	20,8	4,6	22,1	20,4	42,7	95,7
39	2-3 años	17,7	4,6	26,3	18,1	42,4	97,5
40	2-3 años	19,8	5,4	27,4	20,5	45,8	95,4
41	2-3 años	20,7	5	24,3	20,7	45,4	94,3
42	2-3 años	18,9	4,5	23,8	18,9	44,8	97,8
43	2-3 años	17,4	3,9	22,6	17,1	42	98,6
44	2-3 años	20,7	4,6	22,2	20,3	43,8	96,8
45	2-3 años	21,6	5,1	23,5	21,5	42,7	93,4
46	2-3 años	20,4	5,8	28,4	21,2	38	94,8
47	2-3 años	22,4	6,2	27,5	23,2	36,5	91,5
48	2-3 años	22,7	5,8	25,7	23,1	41,6	90,7
49	2-3 años	21,3	4,1	19,4	20,5	44,4	96,7
1	1-3 años	37	6,2	16,6	34,8	47	11,4
2	1-2 años	22,7	4,5	19,7	21,8	58	95,6
3	1-3 años	25	4,9	19,5	24	50	86
4	1-3 años	26,3	5,7	21,6	25,8	57,4	80,3
5	1-2 años	22,4	4,4	19,6	21,5	57,3	96,8
6	1-3 años	24,5	5,1	20,7	23,8	56,2	87,7
7	1-3 años	25	5	20,2	24,1	58,7	88,4
8	1-3 años	23,8	5,1	21,3	23,2	49,5	91,8
9	1-2 años	23	6,9	30	24,4	46,6	88,3
10	1-2 años	19,9	4,4	22,2	19,6	64	96,6
11	1-2 años	22,5	4,1	18,4	21,4	56,7	97,1
12	1-2 años	20,5	3,7	17,9	19,4	56,1	98,6
13	1-2 años	18,9	3,6	19	18,1	64,1	99,4
14	1-2 años	19,9	3,9	19,7	19,1	58	98,4
15	1-2 años	22,9	5,7	24,7	23,1	60,2	91,4
16	1-2 años	22,9	4,4	19,2	22	54,2	96,2
17	1-3 años	28,4	8,8	30,8	30,4	49,3	74,6
18	1-3 años	26,5	7,4	27,8	27,5	59,5	77,2
19	1-3 años	25,2	7,9	31,4	27,1	45,7	79,9
20	1-3 años	26,8	6,3	23,5	26,7	55,4	78,2
21	1-3 años	28,5	7,6	26,5	29,2	50,9	69
22	1-2 años	19	4,6	24,2	19	71,5	97,1
23	1-3 años	25,9	5,1	19,8	24,9	54,2	84,6
24	1-2 años	24,1	5,5	22,7	23,8	57,8	89,1
25	1-3 años	31	5,4	17,5	29,3	37,6	50,1
26	1-2 años	24,6	6,9	27,9	25,6	55,5	88,1
27	1-2 años	22	4,1	18,6	20,9	56	97,3
28	1-2 años	21,8	4,5	20,7	21,2	54,8	96,2
29	1-2 años	20,9	45	21,7	20,5	55,5	97,7
30	1-2 años	21	3,8	18,1	20	56,3	98,1



31	1-3 años	28,3	5,6	19,9	27,3	50,6	76,2
	Promedio	22,6	5,1	22,4	22,3	53,3	89,5
	Mínimo	16,2	3,3	16,6	15,7	36,5	11,4
	Máximo	37	8,8	31,4	34,8	73,9	99,4



ANEXO 8. Características de la fibra de Alpacas (*Vicugna Pacos*) Huacaya Tuis Machos de 1 a 2 años de la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén mediante el Método de Laserscan – Cajamarca - 2018.

