

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS**

Algunas características tecnológicas en la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa en comunidades de Apurímac y Ayacucho

Presentado por:

Roberto Pimentel Herrera

Para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS**

**“Algunas características tecnológicas en la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa en comunidades de Apurímac y Ayacucho”**

Presentado por el **Bach. Roberto Pimentel Herrera**, para optar el Título Profesional de:

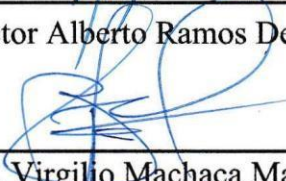
**Médico Veterinario y Zootecnista**

Sustentado y aprobado 08 de julio del 2021 ante el jurado:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Alberto Ramos De la Riva

**Primer Miembro:**


  
\_\_\_\_\_  
Mtro. Virgilio Machaca Machaca

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Julio Iyán Cruz Colque

**Asesor (es) :**

  
\_\_\_\_\_  
Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. Valeriano Paucara Oca



## AGRADECIMIENTOS

*Al concluir una etapa maravillosa de mi vida, quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial:*

*A Dios por haberme dado la vida, salud, fortaleza, sabiduría y poder concluir satisfactoriamente un peldaño más en la vida con el trabajo de investigación.*

*A la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por intermedio de su Decano, Directores, Docentes, Estudiantes, Egresados y Administrativos quienes conforman la comunidad veterinaria ya que fueron parte fundamental de mi formación universitaria.*

*A mis distinguidos asesores al Mtro. Max Henry Escobedo Enríquez y al MVZ. Valeriano Paucara Ocsa por formar parte de este trabajo de investigación y compartir su sabiduría para hacer realidad todo este trabajo de investigación.*

*Al M.Sc. Jesús Roldan Juárez por ser pilar fundamental y formar parte importante para la finalización de este trabajo de investigación, ya que gracias a su conocimiento y sabiduría se culminó satisfactoriamente.*

*Con eterno agradecimiento y mucho cariño a mi padrino del presente trabajo de investigación José Alberto Argote Cárdena, Alcalde de la Municipalidad Provincial de Aymaraes (Gestión 2019 - 2022), por incentivar la investigación en la Región de Apurímac de esta especie de gran valor y que está en extinción.*



## **DEDICATORIA**

*A mi padre Oscar Pimentel Argote, por sus consejos, apoyo incondicional y su paciencia durante toda mi etapa de estudiante y por ser ejemplo constante de superación y progreso.*

*Con amor y mucho cariño para mi madre Julia Herrera Quispe, por mostrarme el camino hacia la superación y ser ejemplo de madre luchadora que no baja los brazos porver a sus hijos triunfar.*

*Al amor de mi vida mi hijo Dylan Gianpier Pimentel Valente y a Yudith Valente Condori, que son mi mayor motivo de superación y gracias a su apoyo moral de esfuerzo y perseverancia se hizo posible para alcanzar mi objetivo y concretizar mi realización como profesional.*

*Con mucho cariño a mis hermanos: Katherine Fabiola, Pedro Pablo por sus buenos consejos durante mi formación profesional.*



**“Algunas características tecnológicas en la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) condermatitis escamosa en comunidades de Apurímac y Ayacucho”**

Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una licencia de Creative Commons.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	5
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
CAPÍTULO I .....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
1.1. Descripción del problema .....	9
1.2. Enunciados del problema.....	10
1.2.1. Problema general.....	10
1.3. Justificación .....	10
CAPÍTULO II.....	11
OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	11
2.1. Objetivos.....	11
2.1.1. Objetivo general.....	11
2.1.2. Objetivos específicos.....	11
2.2. Hipótesis de la investigación .....	11
2.2.1. Hipótesis general.....	11
2.2.2. Hipótesis específicas .....	11
2.3. Operación de variables .....	12
CAPÍTULO III .....	13
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	13
3.1. Antecedentes .....	13
3.2. Marco teórico .....	15
3.2.1. La vicuña.....	15
3.2.2. Taxonomía.....	16
3.2.3. Variedades y habitad de vicuñas .....	16
3.2.5. Organización social.....	17
a. Grupo familiar .....	18
b. Tropillas juveniles .....	18
c. Machos solitarios .....	18
3.2.6. Importancia de la vicuña .....	18
3.2.7. La fibra de la vicuña.....	19
3.2.8. Producción de fibra de vicuña en el Perú.....	19
3.2.9. Componentes de la fibra .....	20
a). Cutícula .....	20
b). La corteza.....	20
C). La medula.....	21
3.2.10. Características tecnológicas de la fibra de vicuña.....	21
3.2.17. OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser).....	23
- Preparación del equipo .....	23
- Preparación de las muestras a medir.....	23
3.3. Marco conceptual .....	24
3.3.1. Fibra.....	24



3.3.2. Dermatitis escamosa .....	24
a). Factores metabólicos .....	25
b). Factores externos .....	25
3.3.3. Lavado de fibra.....	26
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>28</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
4.1. Tipo y nivel de la investigación.....	28
4.1.1. Tipo de investigación.....	28
4.1.2. Nivel de investigación .....	28
4.1.3. Diseño de investigación .....	28
4.2. Población y muestra .....	28
4.3. Procedimiento de la investigación .....	29
4.3.1. Para la toma de muestras.....	29
4.3.2. Metodología para el análisis de las características tecnológicas de la calidadde la fibra de vicuña. ....	29
4.3.3. Metodología para el lavado y rendimiento de fibra de vicuña. ....	29
4.4.2. Instrumentos de investigación .....	30
a) Materiales de muestreo .....	30
b) Materiales y equipos de laboratorio.....	30
c) Materiales de escritorio.....	30
4.4.3. Análisis estadístico.....	31
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>32</b>
5.1. Resultados .....	32
5.1.1. Promedio de diámetro de fibra (DF).....	32
5.1.2. Promedio de longitud de mecha (LM) .....	32
5.1.3. Índice curvatura de la fibra (IC).....	34
5.1.4. Rendimiento al lavado.....	35
5.2. Discusión de resultados .....	36
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
6.1. Conclusiones.....	38
6.2. Recomendaciones.....	38
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01</b>	Esquila de fibra de vicuña por Chakcu, titular de manejo, vicuñas esquiladas, volumen esquilado y rendimiento de fibra, según departamento. Año 2018.	<b>14</b>
<b>Tabla 02</b>	Distribución de muestras por lugar de procedencia, región corporal, edad y sexo.	<b>22</b>
<b>Tabla 03</b>	Promedios de diámetro ( $\mu\text{m}$ ) de fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho.	<b>26</b>
<b>Tabla 04</b>	Promedios de longitud (mm) de mecha de vicuñas por región corporal de muestreo, en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho.	<b>26</b>
<b>Tabla 05</b>	Promedios del factor de confort (%) de fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho.	<b>27</b>
<b>Tabla 06</b>	Promedios del coeficiente de variabilidad de la finura (%) de la fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho.	<b>27</b>
<b>Tabla 07</b>	Promedios del índice de curvatura ( $^{\circ}/\text{mm}$ ) de la fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho.	<b>28</b>
<b>Tabla 08</b>	Promedios de las características de la fibra de vicuña por comunidad edad de los departamentos de Apurímac y Ayacucho.	<b>28</b>
<b>Tabla 09</b>	Promedios de las características de la fibra de vicuña por sexo y edad de los departamentos de Apurímac y Ayacucho.	<b>29</b>
<b>Tabla 10</b>	Promedios y rendimiento de fibra al lavado de la fibra de vicuña en los departamentos de Apurímac y Ayacucho.	<b>30</b>

## INTRODUCCIÓN

La vicuña (*Vicugna vicugna*) habita en las zonas alto andinas por encima de 3 800 msnm entre Perú, Argentina, Chile, Bolivia y Ecuador, con temperaturas que fluctúan entre 5°C y extremos de 15 y -18°C [1]. Así mismo la población de vicuñas (*Vicugna vicugna*) el Perú tiene una población de 208 899 cabezas de acuerdo con el último censo realizado en el 2012, siendo Ayacucho la región con mayor población con 62 133 cabezas, Puno 38 673, Huancavelica 23 616, Junín 21 325, Cusco 17 833, Arequipa 15 213, Apurímac 11 434 y Lima 9 515 [2], constituyendo el 48.5% de la población de vicuñas del mundo 430000, lo que la convierte en un factor de especial importancia socioeconómica para este sector alto andino que cuentan con este recurso animal [3].

Así mismo la producción de fibra de vicuña en la región de Apurímac del año 2008 al año 2016, fue de 2 623.439 kg con una tasa de crecimiento anual del 9.45 %, obteniéndose un promedio anual de 295.73 kg de fibra y alcanzando un rendimiento de 152.76 g/vicuña esquilada [4].

La dermatitis escamosa (caspa) es una enfermedad que causa problemas en el vellón de la vicuña que se presenta en diferentes partes del cuerpo, e incluso en todo el cuerpo y está presente incluso a nivel nacional, dificultando así el procesamiento textil, pérdidas económicas realmente considerables en las comunidades altoandinas. Esta fibra con presencia de caspa está siendo rechazada por la industria textil y cada vez va en aumento, que por el momento no cuenta con una solución inmediata para controlarla, curarla y sobre todo prevenirla [5].

Por otro lado, el precio de la fibra está en función de la calidad, peso del vellón limpio y de fibras finas, tienen un valor alto en el mercado, más que los vellones de menor peso, vellones sucios y que no cumplan las características tecnológicas que pide la industria, estos a la vez son rechazados o le dan un valor monetario de 3 y 5 dólares americanos. Por ello es preocupante la aparición de pequeñas descamaciones en la piel (caspa) y en el vellón de las vicuñas, toda vez que no pueden esquilar a los animales que presentan la caspa y si lo hacen este no tiene precio, que, a diferencia de otras enfermedades, la caspa no presenta sintomatología, por lo que es detectada recién al momento de la manipulación de los animales para su clasificación en el proceso de esquilar [5].



Sobre la base de estas consideraciones, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar algunas características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa según zona corporal, sexo y edad, en las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho). Si bien es cierto existen muchos trabajos de investigación desde una óptica de conservación, manejo, bienestar y sostenibilidad, sin embargo, estudios sobre características tecnológicas de la fibra de vicuña con dermatitis escamosa que pueden estar causando sobre estos aspectos de nuestro objetivo, se desconocen, tiene la importancia de contribuir con el conocimiento científico y va dirigido también a las comunidades campesinas que usufructúan a esta especie animal.

En conclusión, la alteración de las características tecnológicas de la fibra de vicuña influye en la comercialización, lo cual hace que sean rechazadas y minimizados en los precios por el mercado.



## RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa de 4 comunidades Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho), en total 147 muestras de fibra de 3 regiones corporales (paleta, costillar medio y grupa), 75 machos, 72 hembras, 78 juveniles y 69 adultos. Las muestras de fibra fueron analizadas con el OFDA 2000. Asimismo, se utilizó la estadística descriptiva con diseño completamente al azar. El promedio del Diámetro de fibra fue mejor en las comunidades de Iscahuaca 13.55  $\mu\text{m}$  y Lucanas 13.91  $\mu\text{m}$  en la región corporal de paleta, así mismo, en hembras 14.15  $\mu\text{m}$  y juveniles 14.13  $\mu\text{m}$  ( $p < 0.05$ ). El promedio de Longitud de mecha mostraron diferencias altamente significativas en la región corporal de costillar ( $p < 0.01$ ) con mayor tamaño en las comunidades de Iscahuaca 36.75 mm y Pampachiri 33.75 %. El promedio de Factor de confort fue mayor en la comunidad de Taccata 97.83 %, el Coeficiente de variabilidad fue mayor en la comunidad de Pampachiri 51.94 % mostraron diferencias significativas en la región corporal de grupa ( $p < 0.05$ ). Así mismo, el índice de curvatura de la finura de la fibra mostró mejores resultados en juveniles 90.45°/mm ( $p < 0.05$ ). El rendimiento al lavado en las 4 comunidades fueron de para Iscahuaca 93.8 %, Taccata 93.8%, Pampachiri 93.61 % y Lucanas 90% mostrando rendimientos superiores al 90%. En conclusión las características tecnológicas de la fibra de vicuña con dermatitis escamosa mostraron diferencias significativas por comunidades, región corporal, sexo y edad; en el diámetro de fibra, índice de curvatura y longitud de mecha, esto alterando la calidad de la fibra por lo cual hace que sean rechazadas y minimizados sus precios por el mercado.

**Palabras clave:** fibra de vicuña, características tecnológicas, dermatitis escamosa, rendimiento al lavado.



## ABSTRACT

The study was carried out with the objective of evaluating the technological characteristics of the vicuña fiber (*Vicugna vicugna*) with squamous dermatitis from 4 communities Iscahuaca, Pampachiri and Taccata (Apurímac) and Lucanas (Ayacucho), in total 147 samples from 3 body regions (shoulder, middle rib and rump), 75 males, 72 females, 78 juveniles and 69 adults. The samples were analyzed with OFDA 2000. Likewise, descriptive statistics with a completely random design were used. The average fiber diameter was better in the communities of Iscahuaca 13.55  $\mu\text{m}$  and Lucanas 13.91  $\mu\text{m}$  in the body region of the paddle, likewise, in females 14.15  $\mu\text{m}$  and juveniles 14.13  $\mu\text{m}$  ( $p < 0.05$ ). The average length of wick showed highly significant differences in the body region of ribs ( $p < 0.01$ ) with greater size in the communities of Iscahuaca 36.75 mm and Pampachiri 33.75%. The average Comfort Factor was higher in the Taccata community 97.83%, the Variability Coefficient was higher in the Pampachiri community 51.94% showed significant differences in the body region of the rump ( $p < 0.05$ ). Likewise, the fiber fineness curvature index showed better results in juveniles at 90.45  $^\circ$  / mm ( $p < 0.05$ ). The yield to washing in the 4 communities was for Iscahuaca 93.8%, Taccata 93.8%, Pampachiri 93.61% and Lucanas 90% showing yields above 90%. In conclusion, the technological characteristics of vicuña fiber with squamous dermatitis showed significant differences by communities, body region, sex and age; In the fiber diameter, curvature index and wick length, this alters the quality of the fiber, thus causing their prices to be streaked and minimized by the market.

**Keywords:** Vicuña, fiber, technological characteristics, flaky dermatitis, washing performance.



## CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

La vicuña es una especie clave para generar altos ingresos económicos a las comunidades altoandinas que administran esta especie, a través de la venta de sus productos, especialmente de la fibra, este camélido sudamericano es uno de los herbívoros autóctonos que reúne una serie de características que le facilitan su sobrevivencia en los Andes, lugar donde se encuentran pastizales aprovechables únicamente por esta especie animal [6].

Sin embargo, es preocupante el problema que se viene suscitando en el vellón de la fibra de la vicuña, desde inicios de la década de los 90, se comenzaron a observar una excesiva acumulación de descamaciones epiteliales (caspa) de color blanco grisácea adheridas íntimamente a la fibra esquilada [7]. En partes del cuerpo, incluso a veces en todo el cuerpo del animal. Esta patología inicialmente, fue reportada en el distrito de Lucanas, Ayacucho, en animales de varias edades, así también estas alteraciones se observaron también en otras poblaciones comunales, incluyendo en el departamento de Huancavelica [8].

Esta patología sigue generando preocupación entre los comuneros, incidiendo negativamente en la comercialización con las compañías acopiadoras de fibra, esto a que dificulta el procesamiento textil de la fibra [5], generando pérdidas económicas en las comunidades de hasta 70 dólares americanos por vicuña, según el informe del Proyecto Vicuñas: CC. CC. Lucanas-Ayacucho-2010.

Por tanto, se hace necesario realizar un estudio sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis sobre el Diámetro medio de fibra (MDF), Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CV MDF), Factor de confort (FC), Longitud de mecha (LM), Índice de curvatura (IC) según, zona corporal, sexo y edad, así como el rendimiento al lavado de este recurso natural.



## 1.2. Enunciados del problema

### 1.2.1. Problema general

¿La dermatitis escamosa afectara las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) en las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho)?

## 1.3. Justificación

Las características tecnológicas como el diámetro medio de fibra (MDF), Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CV MDF), Factor de confort (FC), Longitud de mecha, Índice de curvatura (IC), son variables que describen la calidad de la fibra, una alteración de esta puede deberse a la presencia de la dermatitis escamosa por sexo, edad, región corporal y lugar de procedencia. La fibra de la vicuña constituye uno de los recursos de subsistencia de las comunidades altoandinas, mejorando los ingresos económicos de los pobladores, a través de la venta de la fibra de una buena calidad [9].

Sin embargo, los efectos de la dermatitis escamosa sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña son pocos o nada estudiados, lo que nos hace reflexionar sobre la necesidad de realizar estudios de cómo afecta esta enfermedad en las características tecnológicas de la fibra en las comunidades campesinas.

La comercialización y el precio de la fibra de la vicuña están influenciados directamente por las características tecnológicas de la fibra y el vellón libre de cuerpos extraños (sucio), estas características probablemente estén variando por la presencia de la dermatitis escamosa; he ahí la importancia del presente trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **2.1. Objetivos**

#### **2.1.1. Objetivo general**

Evaluar algunas características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa y su rendimiento al lavado en las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho).

#### **2.1.2. Objetivos específicos**

Describir las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis sobre el Diámetro medio de fibra (MDF), Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CV MDF), Factor de confort (FC), Longitud de mecha (LM), Índice de curvatura (IC) según, zona corporal, sexo y edad.

Determinar el rendimiento al lavado de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa en las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho).

### **2.2. Hipótesis de la investigación**

#### **2.2.1. Hipótesis general**

Las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa en las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho) son de baja calidad.

#### **2.2.2. Hipótesis específicas**

Las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis sobre el Diámetro medio de fibra (MDF), Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CV MDF), Factor de confort (FC), Longitud de mecha (LM), Índice de curvatura (IC) según, zona corporal, sexo y edad son de baja calidad.



El rendimiento al lavado de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa en las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apurímac) y Lucanas (Ayacucho) es bajo.

### 2.3. Operación de variables

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Características tecnológicas por región corporal	Diámetro Medio de la fibra (DMF)	µm
	Coefficiente de Variabilidad (CV)	%
	Factor de Confort (FC)	%
	Longitud de mecha (LM)	mm
	Índice de Curvatura (IC)	°/mm
	Rendimiento al lavado	%
Dermatitis Escamosa	Sexo	Hembra
		Macho
		Juvenil
	Edad	Adulto

## CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 3.1. Antecedentes

Quispe et al. [10]. En su trabajo de investigación “Características tecnológicas de la fibra de vicuñas en semicautiverio de la Multicomunal Picotani. Región Puno”, tuvo como objetivo determinar la longitud de mecha y fibra, así como el diámetro de fibra descordada de vicuñas por clase (crías, juveniles y adultos) y sexo (macho y hembra) utilizando el OFDA 2000. Teniendo como resultados los promedios de longitud de mecha 3.03 cm (30.3mm) y 2.97cm (29.7mm) para machos y hembras respectivamente ( $p>0.05$ ) y de 3.08cm (30.8mm), 3.33 cm (3.33mm) y 2.59 cm (25.9mm) en crías, juveniles y adultos, respectivamente ( $p<0.05$ ). Los diámetros de fibra descordada fueron de 12.755 $\mu$ m y 12.719 $\mu$ m para machos y hembras ( $p>0.05$ ) y de 12.359, 12.856 y 12.997 $\mu$ m en crías, juveniles y adultas, respectivamente ( $p<0.05$ ).

Gómez [11]. En su investigación “Características tecnológicas de la fibra de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en relación a su edad y sexo, en Cashuro provincia de Sánchez Carrión, La Libertad”, teniendo como objetivo evaluar las características tecnológicas de la fibra de vicuña en relación a su edad y sexo del Chaku realizado en el 2014, con el equipo OFDA -100, analizando 100 muestras para el monitoreo del diámetro de la fibra (MDF), desviación estándar, coeficiente de variación, longitud de mecha, Índice de confort, e Índice de Curvatura. Obteniendo resultados en Diámetro de Fibra, 14.30 $\mu$ m en adultos y de 13.63 $\mu$ m juveniles ( $p<0.01$ ). Así mismo, en hembras 14.04 $\mu$ m y en machos 13.89 $\mu$ m. Por otro lado la Longitud de Mecha fue mayor en juveniles 44.6 mm que en adultos 40.7mm y referente al sexo, en hembras fue de 41.7mm y en machos 43.7mm. Los valores de Coeficiente de Variación fueron iguales para sexo ( $p>0,05$ ). El Índice de confort para juveniles fue de 99.01% y adultos de 99.17%, así mismo, en hembras 99.23% y en machos 98,95% ( $p<0,05$ ). El Índice de Curvatura se calcularon diferencias significativas entre categorías juveniles 90.84°/mm y en adultos 85.70°/mm entre sexos ( $p<0,05$ ).

Maquera [12]. En su estudio “Características físicas de la fibra de la vicuña en la zona altoandina de Tacna”, tuvo como objetivo de determinar el diámetro de fibra, longitud de



mecha, con el OFDA 2000. Se evaluó 30 vicuñas de ambos sexos y edades, durante trabajo Chaku, logrando a obtener siguiente información. El promedio de diámetro de fibra fue de  $13.0\mu\text{m}$  con un rango que varía entre  $11.1$  a  $14.8\mu\text{m}$ , Referente al sexo macho alcanzaron ( $13.2\mu\text{m}$ ) y las hembras ( $13.1\mu\text{m}$ ) no habiendo diferencias significativas entre ambos sexos. Sin embargo para la edad se encontró diferencias significativas donde los juveniles poseen ( $12.7\mu\text{m}$ ) y adultos tuvieron fibras más engrosadas de ( $13.6\mu\text{m}$ ), En relación de longitud de mecha alcanzado fue de  $32.7\text{ mm}$  con un rango que varía entre  $25.0\text{ mm}$  a  $45\text{ mm}$ , no encontrando diferencias entre edad y sexo.

Chambilla. [13]. En su trabajo de investigación “Evaluación de las principales características productivas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) de vida silvestre en la región san Andrés de machaca, la paz-Bolivia”; tuvo como objetivo evaluar el efecto del sexo, edad, región corporal y el número de esquilas sobre la finura de fibra, rendimiento vellón, longitud de mecha, peso vellón y porcentaje de fibra de vicuñas de vida silvestre. La longitud de mecha se determinó con una regla graduada midiendo la distancia existente entre la base de la mecha y el extremo terminal de la mecha. El diámetro de la fibra fue medido en un micro proyector Visopan (Reichert, Australia), con un lente de aumento de 500X. El diseño fue completamente al azar con arreglo factorial. Los resultados obtenidos, en el promedio general de la Finura de la fibra en fue de  $11.23\mu\text{m}$ . Así mismo, referente en el sexo de las vicuñas, en machos se obtuvo  $11.15\mu\text{m}$  y en hembras  $11.31\mu\text{m}$ ; en cuanto al número de esquilas, se obtuvo los siguientes resultados, en esquiladas por 1° vez fue de  $11.91\mu\text{m}$  y para vicuñas esquiladas después de un año con  $10.46\mu\text{m}$ . La Longitud de mecha promedio general fue de  $25.6\text{ mm}$ ; Sin embargo, en machos fue de  $26.4\text{ mm}$  y  $24.9\text{ mm}$  en hembras; en esquiladas por 1° vez con  $28.5\text{ mm}$  y  $22.4\text{ mm}$  envicuñas esquilados después de un año.

