

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por ley N° 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**

TESIS:

**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA
DE ALPACA (*Vicugna pacos*) DE LA ASOCIACIÓN DE
PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE ANDIBAY**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

PAITAN QUISPE, Teofilo

HUANCAMELICA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 25 días del mes de setiembre del año 2019, a horas 11:00 a.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **M.Sc. William Herminio SALAS CONTRERAS (PRESIDENTE)**, **M.Sc. Héctor Marcelo GUILLEN DOMÍNGUEZ (SECRETARIO)**, **Mg. Melanio JURADO ESCOBAR (VOCAL)**, designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 486-2016-FCI-UNH, de fecha 12 de diciembre del 2016 y ratificados con Resolución de Decano N° 167-2019-FCI-UNH de fecha 18 de setiembre del 2019, a fin de proceder con la calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos*) DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE ANDIBAY", presentado por el Bachiller **Teofilo PAITAN QUISPE**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**; en presencia del **Ing. Paul Herber MAYHUA MENDOZA**, como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 12:30 p.m., se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR... Mayoría

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:



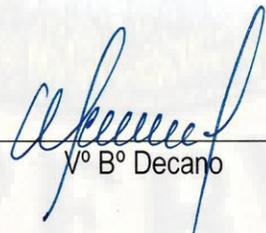
Presidente



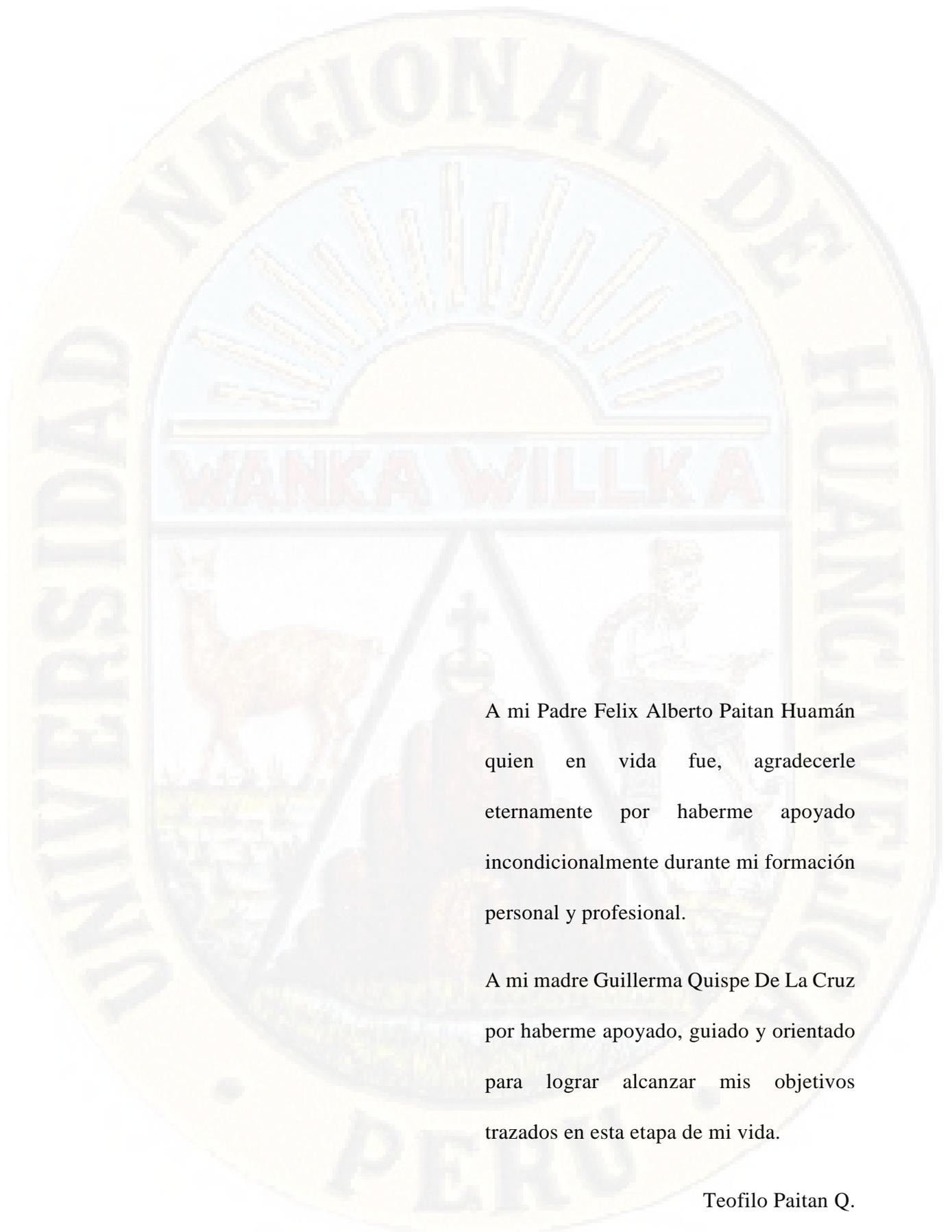
Secretario



Vocal



Vº Bº Decano



A mi Padre Felix Alberto Paitan Huamán
quien en vida fue, agradecerle
eternamente por haberme apoyado
incondicionalmente durante mi formación
personal y profesional.

A mi madre Guillerma Quispe De La Cruz
por haberme apoyado, guiado y orientado
para lograr alcanzar mis objetivos
trazados en esta etapa de mi vida.

Teofilo Paitan Q.

AGRADECIMIENTOS

- A todos los productores que integran la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay, por permitirme trabajar con sus alpacas.
- Eternamente agradecido a mí hermano Marco Antonio Paitan Quispe, por su apoyo en la obtención de muestras de fibra de alpaca.