N°	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA			
	Diámetro (micras)	Finura al Hilado (micras)	Índice de Curvatura (grados/mm)	Factor de Confort (%)
1	20,7	20,3	51,3	96,1
2	20,3	19,8	47,3	97,6
3	19,6	20	64,6	96,1
4	20,4	20,1	61,6	97
5	22,1	21,1	48,3	95,9
6	19,6	19,3	60,2	96,7
7	20,4	19,9	58	97,4
8	16,2	15,7	73,2	99,4
9	23,5	25,1	59,2	87,6
10	20,7	20,1	61,8	96,5
11	16,4	16,6	66,7	99,2
12	17,8	17	52,2	99,1
13	19	18,7	60,8	98,7
14	17,9	18	55,7	97,7
15	20,6	20,5	56,2	95,8
16	21,4	21,3	50,7	95,6
17	22,1	22,4	58	93,4
18	18,3	18,1	64,4	98,9
19	18,6	17,9	58,3	98,9
20	19,1	18,2	53,4	99,4
21	16,7	16,2	73,9	99,1
22	20,6	20,1	53,1	96,8
23	24,5	23,4	49,3	90,1
24	20,9	20,7	59,9	96,5
25	25,6	26,2	47,9	84,9
26	23,6	23,4	57,8	91,1
27	30,4	28,9	40,4	59,8
28	27,4	26,4	52,6	76,1
29	27,3	26,5	51,2	73,9
30	28	28,3	48,8	73,3
31	26	24,9	54,4	85,1
32	21,7	21,7	55,2	93
33	30,4	29,5	43,6	55,9
34	20,7	20,7	62,2	96
35	23,3	22,7	64,1	91,9
36	27,9	27,2	37,2	70,1
37	23,8	23,8	38,3	88,6
Total	21,99 ± 3,7	21,64 ± 3,69	55,45 ± 8,49	90,79 ± 11,22



ANEXO 9. Características de la fibra De Alpacas (Vicugna Pacos) Huacaya Tuis Machos de 2 a 3 años de la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén mediante el Método de Laserscan – Cajamarca - 2018.

N°	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA			
	Diam. Prom. (micras)	Finura Hilado (micras)	Índice Curvatura (°/mm)	Factor Confort (%)
1	20,8	20,4	42,7	95,7
2	17,7	18,1	42,4	97,5
3	19,8	20,5	45,8	95,4
4	20,7	20,7	45,4	94,3
5	18,9	18,9	44,8	97,8
6	17,4	17,1	42	98,6
7	20,7	20,3	43,8	96,8
8	21,6	21,5	42,7	93,4
9	20,4	21,2	38	94,8
10	22,4	23,2	36,5	91,5
11	22,7	23,1	41,6	90,7
12	21,3	20,5	44,4	96,7
Total	20,37 ± 1,67	20,46 ± 1,80	42,51 ± 2,82	95,35 ± 2,31



ANEXO 10. Características de la fibra De Alpacas (*Vicugna Pacos*) Huacaya Tuis Machos de 1 a 2 años del Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco, mediante el Método de Laserscan – Cajamarca - 2018.

N°	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA			
	Diam. Prom. (micras)	Finura Hilado (micras)	DE Índice Curvatura (°/mm)	Factor Confort (%)
1	22,7	21,8	58	95,6
2	22,4	21,5	57,3	96,8
3	23	24,4	46,6	88,3
4	19,9	19,6	64	96,6
5	22,5	21,4	56,7	97,1
6	20,5	19,4	56,1	98,6
7	18,9	18,1	64,1	99,4
8	19,9	19,1	58	98,4
9	22,9	23,1	60,2	91,4
10	22,9	22	54,2	96,2
11	19	19	71,5	97,1
12	24,1	23,8	57,8	89,1
13	24,6	25,6	55,5	88,1
14	22	20,9	56	97,3
15	21,8	21,2	54,8	96,2
16	20,9	20,5	55,5	97,7
17	21	20	56,3	98,1
Total	21,71 ± 1,68	21,26 ± 2,06	57,80 ± 5,24	95,41 ± 3,72



ANEXO 11. Características de la fibra De Alpacas (*Vicugna Pacos*) Huacaya Tuis Machos de 2 a 3 años del Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, Sorochuco, mediante el Método de Laserscan – Cajamarca - 2018.

N°	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA			
	Diam. Prom. (micras)	Finura Hilado (micras)	Índice Curvatura (°/mm)	Factor Confort (%)
1	37	34,8	47	11,4
2	25	24	50	86
3	26,3	25,8	57,4	80,3
4	24,5	23,8	56,2	87,7
5	25	24,1	58,7	88,4
6	23,8	23,2	49,5	91,8
7	28,4	30,4	49,3	74,6
8	26,5	27,5	59,5	77,2
9	25,2	27,1	45,7	79,9
10	26,8	26,7	55,4	78,2
11	28,5	29,2	50,9	69
12	25,9	24,9	54,2	84,6
13	31	29,3	37,6	50,1
14	28,3	27,3	50,6	76,2
Total	27,30 ± 3,40	27,01 ± 3,17	51,57 ± 5,91	73,96 ± 20,74