Trejo et al. [14]. En su investigación “Evaluación del diámetro, longitud y rendimiento al lavado de la fibra de vicuña en el patronato del parque de las leyendas”, con el objetivo objetivo ha sido determinar el diámetro de fibra, longitud de fibra y rendimiento al lavado de tres zonas corporales del animal (paleta, costillar y grupa), con un diseño en bloques al azar. Se muestreo 35 vicuñas (19 machos y 16 hembras). Los análisis de diámetro de fibra por el método de microproyección, especificado en la norma ASTM - D2130 - 1998, longitud de fibra por el método descrito por La Sociedad Americana de Análisis de Materiales (ASTM) designación 519 - 98 y rendimiento al lavado por la norma especificada por la Norma Técnica Peruana del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI, 2004). Obteniendo como resultados, el promedio



general de diámetro de fibra fue de  $11.23\mu\text{m}$ ; con un coeficiente de variabilidad de 20.02%. El diámetro correspondiente a las tres zonas estudiadas han reportado valores de  $11.15\ \mu\text{m}$  para la zona de paleta,  $11.25\ \mu\text{m}$  para la zona de costillar medio y un valor de  $11.31\ \mu\text{m}$  para la zona de grupa, no mostrando diferencias significativas en las tres zonas corporales. Así mismo, la longitud de fibra el promedio encontrado ha sido de 23, 83 mm, con un coeficiente de variabilidad de 62.12%. Para el promedio por zonas registró que la zona del costillar medio es la más larga con una longitud de 25.91 mm seguida de la zona de grupa con 24.64 mm y la zona de menor largo es la zona de paleta con 20.83 mm.

Recuay. [15]. En su trabajo de investigación “Principales características físicas de la fibra de vicuñas criadas en cercos permanentes. Huancayo, Perú”, tuvo como objetivo Analizar comparativamente las características físicas de fibra de vicuña: rendimiento al lavado, rendimiento al descordado, longitud de mecha, longitud 13 de fibra, número de rizos por pulgada y diámetro de fibra, por categorías y sexos por comunidades campesinas (Tingo Paccha, Tarmatambo, Villa Junín y Ondores), Para la medición el diámetro de fibra se utilizó el microproyector (lanámetro), la longitud de mecha se determinó con una regla graduada. los resultados obtenidos fueron: Para la longitud de mecha en la categoría crías, el mayor promedio se obtuvo en machos de Tingo Paccha 42.13 mm y el menor en hembras de Tarmatambo 30.25 mm; en la categoría juveniles, el mayor promedio se obtuvo en machos de Tingo Paccha 37.71 mm y el menor en hembras de Ondores 26.75 mm; en la categoría adultos, el mayor promedio se obtuvo en machos de Ondores 25.75 mm y el menor en hembras de Villa Junín 21.10 mm. Para el diámetro de fibra en la categoría crías, el mayor promedio se obtuvo en hembras de Tarmatambo  $15.396\ \mu\text{m}$  y el menor en hembras de Ondores  $12.792\ \mu\text{m}$ ; en la categoría juveniles, el mayor promedio se obtuvo en machos  $15.294\ \mu\text{m}$  Tingo Paccha y el menor en machos de Ondores  $13.08\ \mu\text{m}$ ; en la categoría adultos, el mayor promedio se obtuvo en machos de Tarmatambo  $16.366\ \mu\text{m}$  y el menor en hembras de Ondores  $15,022\ \mu\text{m}$ .

## 3.2. Marco teórico

### 3.2.1. La vicuña

Es la especie más pequeña de los camélidos sudamericanos. Exhibe un cuerpo esbelto y grácil, alcanzando un peso de entre 35 y 50 kg, y una alzada de hasta 1 metro. Es de color canela en el dorso y blanco en la parte ventral, que la confunde con el pajonal donde vive; tiene un cuello largo, que le permite detectar a sus enemigos a la distancia. Presenta una territorialidad mediada por su organización



social [3].

La vicuña produce una de las fibras más finas y exóticas que se conocen. Después de años de prohibición del comercio internacional de la fibra del animal considerado una especie protegida en peligro de extinción, recientemente, como consecuencia de un aumento significativo de los animales, se permitió un período de explotación de la fibra en algunas reservas protegidas. La cantidad de fibra producida anualmente por un animal es muy baja, por lo general el color es marrón claro, marrón canela y el pelo debe ser descordado de forma manual o mecánicamente, para eliminar las pocas fibras gruesas que contiene. Típicamente, las fibras producidas por la vicuña son más bien cortas [16]. La vicuña es un camélido sudamericano que produce una fibra de hasta 15 cm de largo, muy fino y resistente a la tracción. Admite todo tipo de tintes y se emplea en telas exteriores de abrigo [17].

### 3.2.2. Taxonomía

Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Camelidae
Genero	Vicugna
Especie	<i>Vicugna Vicugna</i>
Subespecie	<i>V. Vicugna Vicugna</i>

Raggi (2001).

### 3.2.3. Variedades y habitat de vicuñas

En el Perú la vicuña (*Vicugna vicugna*) es el camélido silvestre de mayor presencia y apreciada por la alta calidad y finura de su fibra. Así mismo, se describe dos subespecies de vicuñas; la *Vicugna vicugna vicugna*, que se encuentra al sur y la *Vicugna Vicugna mensalis*, que se encuentra más al norte, estas dos subespecies de vicuñas poseen fibras extremadamente finas de un color canela claro o ligeramente oscuro, que cubre todo el cuerpo excepto las partes inferiores y el vientre que son de color blanco. Solo la vicuña presenta un mechón de pelos blancos en el pecho [6]. Los dos subespecies geográficas de vicuña *Vicugna vicugna vicugna* y *Vicugna vicugna mensalis*, se diferencian principalmente en variaciones de tamaño y coloración del pelaje. *V.v. mensalis*, con su “color vicuña” y mechón pectoral. La coloración de su pelaje es marrón canela en la partedorsal y lateral del cuerpo, a lo largo del cuello, y la porción dorsal de la cabeza. El pecho, vientre, y sector interno



de las patas, al igual que la parte inferior de la cabeza son blancos. La punta de la cola y el sector ventral de la misma son de color blanco [6]. La coloración de V.v. vicugna es más clara, clasificada en el sistema del comercio internacional como LF “light fawn” vs. La de “vicuña” para V.v. mensalis. La distribución del color blanco cubre un área mayor del cuerpo, sube del vientre hasta la mitad de las costillas, cubriendo toda la ijada y el sector anterior de las extremidades traseras. Además, no exhibe el mechón pectoral [18].

#### **3.2.4. Manejo de la vicuña**

Zúñiga. [7], expresa que, para conservar a la vicuña en su estado natural, es necesario el mantenimiento de una reserva nacional grande y varias en los alrededores o zonas cercanas a las canchas de cautiverio. En estos lugares no se aplica ningún concepto de crianza o manejo de animales, sino que solo se permita la realización de trabajos de investigación y de monitoreo de las poblaciones allí existentes. Así mismo, Bustinza (19) manifiesta que, la vicuña debe ser criada en cautiverio que consiste en el mantenimiento de la vicuña en grandes ambientes cerrados como 500 o 1000 o más hectáreas de pasturas; es decir que las vicuñas se mantendrán dentro de corrales con cerco de alambre o cercos de piedras, o en formas combinadas.

Este cuidado aporta muchas ventajas como: seguridad de su mantenimiento frente a los depredadores y cazadores, fácil monitoreo y evaluación de las poblaciones, facilidad y seguridad en el chaku, mejor aprovechamiento de la fibra, optándose por ciertas prácticas de manejo como esquilas, rotaciones de campo, selección y otros. [19]. Asimismo menciona que es necesario ingresar al concepto y uso de la tecnología de la selección natural, que es la principal herramienta para el mejoramiento genético animal, para ello es necesario recurrir a la identificación de los animales mejor dotados, principalmente en el sexo macho para que sean utilizados como reproductores [8].

#### **3.2.5. Organización social**

Una de las características principales en la organización social de las vicuñas es que no muestran dimorfismo sexual, por lo cual su identificación en el campo no sería posible deno existir diferencias en la conducta según el sexo. Esta característica origina dos grupos: grupos familiares y las tropillas de machos sin territorio y una tercera posibilidad que son los individuos solitarios.



**a. Grupo familiar**

Está constituido por un macho y un número de hembras que pueden ser de 1 hasta 16 y las crías, las que permanecen hasta los 9 meses de vida en estos grupos. Pasado este tiempo son expulsados para que estas conformen posteriormente sus propios grupos familiares. En el grupo familiar existe una jerarquía definida, los machos adultos de cada grupo son dominantes y territoriales, en todo momento defienden su unidad espacial de la introducción de otro grupo familiar [20].

**b. Tropillas juveniles**

Están conformados por machos juveniles de 9 hasta 18 meses de edad que aún no han alcanzado la madurez sexual, reunidos llegan hasta 200 individuos dependiendo de la población existente, además, no cuentan con un líder, así moviéndose sin rumbo fijo dentro del hábitat hasta encontrar un jefe de familia senil (viejo) el cual desplaza en luchay ocupa un lugar [20].

**c. Machos solitarios**

Son aquellos que han cumplido su ciclo biológico y por tener una avanzada edad, han sido expulsados de sus grupos familiares y territorios por otro macho más jóvenes [6].

**3.2.6. Importancia de la vicuña**

La vicuña en las zonas alto andinas del Perú es un recurso muy valioso que es una alternativa de carácter socioeconómico para estas zonas que subsiste aún en condiciones más extremas de las alturas andinas, donde el clima y los pastos no permiten el desarrollo de ninguna otra forma de ganadería y agricultura, el manejo de las vicuñas silvestre permite la recuperación de otras especies nativas como el cóndor, la taruca, y las aves tanto por la conciencia conservacionista que se puede desarrollar en base a ella como también por la recuperación natural del ecosistema y del equilibrio trófico consecuentemente, además según las escasas investigaciones desarrolladas al respecto, los camélidos destruyen los pastos en menor proporción que los ovinos, vacunos y equinos, teniendo además una gama amplia de especies forrajeras aptas para ellas [21].

### **3.2.7. La fibra de la vicuña**

La fibra de vicuña es una de las fibras de origen animal más finas, suave, resistente, cálida y liviana en el mundo. Su diámetro oscila entre 11,6 a 14,2 micras, con un promedio de 12,8 micras; asimismo, la longitud de la fibra tiene una amplitud de 2,8 a 5,27

centímetros, con un promedio de 4,10 centímetros. Según el parlamento de la Unión Europea, la fibra de vicuña conforma el mercado de fibras finas especiales [22].

Entre sus principales características destacan su capacidad de infiltramiento por su propia estructura de escamas que tienen las fibras, lo que permite obtener prendas de gran capacidad térmica capaces de conservar el calor, de muy buena caída y textura que dan un máximo de elegancia y comodidad.