- A mi Abuelito Emilio Quispe Castro y al Ing. Alcides Quispe De La Cruz, por sus consejos y apoyo en la obtención de muestras.
- Al Bach. Wilber Zaravia Apacella por brindarme su apoyo en el análisis de fibras en el Laboratorio de Transformación de Fibras Especiales (LATFE).
- Al Ing. Paul Herber Mayhua Mendoza por su apoyo y orientación en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A todos los Docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia por transmitirme sus conocimientos y críticas constructivas durante mi formación profesional.

ÍNDICE

	Pg.
CARATULA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPITULO I:.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivo: general y específico.....	3
1.3.1. Objetivo general:.....	3
1.3.2. Objetivos específicos:.....	3
1.4. Justificación.....	3
CAPITULO II:.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Generalidades.....	12
2.2.2. Características tecnológicas de la fibra.....	17
2.2.3. Factores que influyen sobre las características tecnológicas.....	21

2.2.4. Equipos para medir las características tecnológicas de fibra.....	23
2.3. Hipótesis	24
2.4. Definición de términos.....	24
2.5. Definición operativa de variables e indicadores	26
CAPITULO III:	27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1. Ámbito de estudio	27
3.2. Tipo de investigación.....	28
3.3. Nivel de investigación.....	28
3.4. Método de investigación.....	28
3.5. Diseño de investigación.....	28
3.6. Población, muestra, muestreo.....	29
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.8. Procedimiento de recolección de datos.....	31
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	33
CAPITULO IV:.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Media del diámetro de la fibra	35
4.1.1. Según la variable edad:	35
4.1.2. Según la variable sexo.....	38
4.2. Coeficiente de variación de la media del diámetro de la fibra.....	40
4.2.1. Según la variable edad:	40
4.2.2. Según la variable sexo.....	42
4.3. Factor de confort	43
4.3.1. Según la variable edad.....	43

4.3.2. Según la variable sexo.....	45
4.4. Finura al hilado:	47
4.4.1. Según la variable edad.....	47
4.4.2. Según la variable sexo.....	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS	60