La resistencia a la tracción varía entre 40 y 64 N/ktex, por lo cual la fibra es considerada como “muy resistente”, observándose que fibras de vicuñas que pastorean sobre pasto de buena calidad tienen mayor resistencia frente a aquellas que pastorean pastos de mala calidad [10].

### **3.2.8. Producción de fibra de vicuña en el Perú**

En el año 2018, se realizaron 553 chakcus en los departamentos vicuñeros del ámbito nacional, los cuales estuvieron a cargo de 246 titulares de manejo, los que esquilieron un total de 48 323 vicuñas, obteniendo un total de 8 258 kilogramos de fibra; alcanzando un rendimiento nacional de 171 gramos de fibra por vicuña esquilada, como se muestra en la Tabla 01. [3].



**Tabla 01.** Esquila de fibra de vicuña por Chakcu, titular de manejo, vicuñas esquiladas, volumen esquilado y rendimiento de fibra, según departamento. Año 2018.

Departamento	N° de Chacrus (Unidades)	Titulares de manejo (Unidades)	Vicuñas esquiladas (Unidades)	volumen esquilada (kilogramos)	Rendimiento gramos/vicuñas
<b>Ayacucho</b>	181	59	17 808	2 819	158
<b>Puno</b>	104	60	8 543	1 566	183
<b>Huancavelica</b>	58	29	6 208	1 179	190
<b>Junín</b>	59	15	5 430	892	164
<b>Arequipa</b>	77	25	5 405	986	183
<b>Apurímac</b>	23	17	2 482	381	154
<b>Cusco</b>	38	32	1 770	315	178
<b>Cajamarca</b>	2	2	275	41	149
<b>Pasco</b>	2	2	208	34	163
<b>Moquegua</b>	8	4	186	42	225
<b>Ica</b>	1	1	8	1	150
<b>Total</b>	<b>553</b>	<b>246</b>	<b>48 323</b>	<b>8 258</b>	<b>171</b>

Fuente: GORE –SERFOR  
Elaboración: MINAGRI - DGPA

### 3.2.9. Componentes de la fibra

Novoa & Flores. [22], indican que los componentes de la fibra son:

#### a). Cutícula

Es la capa externa de la fibra, compuesta de células chatas o planas de forma poligonal superpuestas unas a otras, a manera de escamas de un pez, unidas muy fuertemente por una membrana finísima que le permite el papel de encerrar y proteger a las células de la capa cortical que constituye el cuerpo de la fibra.

#### b). La corteza

La corteza constituye el cuerpo de las fibras, por lo tanto es la de mayor volumen en ellas y está compuesta por células de ceras de 100µm de longitud y de 2 a 4µm

de grosor. Las células al corte transversal muestran una forma poligonal, a diferencia de las escamas, que aparecen sin estructura, las células verticales están formadas por fibrillas orientadas longitudinalmente y tienen residuo nuclear en su parte central.

### **C). La medula**

La medula es la parte central de la fibra y solo es frecuente en fibras gruesas, mas no en finas donde se observa en muy bajo porcentaje. Se origina en el folículo y se manifiesta como un espacio longitudinal semivacío de estructura imbricada, aún no muy definida en sus características y considerada hueca. Para la fibra de vicuña, dice que la mayoría de las fibras inferiores a  $18\mu\text{m}$  de diámetro son sin medula y que las superiores a  $30\mu\text{m}$  poseen medula interrumpida o fragmentada.

#### **3.2.10. Características tecnológicas de la fibra de vicuña**

Son las características determinantes que tiene una propiedad inherente que lo distingue de la fibra de otras especies, como son el diámetro de fibra, el coeficiente de variación, el factor de confort, longitud de mecha, índice de curvatura, etc. [9]. Se definen a las fibras en general ya sean naturales o artificiales como unidades básicas y fundamentales en la fábrica de todo producto textil [23, 24]. La condición esencial de una fibra textil de vicuña para que puede convertirse en hilado o en tela debe tener una longitud mínima de 2 cm, así mismo, deben ser flexibles, cohesivas y resistentes, a lo que se agregan propiedades deseables, como elasticidad, finura, uniformidad y durabilidad; pudiéndose tomar cuatro parámetros: diámetro, resistencia y elongación, por considerarse básico para evaluar el comportamiento de las fibras en el proceso textil. Sin embargo, no deja de ser importante la estructura microscópica de la fibra, de la cual derivan otras características como elipticidad, medulación, coloración, elasticidad, etc. [25].

La fibra de la vicuña tiene una longitud media de mecha a nivel del manto de 32,8 mm en animales adultos con un rango entre 29.2 a 41.7 mm y alcanza largos de mecha a nivel del pecho de 18 a 20 cm. El diámetro medio de la fibra exceptuando las zonas del cuello y extremidades es uniforme, variando entre  $11.9\ \mu\text{m}$  a  $14.7\ \mu\text{m}$  con una media de  $12.5 \pm 1.5\ \mu\text{m}$ , no existiendo diferencias significativas entre sexos y edades [22].

Muchas son las características que tienen influencia en la transformación de la fibra en tejidos u otros terminales de uso, haciendo que el producto tenga una

mayor rentabilidad y sea de preferencia para el consumidor. Las principales características evaluadas:

### **3.2.11. Diámetro de fibra (DF)**

El diámetro o finura de la fibra, que normalmente se mide en micras, es característica más importante en la evaluación del vellón. Esto es igual a la producción del vellón, varía de acuerdo a la edad del animal y la región corporal de donde proviene [26].

### **3.2.12. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVMDF)**

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 CVMDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón [27].

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

El factor de confort (FC) se define como el porcentaje de las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Esta Variable se determinará con el Equipo de OFDA 2000 [28].

### **3.2.14. Índice de curvatura (IC)**

Describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra o como el número de rizos por unidad de longitud [29].

### **3.2.15. Longitud de mecha (LM)**

Al igual que el diámetro es una característica muy importante que determinan las propiedades manufactureras del material textil, siendo recomendable de 3 a 5 cm de crecimiento para la esquila.

### **3.2.16. Rendimiento al lavado**

Es la característica no técnica de mayor importancia que informa sobre la cantidad total de fibra disponible, también es considerado como la relación resultante entre el peso de la muestra sucia y la muestra limpia y seca, incrementada en un 16% de humedad estándar [30].

### 3.2.17. OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser)

Analizador Óptico de Diámetro de Fibra. Es un instrumento que permite medir las características de las fibras de lana y otras fibras animales a lo largo de las mechas sucias en tiempo real, gracias a ser portátil permite utilizarse en el centro de producción, este método es capaz de medir el diámetro de muestra del vellón sucio [31], muestreando la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra, tiene la capacidad de medir fibras con diámetros desde 4 hasta 300  $\mu\text{m}$ . obteniendo lecturas del promedio de diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, índice de curvatura, longitud, etc. [32].

La información del perfil es usado por el software del OFDA 2000 para proveer mediciones de diámetro mínimo y máximo, estimaciones del punto de rotura basado en el punto del diámetro de fibra mínimo. Esta tecnología hace posible realizar las mediciones en campo, para lo cual las mediciones son realizadas en mecha sucia, lo cuales corregida mediante un factor de corrección de grasa (FCG), lo cual es obtenida por diferencia entre mediciones de mechas sucias y mechas lavadas. Para lavar las muestras se utiliza un equipo sónico teniendo sustancias escariadoras el Isopropanol- Hexanol donde permanecen las muestras por 5 minutos, y luego son removidas y secadas en papel toalla [28].

#### - Preparación del equipo

Se calibra el equipo con top patrón de ovino, la curva de calibración correspondiente, se introducen los valores prefijados para poder ejecutar las mediciones con el nuevo porta muestras especialmente diseñados para mecha enteras grasientas. Se controla el ajuste de foco y los valores leídos a través de sendos procesos de calibración del auto-focus (check de la grátícula) y un patrón de poliéster de diámetro conocido (poly-check) [32].

#### - Preparación de las muestras a medir

Se utiliza un instrumento auxiliar de soporte de la porta muestra, que tiene un ventilador en la parte inferior, tiene por objeto dos funciones básicas. Primero permitir al operador desplegar y preparar adecuadamente las mechas a medir sin que corrientes de aire dificulten la tarea de preparación y en segundo término, hacer pasar a través de la muestra a medir una buena cantidad de aire logrando que la humedad de la muestra sea la correspondida a las condiciones del ambiente donde



se realiza la tarea, ya que el propio instrumento tiene un sensor de humedad y temperatura para registrar las condiciones durante la medición y corregir a cada una de las lecturas por humedad y temperatura de ambiente. Con todos los dispositivos dispuestos para medir, hay que determinar mediante una secuencia de 20 a 30 primeras mediciones. El OFDA mediante su propio software hace un análisis estadístico relacionando las mediciones en sucio y luego en limpio del grupo de mechas que fueran lavadas [32].

### **3.3. Marco conceptual**

#### **3.3.1. Fibra**

Es cada uno de los filamentos que está formada principalmente por queratina y que nace de los folículos pilosos, se conoce como fibra al pelo que le cubre a la alpaca el cual está constituido por fibras finas y gruesas [6]. La fibra de vicuña es la más fina después de la seda natural y comparable solo con la del conejo angora, conjuntamente con la de la alpaca, guanaco y la llama pertenece al grupo denominado Fibras Especiales Peruanas, la fibra de vicuña posee cualidades excepcionales como finura, suavidad al tacto, brillo, poder calorífico y color natural insustituible [7].

#### **3.3.2. Dermatitis escamosa**

La obtención de la fibra de la vicuña en el Perú se realiza en una actividad comunal anual, conocido como “chaku”. En estas faenas comunales, desde inicios de la década de los 90, se comenzaron a observar alteraciones patológicas de la fibra, descritas como “caspá”, caracterizada por una excesiva acumulación de descamaciones epiteliales de color blanco grisácea adherida íntimamente a los mechones de la fibra esquilada. Inicialmente, fueron reportadas en el distrito de Lucanas, Ayacucho, en animales de varias edades, incluyendo

crías y animales jóvenes [7]. Similares alteraciones se observaron también en otras poblaciones comunales, incluyendo en el departamento de Huancavelica [8].

Navarro. [5], Describe la dermatitis escamosa como la presencia de caspa o pequeñas descamaciones del epitelio en diferentes partes del cuerpo, incluso a veces en todo el cuerpo del animal, agravada por el hecho de que las causas de este mal aún se desconocen, dificultando el procesamiento textil. Esta enfermedad se viene reportando en la fibra de la vicuña a nivel nacional, lo que está ocasionando pérdidas económicas realmente considerables en el productor altoandino, que no cuenta con una solución inmediata para controlarla, curarla y sobre todo prevenirla.

Entre las causas posibles de esta enfermedad podemos considerar:

**a). Factores metabólicos**

Son generados por situaciones de estrés, desnutrición y avitaminosis, estos son factores que influyen sobre la calidad del tejido epitelial de la piel de la vicuña.

**b). Factores externos**

Esta referido a la condición sanitaria del animal (parásitos externos, como ácaros) y condiciones medioambientales (radiación solar, temperatura, etc.).

Los animales afectados con “caspa” no muestran alteraciones físicas ni clínicas; sin embargo, las alteraciones son claramente visibles al retirar el vellón del animal esquilado, observándose escamas dispersas o acumuladas y fuertemente adheridas a la capa interna del vellón, especialmente en la fibra de las partes dorsales del cuerpo, pudiendo en algunos casos, extenderse a las regiones ventrales. Algunas veces, se logran visualizar acumulaciones difusamente focalizadas dando la impresión de daños dermales [8].

Así mismo, Rosadio et al. [8]. En su trabajo se describe 75 estudios histopatológicos en biopsias de piel (33 afectados y 42 no afectados con “caspa”), 85 análisis microbiológicos en raspados de piel (44 afectados y 41 no afectados) y 70 determinaciones séricas de zinc, selenio, cobre y molibdeno (41 afectados y 29 no afectados) de tres poblaciones de vicuñas silvestres capturadas en “chakus” en el 2009 en las comunidades campesinas de Huaytará, Ayaví, Santa Rosa de Tambo, en Huancavelica. Los animales afectados no tenían alteraciones clínicas, pero los vellones a la post-esquila presentaron escamas blanquecinas dispersas o acumuladas y fuertemente adheridas, usualmente, al dorso lateral y algunas veces por todo el vellón. Todas las muestras de piel, con mayor severidad

en las afectadas, mostraron moderada hiperqueratosis ortoqueratótica laminar asociada con dermatosis inespecífica, moderada-severa dilatación de folículos pilosos y moderada-severa atrofia de vaina interna de la raíz folicular, pero con ausencia de agentes patógenos e inflamación. El 63.3% (28/44) de raspados de pieles afectadas y el 41.5% (17/41) de las no afectadas contenían especies saprofitas de *Ulocladium* spp., *Penicillium* spp., Hialofomicetos, *Geotrichum candidum* y *Aspergillus flavus*. Los niveles sanguíneos, en las 70 muestras (afectados y no afectados) presentaron 10 veces la concentración esperada para selenio, principalmente en vicuñas cautivas en el área multicomunal (afectados  $3.23 \pm 1.31 \mu\text{g/mL}$  y no afectados  $3.56 \pm 2.27 \mu\text{g/mL}$ ), posiblemente debido al sobrepastoreo de los pastizales con presencia de especies seleníferas de *Astragalus* spp. (“garbanzo” o “garbancillo”). Todos los animales mostraron deficiencia de cobre y los animales afectados de Huaytará y todos los de Santa Rosa de Tambo presentaron deficiencia de zinc.

### 3.3.3. Lavado de fibra

El proceso de lavado tiene 2 fases:

- El batido y la apertura.
- El lavado.

Por lo tanto, los objetivos del lavado son un mayor grado de eliminación de contaminantes (hasta un 40% del peso inicial) y un mínimo daño a la fibra. Los objetivos del lavado de la lana se aplican a la fibra de alpaca [32].

Durante el lavado se produce la primera transformación de la fibra, ya que su aspecto cambia totalmente y además se agregan los primeros agentes químicos del proceso. Por su parte, Rosas [30], afirma que el lavado se realiza generalmente en 5 tinajas. La función principal de la primera tinaja es la de eliminar impurezas sólidas, una gran proporción de suint y una pequeña proporción de grasas con agua caliente. La segunda y tercera tinaja son tinajas de lavado con detergente en agua caliente, para penetrar en los intersticios y bordes de los sedimentos de las fibras, poros y hendiduras de la superficie de la fibra, removiendo contaminantes mediante la disolución y emulsificación. Las dos últimas tinajas son de enjuague, aquí se terminan de eliminar los contaminantes. Las condiciones de lavado de fibra de alpaca son menos drásticas que los de la lana, esto debido a su menor contenido de impurezas. Quispe et al. [10], clasifica las impurezas por su naturaleza en: naturales (suada),

adquiridas (arenillas, tierra, pasto) y aplicadas (pintura, pitas, plásticos). Saldaña. [33], hace mención en su análisis que el lavado no quita en su totalidad todos estos componentes ajenos a la fibra, posterior a este proceso aún quedan materias vegetales y sustancias residuales, por lo tanto, requieren de un tratamiento químico o mecánico adicional.

Además, explica que existe un mayor porcentaje en machos que hembras, esto debido al mayor desgaste de energía que sufre la alpaca hembra el cual no le permite acumular grasa en el vellón, también señala que hay variaciones en el rendimiento, según el nivel tecnológico empleado en la esquila; el rendimiento será mejor si se da en pisos de madera o galpones para esquila mecánica.



## CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

### 4.1. Tipo y nivel de la investigación

#### 4.1.1. Tipo de investigación

Según Supo. [34].

- La investigación fue descriptiva ya que se tiene un grupo control.
- La investigación fue transversal ya que todas las variables fueron analizadas en una sola ocasión.
- Según la planificación de la toma de datos, la investigación fue prospectiva ya que los datos necesarios para el estudio fueron recogidos a propósito de la investigación.

#### 4.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo

#### 4.1.3. Diseño de investigación

El diseño aplicado a la investigación no experimental

### 4.2. Población y muestra

La población total de vicuñas en la Región de Apurímac es de 11 434 cabezas y la región de Ayacucho es de 62 133 cabezas de vicuñas.

**Tabla 02.** Distribución de muestras por lugar de procedencia, región corporal, edad y sexo.

Región Corporal	Apurímac (42 animales)			Ayacucho (7 animales)	Total
	Iscahuaca (20)	Taccata (10)	Pampachiri (12)	Lucanas (7)	
Paleta	20	10	12	7	49
Costillar	20	10	12	7	49
Grupa	20	10	12	7	49
<b>Total</b>	60	30	36	21	147



### **4.3. Procedimiento de la investigación**

#### **4.3.1. Para la toma de muestras**

- La toma de muestra de fibra se realizó por conveniencia, las fibras sin caspa se tomaron durante el chaku de las vicuñas, y las muestras con caspa de vellones enteros rechazadas por la industria textil de las comunidades de Iscahuaca, Pampachiri y Taccata (Apuímac) y Lucanas (Ayacucho) por 3 regiones corporales (Paleta, Costillar medio y Grupa), por edad (juvenil y adultos) y sexo (macho y hembra), aproximadamente 3 gr de fibra por muestra.

- Las muestras de fibra fueron puestas en bolsas de polietileno, debidamente rotuladas por zona corporal, edad, sexo, lugar de procedencia y fecha del muestreo.

#### **4.3.2. Metodología para el análisis de las características tecnológicas de la calidad de la fibra de vicuña.**

- Estas muestras se trasladaron al laboratorio del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos (PECSA), el mismo que cuenta con el equipo OFDA 2000 para su respectivo análisis, el mismo que está acondicionado a una temperatura promedio de 20°C y humedad relativa de 65%.
- En seguida para la evaluación de las características tecnológicas de la fibra, se realizó la calibración del OFDA 2000 con top patrón de ovino, se colocó en un portaobjeto de poliéster de 70 x 70 mm. Se determinó la media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM).

#### **4.3.3. Metodología para el lavado y rendimiento de fibra de vicuña.**

- Luego se procedió al lavado de las mechas de muestra de la fibra de vicuña, estas muestras de fibras fueron puestas en una rejilla con sus respectivos ganchos para su identificación. Así mismo, para el secado de la muestra se pasara con un rodillo sobre una toalla.
- Posteriormente se realizó el pesado de fibra limpia y sucia en fichas de registro y control.
- Finalmente se realizó el análisis de rendimiento al lavado con la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento al lavado} = \frac{\text{Peso de la fibra lavada}}{\text{Peso de la fibra inicial}} \times 100$$

#### 4.4.2. Instrumentos de investigación

##### a) Materiales de muestreo

- Registros
- Balanza digital KINLEE – EPSO5-Max. 500g d=0.1g
- Bolsas de polietileno
- Plumón indeleble
- Marcador
- Tijera

##### b) Materiales y equipos de laboratorio

- OFDA 2000
- Portaobjetos de vidrio de 50 x 50 mm
- Peine
- Portaobjeto de poliéster de 70 x 70 mm
- Cajones para las muestras.
- Slide calibradora
- Brochas
- Ventilador para preparación de muestra
- Equipo de cómputo

##### c) Materiales de escritorio

- Papel bond A4
- Laptop
- Impresora

#### 4.4.3. Análisis estadístico

El conjunto de datos obtenidos de las características tecnológicas de la fibra, fueron sometidos a la Prueba de Kolmogorov-Smirnov, para contrastar si los datos se ajustaban o no a una distribución normal, y habiendo comprobado que los datos tenían una distribución normal, se procedió a realizar el análisis estadístico.

La comparación de promedios de las variables diámetro de fibra, longitud de mecha, coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort e índice de curvatura de fibra para efectos de los factores de región corporal, edad, sexo, y comunidades de muestreo de los animales, se ha realizado mediante la prueba de Significación Múltiple de ANOVA y Duncan con  $\alpha=0.05$ , utilizando el software R versión 3.6.

Modelo lineal generalizado

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + \beta_j + R_k + \epsilon_{ijk}$$

$S_i$  = Efecto de la  $i$ -ésimo sexo (hembra y

macho)  $\beta_j$  = Efecto de la  $j$ -ésimo edad

(juveniles y adultos)

$R_k$  = Efecto de la  $k$ -ésimo región (paleta, costillar

medio y grupa)  $\epsilon_{ijk}$  = Error

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1. Resultados

##### 5.1.1. Promedio de diámetro de fibra (DF)

*Tabla 03. Promedios de diámetro ( $\mu\text{m}$ ) de fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en los distintos lugares del departamento de Apurímac y Ayacucho.*

	Iscahuaca	Taccata	Pampachiri	Lucanas	P
<b>Paleta</b>	13.55 $\pm$ 1.21	15.77 $\pm$ 2.62	14.66 $\pm$ 1.45	13.91 $\pm$ 1.50	0.01 *
<b>Costillar</b>	13.73 $\pm$ 1.32	15.19 $\pm$ 1.83	14.51 $\pm$ 1.69	15.12 $\pm$ 1.90	0.76 n.s
<b>Grupa</b>	14.24 $\pm$ 1.69	14.96 $\pm$ 1.68	14.95 $\pm$ 1.90	14.31 $\pm$ 1.56	0.58 n.s

Los datos representan la media  $\pm$  error estándar.

(\*). Muestran diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p < 0.05$ ). (n.s). No muestra diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p > 0.05$ ).

El promedio del diámetro de fibra de las regiones corporales (paleta, costillar y grupa) de la vicuña en las distintas comunidades de Apurímac y Ayacucho, mostraron diferencias significativas en la región corporal de paleta ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostro diferencias significativas para las regiones corporales de costillar y grupa ( $p > 0.05$ ).

##### 5.1.2. Promedio de longitud de mecha (LM)

*Tabla 04. Promedios de longitud (mm) de mecha de vicuñas por región corporal de muestreo, en los distintos lugares del departamento de Apurímac y Ayacucho.*

	Iscahuaca	Taccata	Pampachiri	Lucanas	P
<b>Paleta</b>	33.75 $\pm$ 7.93	28.50 $\pm$ 6.69	33.75 $\pm$ 7.42	26.43 $\pm$ 2.44	0.046 *
<b>Costillar</b>	36.75 $\pm$ 7.12	25.50 $\pm$ 3.69	37.08 $\pm$ 7.53	22.85 $\pm$ 3.93	0.00089 ***
<b>Grupa</b>	31.75 $\pm$ 6.34	29.50 $\pm$ 6.85	32.50 $\pm$ 6.91	27.86 $\pm$ 4.88	0.38 n.s

Los datos representan la media  $\pm$  error estándar.

(\*). Muestran diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p < 0.05$ ).

(\*\*\*). Muestran diferencias altamente significativas entre los lugares del estudio ( $p < 0.01$ ).

(n.s). No muestra diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p > 0.05$ ).