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro 1: Definición operativa de variables e indicadores.....	26
Cuadro 2: Distribución de tamaño de muestra.....	30
Tabla 1: Media del diámetro de fibra (μm) en alpacas según edad.....	36
Tabla 2: Media del diámetro de fibra (μm) en alpacas según sexo.....	39
Tabla 3: Coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra según edad.	41
Tabla 4: Coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra según sexo.	42
Tabla 5: Factor de confort de la fibra de alpacas según edad.....	44
Tabla 6: Factor de confort de la fibra en alpacas según sexo.....	46
Tabla 7: Finura al hilado (μm) en alpacas según edad.....	47
Tabla 8: Finura al hilado (μm) en alpacas según sexo.....	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el centro de producción de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay, que está ubicado en la Comunidad Campesina de Mosocc Cancha, distrito de Yauli, provincia y departamento de Huancavelica. Con el objetivo de determinar las características tecnológicas tales como la media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra (CVMDF), factor de confort (FC), finura al hilado (FH) de la fibra de alpaca según edad y sexo, se obtuvieron 138 muestras de fibra del costillar medio derecho con peso promedio de 5 g. Las muestras de fibra fueron analizadas con el equipo caracterizador electrónico de fibras (FIBER EC) en el Laboratorio de Transformación de Fibras Especiales (LATFE) de la Universidad Nacional de Huancavelica. Para el análisis de datos se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2X4. Encontrándose resultados para la media del diámetro de fibra promedios de 15.87 μm , 17.63 μm , 18.77 μm y 21.61 μm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$), respecto al efecto sexo mostraron promedios de 18.09 μm y 18.70 μm , para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$). El coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra fue de 22.84 %, 23.56 %, 23.96 % y 22.84 % para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p > 0.05$), con respecto al efecto sexo mostraron promedios de 23.99 % y 22.66 % para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$). El factor de confort fue de 99.37 %, 97.64 %, 95.87 % y 91.09 % para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$), con respecto

al efecto sexo mostraron promedios de 96.68 % y 95.69 % para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p>0.05$) y para la finura al hilado fue de 16.56 μm , 18.39 μm , 19.75 μm y 22.12 μm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p<0.05$), con respecto al efecto sexo mostraron promedios de 19.42 μm y 18.90 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p>0.05$).

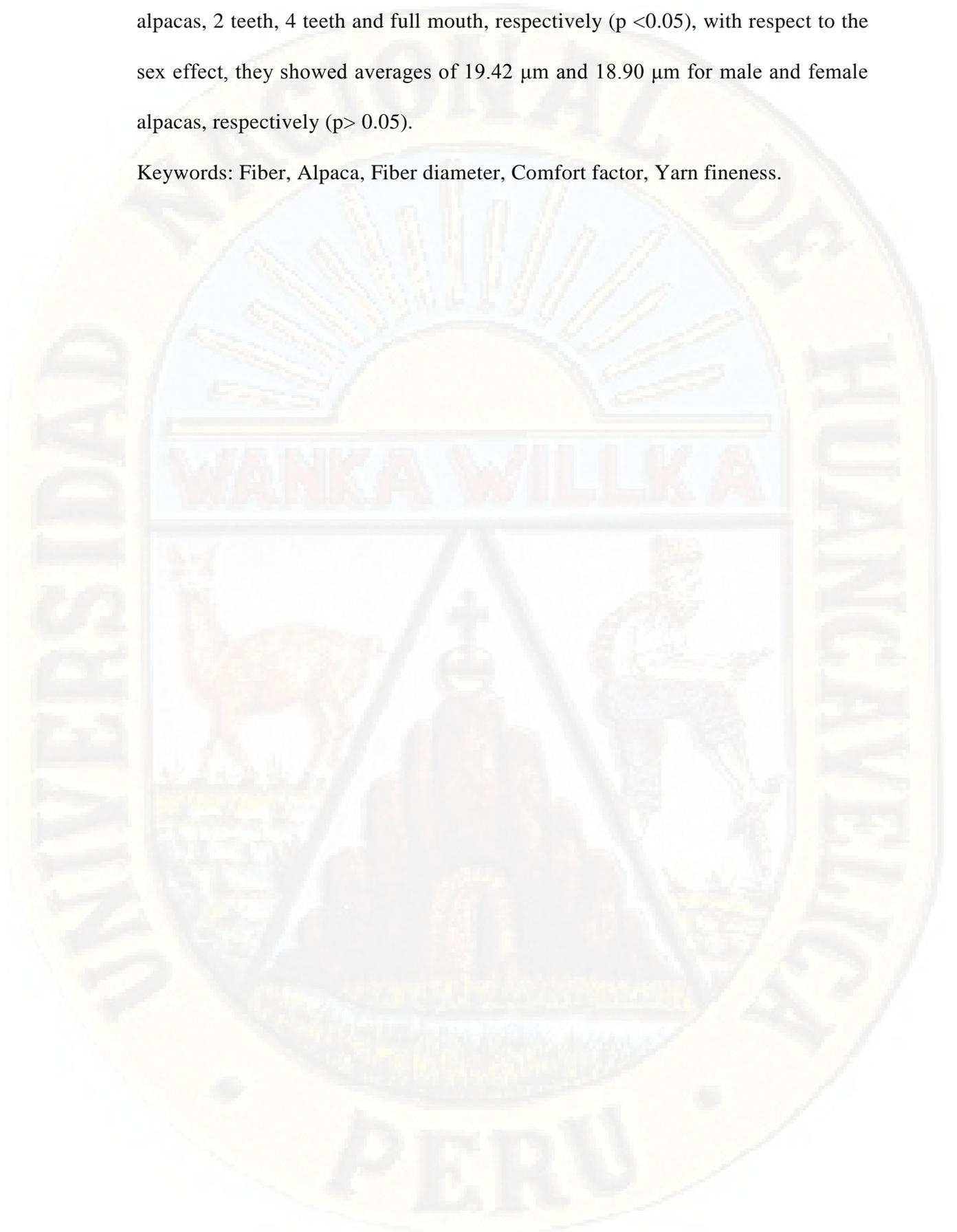
Palabras clave: Fibra, Alpaca, Diámetro de fibra, Factor de confort, Finura al hilado.