El promedio de longitud de mecha de las regiones corporales (paleta, costillar y grupa) de la vicuña en las distintas comunidades de Apurímac y Ayacucho, mostraron diferencias altamente significativas en la región corporal de costillar ( $p < 0.01$ ). Así mismo, mostraron diferencias significativas en la región de paleta ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostraron diferencias significativas para la región corporal grupa ( $p > 0.05$ ).

### 5.1.1. Promedios del factor de confort (FC)

**Tabla 05.** Promedios del factor de confort (%) de fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en los distintos lugares de la región de Apurímac y Ayacucho.

	<b>Iscahuaca</b>	<b>Taccata</b>	<b>Pampachiri</b>	<b>Lucanas</b>	<b>P</b>
<b>Paleta</b>	97.51 ± 1.57	96.82 ± 3.61	96.38 ± 2.62	98.00 ± 1.43	0.43 n.s
<b>Costillar</b>	97.81 ± 1.71	97.87 ± 2.24	96.25 ± 3.75	97.76 ± 2.31	0.42 n.s
<b>Grupa</b>	96.81 ± 2.86	97.83 ± 2.87	95.31 ± 4.18	97.76 ± 2.31	0.045 *

Los datos representan la media ± error estándar.

(\*). Muestran diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p < 0.05$ ). (n.s). No muestra diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p > 0.05$ ).

El promedio de factor de confort de la fibra de las regiones corporales (paleta, costillar y grupa) de las vicuñas en las distintas comunidades de Apurímac y Ayacucho, mostraron diferencias significativas en la región corporal de grupa ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostraron diferencias significativas para las regiones corporales de paleta y costillar ( $p > 0.05$ ).

	<b>Iscahuaca</b>	<b>Taccata</b>	<b>Pampachiri</b>	<b>Lucanas</b>	<b>P</b>
<b>Paleta</b>	44.95 ± 13.24	35.99 ± 11.58	44.53 ± 16.12	37.29 ± 12.83	0.26 n.s
<b>Costillar</b>	39.84 ± 11.33	41.50 ± 11.53	48.23 ± 15.06	41.50 ± 18.08	0.14 n.s
<b>Grupa</b>	45.32 ± 14.89	35.98 ± 13.77	51.94 ± 14.38	37.14 ± 12.47	0.045 *

Los datos representan la media ± error estándar.

(\*). Muestran diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p < 0.05$ ). (n.s). No muestra diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p > 0.05$ ).

El promedio del coeficiente de variabilidad de la finura de la fibra de las regiones corporales (paleta, costillar y grupa) de las vicuñas en las distintas comunidades de Apurímac y Ayacucho, mostraron diferencias significativas en la región corporal de grupa ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostraron diferencias significativas para las regiones corporales de paleta y costillar ( $p > 0.05$ ).

### 5.1.3. Índice curvatura de la fibra (IC)

**Tabla 07.** Promedios del índice de curvatura ( $^{\circ}/mm$ ) de la fibra de vicuñas por región corporal de muestreo, en los distintos lugares de la región de Apurímac y Ayacucho.

	Iscahuaca	Taccata	Pampachiri	Lucanas	P
<b>Paleta</b>	94.13 $\pm$ 10.96	89.59 $\pm$ 15.19	87.96 $\pm$ 11.59	88.14 $\pm$ 9.78	0.45 n.s
<b>Costillar</b>	90.39 $\pm$ 9.35	88.24 $\pm$ 10.69	84.48 $\pm$ 4.57	86.51 $\pm$ 7.08	0.29 n.s
<b>Grupa</b>	87.74 $\pm$ 9.35	90.07 $\pm$ 10.69	85.74 $\pm$ 4.57	86.07 $\pm$ 7.08	0.028 *

Los datos representan la media  $\pm$  error estándar.

(n.s). No muestra diferencias significativas entre los lugares del estudio ( $p > 0.05$ ).

El promedio del índice de curvatura de la fibra de las regiones corporales (paleta, costillary grupa) de las vicuñas en las distintas comunidades de Apurímac y Ayacucho, mostro diferencias significativas en la región corporal de grupa costillar ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 08.** Promedios de las características de la fibra de vicuña por comunidad de los departamentos de Apurímac y Ayacucho.

	Características de la fibra de vicuña					
	n	DF	LF	CVF	FC	I C
<b>Iscahuaca</b>	20	13.84 $\pm$ 1.43 <sup>ab</sup>	34.08 $\pm$ 7.34 <sup>ab</sup>	43.37 $\pm$ 13.25 <sup>ab</sup>	97.37 $\pm$ 2.13 <sup>ab</sup>	90.75 $\pm$ 9.66
<b>Taccata</b>	10	15.31 $\pm$ 2.04 <sup>a</sup>	27.83 $\pm$ 5.97 <sup>a</sup>	35.58 $\pm$ 11.92 <sup>a</sup>	97.51 $\pm$ 2.90 <sup>a</sup>	89.30 $\pm$ 13.09
<b>Pampachiri</b>	12	14.71 $\pm$ 1.65 <sup>b</sup>	34.44 $\pm$ 7.35 <sup>b</sup>	48.23 $\pm$ 15.08 <sup>b</sup>	95.98 $\pm$ 3.51 <sup>b</sup>	86.06 $\pm$ 8.76
<b>Lucanas</b>	7	14.45 $\pm$ 1.66 <sup>c</sup>	25.71 $\pm$ 4.27 <sup>c</sup>	38.64 $\pm$ 14.09 <sup>c</sup>	97.32 $\pm$ 3.67 <sup>c</sup>	87.12 $\pm$ 10.08

Los datos representan la media  $\pm$  error estándar.

(Ab, a, b, c). Muestran diferencias significativas entre las variables del estudio ( $p < 0.05$ ).

El promedio de las características de la fibra de la vicuña en las distintas comunidades de Apurímac y Ayacucho, mostraron diferencias altamente significativas en el diámetro de fibra (DF), coeficiente de variabilidad de finura de la fibra (CVF) y longitud de mecha (LM) ( $p < 0.01$ ). Así mismo, mostro diferencias significativas en el factor de confort (FC) de la fibra ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostro diferencias significativas para el índice de curvatura ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 09.** Promedios de las características de la fibra de vicuña por sexo y edad de los departamentos de Apurímac y Ayacucho.

	Características de la fibra de vicuña					
	n	DF	LF	CVF	FC	IC
<b>Hembra</b>	75	14.15 ± 1.43 <sup>a</sup>	31.33 ± 8.03	43.14 ± 14.88	97.02 ± 3.08	89.79 ± 10.06
<b>Macho</b>	72	14.74 ± 1.96 <sup>b</sup>	32.08 ± 7.01	41.41 ± 13.47	97.08 ± 2.82	83.74 ± 10.69
<b>Juveniles</b>	78	14.13 ± 1.61 <sup>a</sup>	31.99 ± 7.62	42.90 ± 14.93	96.97 ± 3.30	90.45 ± 11.07 <sup>a</sup>
<b>Adultos</b>	69	14.79 ± 1.80 <sup>b</sup>	31.38 ± 7.47	41.61 ± 13.37	97.15 ± 2.51	86.91 ± 9.28 <sup>b</sup>

Los datos representan la media ± error estándar.

(a, b, c). Muestran diferencias significativas entre las variables del estudio ( $p < 0.05$ ).

El promedio de las características de la fibra de la vicuña por sexo mostró diferencias significativas en el diámetro de fibra en hembras 14.15  $\mu\text{m}$  y machos 14.74  $\mu\text{m}$  ( $p < 0.05$ ). Así mismo, mostro diferencias significativas en el diámetro de fibra por edad juveniles

14.13  $\mu\text{m}$  y adultos 14.79  $\mu\text{m}$  ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, mostro diferencias significativas en el índice de curvatura por edades juveniles 90.45  $^{\circ}/\text{mm}$  y adultos 86.91  $^{\circ}/\text{mm}$ . ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostro diferencias significativas para las otras características de la fibra de la vicuña ( $p > 0.05$ ).

#### 5.1.4. Rendimiento al lavado

**Tabla 10.** Promedios y rendimiento de fibra al lavado de la fibra de vicuña en las comunidades de los departamentos de Apurímac y Ayacucho.

	Lugar de muestreo			
	Iscahuaca	Taccata	Pampachiri	Lucanas
<b>Promedios de peso post lavado (g)</b>	2.813	2.813	2.808	2.70
<b>Rendimiento al lavado (%)</b>	93.78	93.78	93.61	90.00

El promedio de peso (g) al lavado de la fibra de vicuñas, mostraron pesos promedios similares en las comunidades de Iscahuaca 2.813 g y Taccata 2.813 g, siendo superiores a las comunidades de Pampachiri 2.808 g y Lucanas 2.70 g que mostraron pesos diferentes. Por otro lado, el rendimiento al lavado de la fibra fue superiores en las comunidades de Iscahuaca 93.78 % y Taccata 93.78%, que a las comunidades de Pampachiri 93.61 % y Lucanas 90 % que mostraron rendimientos inferiores en este estudio.



## 5.2. Discusión de resultados

El análisis estadístico para el promedio de diámetro de fibra muestra diferencia significativa entre las comunidades del departamento Apurímac y Ayacucho, en la zona corporal de paleta, lo que significa, que la zona corporal de paleta presenta un diámetro más fino en las comunidades de Iscahuaca 13.55  $\mu\text{m}$ , Taccata 15.77  $\mu\text{m}$ , Pampachiri 14.66  $\mu\text{m}$ , Lucanas 13.91  $\mu\text{m}$ . Así mismo, mostro diferencias en el promedio de diámetro de fibra en hembras 14.15  $\mu\text{m}$  y machos 14.74  $\mu\text{m}$ , y juveniles 14.13  $\mu\text{m}$  y adultos 14.79  $\mu\text{m}$ , siendo estos resultados superiores a los encontrado por Quispe et al. [10], juveniles 12.856  $\mu\text{m}$  y adultas 12.997  $\mu\text{m}$ , y en machos 12.755  $\mu\text{m}$  y hembras 12.719  $\mu\text{m}$ . Por otro lado, Chambilla. [13], obteniendo en promedio general un diámetro de fibra de 11.23  $\mu\text{m}$ . Sin embargo, estos resultados estuvieron dentro de los parámetros obtenidos por Gómez V. [11], 14.30  $\mu\text{m}$  en adultos y de 13.63  $\mu\text{m}$  juveniles. Esto puede deberse a la edad y el sexo de los animales y al número de esquilas recibidas, por lo que el diámetro de fibra cumple un rol muy importante en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro Quispe et al. [10].

Po otro lado, la longitud de mecha obtenida en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho mostraron diferencias significativas en las zonas corporales de paleta y costillar, obteniendo en Iscahuaca 33.75 y 36.75 mm, Taccata 28.50 y 25.50 mm, Pampachiri 33.75 y 37.08 mm, Lucanas 26.43 y 22.85 mm. Sin embargo, no mostraron diferencias significativas en edad y sexo, estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por Quispe C et al. [10], quien obtuvo promedios de longitud de mecha 30.30 mm y 29.70 mm para machos y hembras respectivamente. Sin embargo, fueron inferiores a los obtenidos por Gómez V. [11] (2017), donde la longitud de mecha fue mayor en juveniles 44.6 mm y en adultos 40.7 mm y referente al sexo, en hembras fue de 41.7 mm y en machos 43.7 mm. Así mismo, fue superior a los encontrados por Trejo et al. [14], en donde la longitud de fibra en promedio encontrado ha sido de 23, 83 mm. Para el promedio por zonas registró que la zona del costillar medio es la más larga con una longitud de 25.91 mm seguida de la zona de grupa con 24.64 mm y la zona de menor largo es la zona de paleta con 20.83 mm, esto puede estar influenciado por el número de esquilas, la edad y la época de la esquila de los animales.

Referente al Factor de confort (%) de la fibra de la alpaca, existe una diferencia significativa entre las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho, en donde Iscahuaca 97.37%, Taccta 97.51%, Pampachiri 95.98% y Lucanas 97.32%. Sin embargo, no mostro diferencias significativas para edad y sexo. Siendo estos resultados inferiores a



los obtenidos por Gómez V. [11], en donde para juveniles obtuvo de 99.01% y adultos de 99.17%, así mismo, en hembras 99.23% y en machos 98,95%. Así mismo, existe diferencia significativa en la zona corporal de grupa obtenidas en las comunidades de Iscahuaca 96.86%, Taccata 97.83%, Pampachiri 95.31% y Lucanas 97.76% respectivamente, mostrando inferioridad a los encontrados por Gómez V. [11]. Esta diferencia se debe a que los valores del diámetro de fibra fueron superiores al presente trabajo de investigación.

El coeficiente de variabilidad e la finura de la fibra de vicuñas muestreadas en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho, muestran diferencias altamente significativas, Iscahuaca 43.37%, Taccata 35.58%, Pampachiri 48.23% y Lucanas 38.64%, siendo superiores a los obtenidos por Trejo et al. [14], que obtuvo en su trabajo un coeficiente de variabilidad de 20.02%. Así mismo, en la zona corporal de grupa mostro diferencia significativa en las comunidades de Iscahuaca 45.32%, Taccata 35.98%, Pampachiri 51.94% y Lucanas 37.14%, siendo esto inferior a los encontrados por zonas corporales por Trejo et al. [14]. Esto puede deberse al número de esquilas y el tamaño de muestras.

Los resultados encontrados con respecto al índice de curvatura en las comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho mostraron diferencias significativas entre las comunidades de Iscahuaca 90.75°/mm, Taccata 89.30°/mm, Pampachiri 86.06°/mm y lucanas 87.12°/mm, y en juveniles 90.45°/mm y adultos 86.91°/mm siendo similares a los reportados por Gómez V. [11], quien obtuvo valores de 90.84°/mm en juveniles y enadultos 85.70°/mm. Sin embargo, son superiores a los resultados obtenidos por Sánchez.[35], quien encontró índices de 84.54°/mm en juveniles y en adultos 83.4°/mm. De la misma manera, son superiores a los reportados por Quispe et al. [10], quienes determinaron valores de 80.00°/mm y de 82.3 en juveniles. Estas diferencias encontradas probablemente se deben a factores genéticos, tamaño de muestra utilizada y al medio ecológico.

El rendimiento al lavado de la fibra de vicuñas mostró mejores rendimientos en las comunidades de Iscahuaca 93.8 % y Taccata 93.8%, y con porcentajes menores en las comunidades de Pampachiri 93.61 % y Lucanas 90 %, estos resultados siendo muy superiores a los encontrados por Trejo et al. [14]), encontrando rendimientos al lavado de 72.67%, el rendimiento de acuerdo al sexo se tiene que las hembras tienen un rendimiento de 77.46% y los machos 67.88%. Así mismo, estos fueron inferiores a los encontrados por Carpio [36] de 87% para fibra de vicuña; del 89.01% para el caso de paco-vicuña reportado por Flores (1991) y del 93.41% para alpacas Huacaya reportado por Trejo [37].



## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Las características tecnológicas de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis son: el promedio del Diámetro de fibra fue mejor en las comunidades de Iscahuaca 13.55  $\mu\text{m}$  y Lucanas 13.91  $\mu\text{m}$  en la región corporal de paleta, así mismo, en hembras 14.15  $\mu\text{m}$  y juveniles 14.13  $\mu\text{m}$ . El promedio de Longitud de mecha mostró diferencias altamente significativas en la región corporal de costillar con mayor tamaño en las comunidades de Iscahuaca 36.75 mm y Pampachiri 33.75 mm. El promedio de Factor de confort fue mayor en la comunidad de Taccata 97.83 %, el Coeficiente de variabilidad fue mayor en la comunidad de Pampachiri 51.94% mostraron diferencias significativas en la región corporal de grupa. Así mismo, el índice de curvatura de la finura de la fibra mostro mejores resultados en la comunidad de Iscahuaca 90.75°/mm juveniles 90.45°/mm, hembras 89.79°/mm.
- El rendimiento al lavado de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) con dermatitis escamosa en las cuatro comunidades son superiores al 90%.

### 6.2. Recomendaciones

- Evaluar los mismos parámetros de calidad de la fibra de la vicuña en diferentes comunidades de las ya estudiadas, para así obtener un rango de la calidad de la fibra en las regiones de Apurímac y Ayacucho.
- Determinar otras características tecnológicas de la calidad de la fibra de vicuña que estén relacionadas con la comercialización de la fibra en las comunidades estudiadas y otras comunidades del departamento de Apurímac y Ayacucho.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hoces L, Velarde F. Diagnóstico para la comercialización de la fibra de vicuñas en apolobamba; Bolivia. 2004.
2. [INEI]. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO). [Internet]; 2012.  
<http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>.
3. MINAGRI–DGPA. Ministerio de agricultura y riego - Dirección General de Políticas Agrarias. Perfil de mercado de la fibra de vicuña. [Internet]. 2019.  
[https://www.google.com/search?q=Perfil+de+mercado+de+la+fibra+de+vicu%C3%BA&ei=d0EFYbOJD0PC5OUP8oCGkAI&oq=Perfil+de+mercado+de+la+fibra+de+vicu%C3%BA&gs\\_lcp=Cgnd3Mtd2l6EAMyBggAEAcQHjIFCAAQgAQ6BwgAEEcQsANKBAhBGABQ56UDWLblA2Dg7ANoAHADeACAAZUBiAGZLJIBBDMuNDaYAQGgAQHIAQjAAQE&sclient=gws-wiz&ved=0ahUKEwjzoLaRp43yAhUDIbkGHXKAASIQ4dUDCA4&uact=5](https://www.google.com/search?q=Perfil+de+mercado+de+la+fibra+de+vicu%C3%BA&ei=d0EFYbOJD0PC5OUP8oCGkAI&oq=Perfil+de+mercado+de+la+fibra+de+vicu%C3%BA&gs_lcp=Cgnd3Mtd2l6EAMyBggAEAcQHjIFCAAQgAQ6BwgAEEcQsANKBAhBGABQ56UDWLblA2Dg7ANoAHADeACAAZUBiAGZLJIBBDMuNDaYAQGgAQHIAQjAAQE&sclient=gws-wiz&ved=0ahUKEwjzoLaRp43yAhUDIbkGHXKAASIQ4dUDCA4&uact=5).
4. Valenzuela-Pinares MA, Ramos De la Riva VA, Cárdenas-Villanueva LA, Pezo-Carreón S. Análisis de la producción de fibra de vicuñas en semicautiverio y silvestría en Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2019; 30(4): 1579-1591.
5. Navarro LC. Determinación del tratamiento de los agentes causales de la caspa (Dermatitis escamosa) en la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*). *Ciencia y Desarrollo*. 2011; 9(13): 23-34.
6. Cardozo A. Avances en conocimiento de la fibra de llama. La paz - Bolivia. 1982:246.
7. Zúniga VM. Presencia de “caspa” en las vicuñas de pampas galeras –Ayacucho. In Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Riobamba, Ecuador. 2008.



8. Rosadio R., Yaya K, Véliz Á, Rodríguez A, Castillo H, Wheeler JC. Análisis microbiológico, patológico y determinaciones de microelementos en vicuñas afectadas con " caspa". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2012; 23(3): 357-368.
9. Flores M. Determinación de las Principales Características Tecnológicas de la Fibra de PacoVicuña (F1). Tesis UNA La Molina. Lima – Perú; 1991.
10. Quispe EC, Rodríguez TC, Iñiguez LR, Mueller JP. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*. 2010; 45(1):1-14.
11. Gómez-Velásquez IM. Características tecnológicas de la fibra de Vicugna vicugna “VICUÑA” en relación a su edad y sexo, en Cushuro, Provincia de Sánchez Carrión, Región La Libertad. 2017.
12. Maquera FE. Características físicas de la fibra de vicuña en la zona alta andina de Tacna. *Revista Investigaciones Alto andinas*. 2015; 17(3): 433-436.
13. Chambilla-Párraga J. Evaluación de las principales características productivas de la fibra de vicuña (Vicugna vicugna) de vida silvestre en la regional San Andrés de Machaca, La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía. 2010.
14. Trejo W, Baquerizo M, Palacios G. Evaluación del diámetro, longitud y rendimiento al lavado de la fibra de Vicuña en el Patronato del Parque de las Leyendas. *In Anales Científicos* (Vol. 70, No. 1, pp. 45-50). Universidad Nacional Agraria La Molina. 2009.
15. Recuay-Villegas KR. Principales características físicas de la fibra de vicuñas criadas en cercos permanentes. 2006.
16. Zoccola M. Fibras proteicas: Pelos finos (camélidos y cabra). Identificación, caracterización, clasificación y acondicionamiento. 2014.
17. Pineda-Serna L, Jara M. Prospectiva y vigilancia tecnológica en la cadena fibra-textil-confecciones. Mapa tecnológico estratégico, nuevos escenarios para el futuro de la cadena productiva fibra textil confección de Colombia. 2010.
18. Wheeler JC. Historia natural de la vicuña. Investigación, conservación y manejo de vicuñas. 2006: 25-35.
19. Bustinza V. Manejo Sustentable de La Vicuña”. XXI Reunión Científica APPA, Puno, Perú. 1998.
20. Huarachi D. Cría de Camélidos Sudamericanos, Primera Edición, Editorial “KolluHuma”. La Paz–Bolivia. 2002: 24-35.
21. Solís R. Sistema de Producción y Características Productivas Tecnológicas de la Fibra de



- Vicuña en Semicautiverio en la S.A.I.S. (M. S. Agropecuaria, Ed.) Huancayo – Perú. 2002.
22. Novoa C, Flores A. Producción de Rumiantes Menores: Alpacas Lima-Perú. 1991.
  23. Montesinos R. Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de germoplasma Quimsachata, ILLPA-INIA-Puno (Doctoral dissertation, Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú). 2000.
  24. Santana-Chávez PB. Estudio preliminar de la longitud y análisis cuticular en la fibra de vicuña (No. TS1548. V5 S3-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Programa Académico de Zootecnia. 1978.
  25. F, Sabadzija G, Rojas M. Análisis económico del sistema de uso en silvestría devicuñas en la reserva de Laguna Blanca, Catamarca, Argentina. In IV Congreso Mundial de Camélidos. Eje temático. 2006. (6).
  26. Martínez-Flores Z. Caracteres de calidad y determinación de zonas corporales demuestreo más representativas del vellón de llamas (No. CIDAB-T-QL737. U5- M3c). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba (Bolivia). Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. 1994.
  27. McLennan N, Lewer R. Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). Department of Employment, Economic Development and Innovation, The State of Queensland. 2005.
  28. McColl A. Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine. Herd Sire*. 2004:164-168.
  29. Hatcher S, Atkins KD. Breeding objectives which include fleece weight and fibrediameter do not need fibre curvature. *ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES*. 2000; (13): 293-296.
  30. Rosas-Espejo AI. Estudio de las principales características de la fibra de alpaca grasienta y de las condiciones de su proceso de lavado. 2012.
  31. Hanford KJ, Van Vleck LD, Snowden GD. Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Rambouillet sheep. *Small Ruminant Research*. 2005; 57(2-3): 175-186.
  32. Elvira M. Laboratorio INTA de Chubut “Introducción, Características Generales del Instrumento, Modo de usos [OFDA 100]. 2000.
  33. Saldaña-Perales LN. Categorización, clasificación y procesamiento industrial de la fibra de alpaca. 2017.