SUMMARY

The present work was carried out in the production center of the Association of Agricultural Producers of Andibay, which is located in the Peasant Community of Mosocc Cancha, Yauli district, province and department of Huancavelica. With the objective of determining the technological characteristics such as the average of the fiber diameter (MDF), coefficient of variation of the average of the fiber diameter (CV MDF), comfort factor (FC), fiber spinning fineness (FH) Alpaca according to age and sex, 138 fiber samples were obtained from the right middle rib with an average weight of 5 g. The fiber samples were analyzed with the electronic fiber characterization equipment (FIBER EC) in the Special Fibers Transformation Laboratory (LATFE) of the National University of Huancavelica. A completely randomized design with a 2X4 factorial arrangement was used for the data analysis. Finding results for the average of the fiber diameter averages of 15.87 μm , 17.63 μm , 18.77 μm and 21.61 μm for alpacas of milk tooth, 2 teeth, 4 teeth and full mouth, respectively ($p < 0.05$), regarding the sex effect they showed averages of 18.09 μm and 18.70 μm , for male and female alpacas, respectively ($p < 0.05$). The coefficient of variation of the average fiber diameter was 22.84%, 23.56%, 23.96% and 22.84% for milk tooth alpacas, 2 teeth, 4 teeth and full mouth, respectively ($p > 0.05$), with respect to Sex effect showed averages of 23.99% and 22.66% for male and female alpacas, respectively ($p < 0.05$). The comfort factor was 99.37%, 97.64%, 95.87% and 91.09% for alpacas milk tooth, 2 teeth, 4 teeth and full mouth, respectively ($p < 0.05$), with respect to the sex effect they showed averages of 96.68% and 95.69% for male and female alpacas, respectively ($p > 0.05$) and for spinning fineness it was 16.56 μm , 18.39 μm , 19.75 μm and 22.12 μm for milk tooth

alpacas, 2 teeth, 4 teeth and full mouth, respectively ($p < 0.05$), with respect to the sex effect, they showed averages of $19.42 \mu\text{m}$ and $18.90 \mu\text{m}$ for male and female alpacas, respectively ($p > 0.05$).

Keywords: Fiber, Alpaca, Fiber diameter, Comfort factor, Yarn fineness.