34. Supo J. Niveles y tipos de investigación: Seminarios de investigación. Perú: Bioestadístico. 2015.
35. Sánchez F. Características productivas y tecnológicas de la fibra de la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*) en relación a la edad, sexo y región anatómica en la comunidad de Lachoc – Huancavelica. Tesis de grado de la Universidad Nacional de Trujillo. 2012.
36. Carpio M. Tecnologías de lanas y Comercialización. Programa de Ovinos y Camélidos Americanos. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima Perú. 1985: 150.
37. Trejo W. Estudio de las Correlaciones Fenotípicas entre Diámetro de Fibras y la Escala de Colores en Alpacas Huacaya. Tesis UNA La Molina. Lima. Perú. 1986.



## ANEXOS



**Figura 01.** Selección de la zona corporal (paleta, costillar medio, grupa)



**Figura 02.** Pesado de fibra



**Figura 03.** Muestras de fibras de cada zona corporal



**Figura 04.** Lavado de fibra



**Figura 05.** Pesado pos lavado de fibra

LUCANAS-FIBRA LIMPIA EN gr.					
N°	PALETA	COSTILLAR MEDIO	GRUPA	EDAD	SEXO
1	101	102	103	JUVENILES	HEMBRAS
2	104	105	106		
3	107	108	109		
4	110	111	112	ADULTOS	MACHOS
5	113	114	115	JUVENILES	
6	116	117	118		
7	119	120	121	ADULTO	
TACCATA-FIBRA LIMPIA EN gr.					
N °	PALETA	COSTILLAR MEDIO	GRUPA	EDADES	SEXO
1	122	123	124	JUVENIL	HEMBRAS
2	125	126	127		
3	128	129	130		
4	131	132	133	ADULTO	MACHOS
5	134	135	136		
6	137	138	139	JUVENIL	
7	140	141	142		
8	143	144	145		
9	146	147	148	ADULTO	
10	149	150	151		
PAMPACHIRI FIBRA LIMPIA EN gr.					
N°	PALETA	COSTILLAR MEDIO	GRUPA	EDAD	SEXO
1	152	153	154	JUVENILES	HEMBRAS
2	155	156	157		
3	158	159	160		
4	161	162	163	ADULTOS	MACHOS
5	164	165	166		
6	167	168	169	JUVENILES	
7	170	171	172		
8	173	174	175		
9	176	177	178	ADULTOS	
10	179	180	181		
11	182	183	184	ADULTOS	
12	185	186	187		
ISCAHUACA -FIBRA LIMPIA EN gr.					
N°	PALETA	COSTILLAR MEDIO	GRUPA	EDAD	SEXO
1	188	189	190	JUVENILES	HEMBRAS
2	191	192	193		
3	194	195	196		
4	197	198	199	ADULTOS	MACHOS
5	200	201	202		
6	203	204	205	JUVENILES	
7	206	207	208		
8	209	210	211		
9	212	213	214	ADULTOS	
10	215	216	217		
11	218	219	220	JUVENILES	
12	221	222	223		
13	224	225	226		
14	227	228	229	ADULTOS	
15	230	231	232		
16	233	234	235	ADULTOS	
17	236	237	238		
18	239	240	241		
19	242	243	244	ADULTOS	
20	245	246	247		

Figura 06. Codificación de las muestras por regiones corporales

**Figura 07.** Constancia de análisis de fibra en el OFDA 2000.



PROYECTO ESPECIAL CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS  
 JR. CARABAYA N° 351 - PUNO  
 TELEFONO: 051-369631  
 WWW.PECSA.GOB.PE - OFDA@PECSA.GOB.PE  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE FIBRA Y LANAS

**OBSERVACIÓN**  
 MUESTRAS TOMADAS POR EL: PRODUCTOR  
 MUESTRAS ANALIZADAS EN: SUCIO  
 EQUIPO UTILIZADO: OFDA  
 CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS: 147  
 FECHA DE MUESTREO: POR EL USUARIO  
 FECHA DE ANÁLISIS: 8 de Diciembre de 2020

## CONSTANCIA DE ANÁLISIS DE FIBRA

**PRODUCTOR :** VIRGILIO MACHACA MACHACA  
**DNI/RUC:** 02431102  
**TELEFONO:**

**PROVINCIA :** ABANCAY  
**DISTRITO :** ABANCAY  
**COMUNIDAD :** ISCAHUACA

DESCRIPCIÓN GCF-0.6	IDENTIFICADO POR	Raza	SEXO	COLOR DEL ANIMAL	EDAD	DIAMETRO DE FIBRA (µm)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (µm)	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD DE FINURA (%)	PORCENTAJE DE FIBRAS MÚLTIPLES O IGUALES MICRONES	CURVATURA DE LA FIBRA EXPRESADA EN GRADOS / mm.	LONGITUD DE M ECHA EXPRESADA EN mm
N°	ARETE	RAZA	SEXO	COLOR	EDAD	MICRAS	DS	CV MIC %	CF %	CRV Dg/mm	SL mm
1	101	V	X	V	X	14.0	6.8	48.3	97.3	82.1	25.0
2	102	V	X	V	X	13.2	4.9	37.1	99	91.6	20.0
3	103	V	X	V	X	12.5	4.2	33.6	98.8	89.5	25.0
4	104	V	X	V	X	15.2	5.2	34.4	98.2	85.3	30.0
5	105	V	X	V	X	14.4	3.2	21.9	99.8	98.5	20.0
6	106	V	X	V	X	14.4	4.7	32.8	99.1	93.4	30.0
7	107	V	X	V	X	13.5	5	36.6	97	96.6	25.0
8	108	V	X	V	X	14.1	3.9	27.5	99.3	87	20.0
9	109	V	X	V	X	13.7	4.5	32.8	97.9	100.7	30.0
10	110	V	X	V	X	16.5	9.8	59.3	95.7	72.9	25.0
11	111	V	X	V	X	15.3	5.4	35.5	98.7	83.8	25.0
12	112	V	X	V	X	15.2	4.9	32.2	98.5	75	30.0
13	113	V	X	V	X	12.9	4.5	34.9	98.6	101.6	25.0
14	114	V	X	V	X	14.0	5.8	41.6	98.5	84.6	30.0
15	115	V	X	V	X	16.1	10	62.4	92.9	62.5	35.0
16	116	V	X	V	X	12.0	2.8	23	99.7	93.8	25.0
17	117	V	X	V	X	18.9	14.5	76.9	83.2	75.8	20.0
18	118	V	X	V	X	12.3	2.9	23.4	99.9	99.9	25.0
19	119	V	X	V	X	13.3	3.3	24.5	99.5	84.7	30.0
20	120	V	X	V	X	16.0	8	50	95.1	84.3	25.0
21	121	V	X	V	X	16.0	6.8	42.8	97.2	85.9	20.0
22	122	V	X	V	X	14.3	4.1	28.5	99.3	100.2	25.0
23	123	V	X	V	X	13.4	3.9	29.4	99.2	96	25.0
24	124	V	X	V	X	16.1	7.6	47.2	94.9	121.3	20.0
25	125	V	X	V	X	13.8	3.4	24.4	100	122.7	25.0
26	126	V	X	V	X	13.4	4.6	34.3	98.5	85.2	20.0
27	127	V	X	V	X	13.4	2.8	20.8	100	76.3	30.0
28	128	V	X	V	X	12.6	3.2	25.3	99.6	82.5	20.0
29	129	V	X	V	X	12.8	2.6	20.2	99.7	86.8	25.0
30	130	V	X	V	X	13.2	4.2	31.6	99	87.4	30.0
31	131	V	X	V	X	14.9	5.2	34.7	98.9	90.8	20.0
32	132	V	X	V	X	15.6	5.4	34.7	98.6	99.1	20.0
33	133	V	X	V	X	14.8	5.2	34.9	99.2	98.7	25.0
34	134	V	X	V	X	13.5	3	22.3	100	91.5	25.0
35	135	V	X	V	X	14.1	3.6	25.2	100	86.8	30.0
36	136	V	X	V	X	13.6	4.3	31.8	98.9	97.8	25.0
37	137	V	X	V	X	17.6	9.4	53.6	95	77.8	30.0
38	138	V	X	V	X	16.2	4	25	99.4	72.4	30.0
39	139	V	X	V	X	15.8	4.2	26.5	98.9	73.3	25.0



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Figura 08.** Constancia de análisis de fibra en el OFDA 2000.08. Análisis de varianza para diámetro de fibra por zona corporal

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	f - valor	Pr > F
Zona corporal	46.49	3	5.6604	0.001081***
Residuals	391.49	143		

---  
Signif. Codes: 0"\*\*\*" 0.001"\*\*\*" 0.01 "\*" 0.05 "." 0.1 " " 1

**Figura 09.** Análisis de varianza para factor de confort zona corporal.

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	f - valor	Pr > F
Zona corporal	55.33	3	2.1753	0.09354
Residuals	1212.44	143		

---  
Signif. Codes: 0"\*\*\*" 0.001"\*\*\*" 0.01 "\*" 0.05 "." 0.1 " " 1

**Figura 10.** Análisis de varianza para coeficiente de variabilidad zona corporal.

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	f - valor	Pr > F
Zona corporal	29.72.8	3	5.3673	0.001569**
Residuals	26401.3	143		

---  
Signif. Codes: 0"\*\*\*" 0.001"\*\*\*" 0.01 "\*" 0.05 "." 0.1 " " 1

**Figura 11.** Análisis de varianza para longitud de mecha zona corporal.

Fuente	Suma de cuadrados	D f	f - Valor	Pr > F
Zona corporal	1812.9	3	13.373	0.000000009629***
Residuals	6461.9	143		

---  
Signif. Codes: 0"\*\*\*" 0.001"\*\*\*" 0.01 "\*" 0.05 "." 0.1 " " 1

**Figura 12.** Análisis de varianza para índice de curvatura zona corporal.

Fuente	Suma de cuadrados	D f	F - Valor	Pr > F
Zona corporal	565	3	1.7735	0.1549
Residuals	15186	143		

**Figura 13.** Análisis de varianza para factor de confort de la fibra por edad.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>D f</b>	<b>F - Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Edad</b>	1.13	1	0.1296	0.7193
<b>Residuals</b>	1266.63	145		

**Figura 14.** Análisis de varianza para coeficiente de variabilidad de la fibra por edad.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>D f</b>	<b>F - Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Edad</b>	60.1	1	0.2975	0.5863
<b>Residuals</b>	29314.0	145		

**Figura 15.** Análisis de varianza para índice de curvatura de la fibra por edad.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>D f</b>	<b>F - Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Edad</b>	457.4	1	4.3367	0.03905*
<b>Residuals</b>	15293.3	145		

Signif. Codes: 0"\*\*\*\*" 0.001"\*\*\*" 0.01 "\*\*" 0.05 "." 0.1 " " 1

**Figura 16.** Análisis de varianza para longitud de fibra por edad.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>D f</b>	<b>F - Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Edad</b>	13.6	1	0.2324	0.6254
<b>Residuals</b>	8261.2	145		