INTRODUCCIÓN

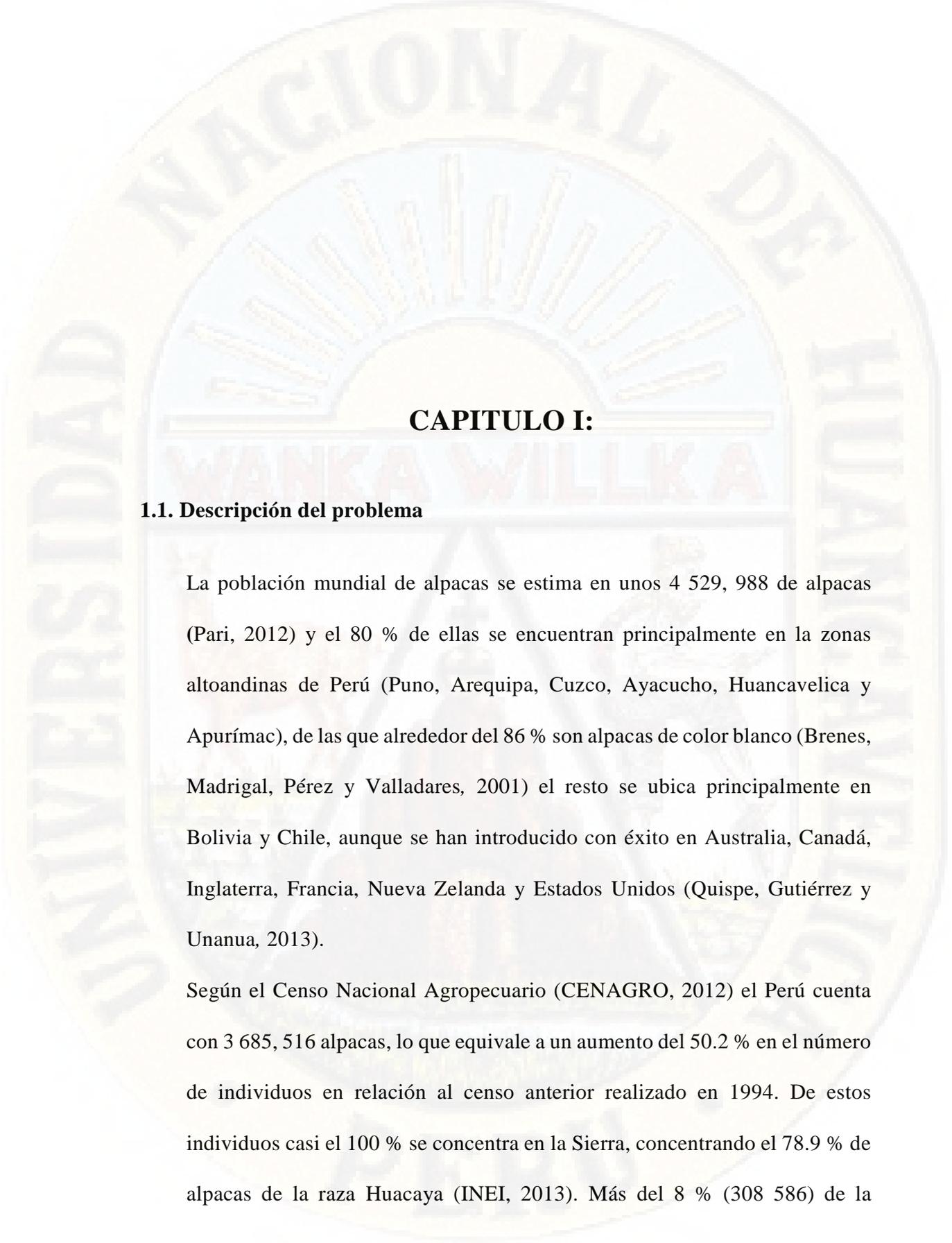
La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie doméstica que pertenece a los camélidos sudamericanos, más del 80% de la población de esta especie se encuentra en manos de pequeños criadores distribuidos a lo largo de los andes del Perú, convirtiéndose en la especie que logra el mejor aprovechamiento de las pasturas naturales de las zonas altoandinas (Quispe, Alfonso, Flores y Guillén, 2009). Además, los productos que ofrece (carne y fibra) constituyen el principal medio de subsistencia para las familias dedicadas a esta actividad que viven por encima de los 3,800 m.s.n.m.

La alpaca es considerada la fuente de recurso principal para el poblador alto andino, cuya crianza constituye el principal sustento socioeconómico; debido a que de ésta actividad se obtiene la fibra; actualmente se observa engrosamiento del diámetro de fibra al no practicar la selección por finura y no implementar registros productivos y genealogía, mucho menos en determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca, por esta razón el productor es cada vez más dependiente del mercado especialmente cuando los precios de la fibra se encuentran en sus niveles más bajos (Vidal, 1996).

En la región de Huancavelica existen productores individuales, productores asociados y empresas privadas, que se dedican a la crianza y producción de fibra de alpaca, pero hasta la actualidad estos productores asociados no conocen en forma objetiva las características tecnológicas de la fibra de alpaca en relación a la media del diámetro de la fibra, coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra, factor de confort y finura al hilado, siendo importantes estas variables desde el punto de vista de la industria textil. Con los resultados obtenidos en el presente

estudio, se aportará conocimientos sobre la calidad de fibra de las alpacas que producen dicha Asociación, los cuales conllevará a los productores mejorar el precio al momento de la comercialización de la fibra y también para el desarrollo de programas de mejoramiento genético (conducido por todos sus componentes tales como: objetivos de selección, criterios de selección, organización e implementación de los registros de producción, evaluación genética y sistema de apareamiento) satisfaciendo las necesidades del mercado textil.

En tal sentido en el presente estudio se planteó los siguientes objetivos: determinar la media del diámetro de fibra, coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra, finura del hilado y factor de confort en función al sexo y edad de las alpacas.

The logo of the Universidad Nacional de Huancavelica is a circular emblem. It features a central sun with rays, a banner below it with the text 'WANKA WILKA', and a shield at the bottom. The words 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA' are written around the perimeter of the circle.

CAPITULO I:

1.1. Descripción del problema

La población mundial de alpacas se estima en unos 4 529, 988 de alpacas (Pari, 2012) y el 80 % de ellas se encuentran principalmente en la zonas altoandinas de Perú (Puno, Arequipa, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Apurímac), de las que alrededor del 86 % son alpacas de color blanco (Brenes, Madrigal, Pérez y Valladares, 2001) el resto se ubica principalmente en Bolivia y Chile, aunque se han introducido con éxito en Australia, Canadá, Inglaterra, Francia, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Quispe, Gutiérrez y Unanua, 2013).

Según el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2012) el Perú cuenta con 3 685, 516 alpacas, lo que equivale a un aumento del 50.2 % en el número de individuos en relación al censo anterior realizado en 1994. De estos individuos casi el 100 % se concentra en la Sierra, concentrando el 78.9 % de alpacas de la raza Huacaya (INEI, 2013). Más del 8 % (308 586) de la

población de alpacas se localizan en la región de Huancavelica, que está situado en el Centro sur del Perú, de ellos el 80% son de la raza Huacaya (CENAGRO, 2012). En Huancavelica, la producción de alpacas se encuentra en manos de 60 comunidades, que agrupan a 3 300 familias aproximadamente, distribuidos en las provincias de Angaraes, Huaytará, Castrovirreyna y Huancavelica, principalmente (Quispe, 2005).

Actualmente en la región de Huancavelica existen productores individuales, asociaciones y empresas privadas que se dedican a la crianza y producción de fibra de alpaca, pero que hasta la actualidad los productores asociados (Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay) no conocen la calidad de fibra que producen sus alpacas, respecto a la media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra (CV MDF), factor de confort (FC) y finura al hilado (FH), siendo importantes estas variables desde el punto de vista de la industria textil para la confección de prendas de vestir.

Con lo mencionado anteriormente, los productores de la asociación de productores agropecuarios de Andibay, no conocen en forma objetiva las características tecnológicas de la fibra de alpaca, cuyos resultados servirán como un elemento importante de apoyo a los productores para una mejor negociación en el momento de la comercialización de la fibra y también para el desarrollo de programas de mejoramiento genético satisfaciendo las necesidades del mercado textil.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay?

1.3. Objetivo: general y específico

1.3.1. Objetivo general:

- Determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según edad y sexo de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Determinar la media del diámetro de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según edad y sexo.
- Determinar el coeficiente de variación de la media del diámetro de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según edad y sexo.
- Determinar el factor de confort de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según edad y sexo.
- Determinar la finura al hilado de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según edad y sexo.

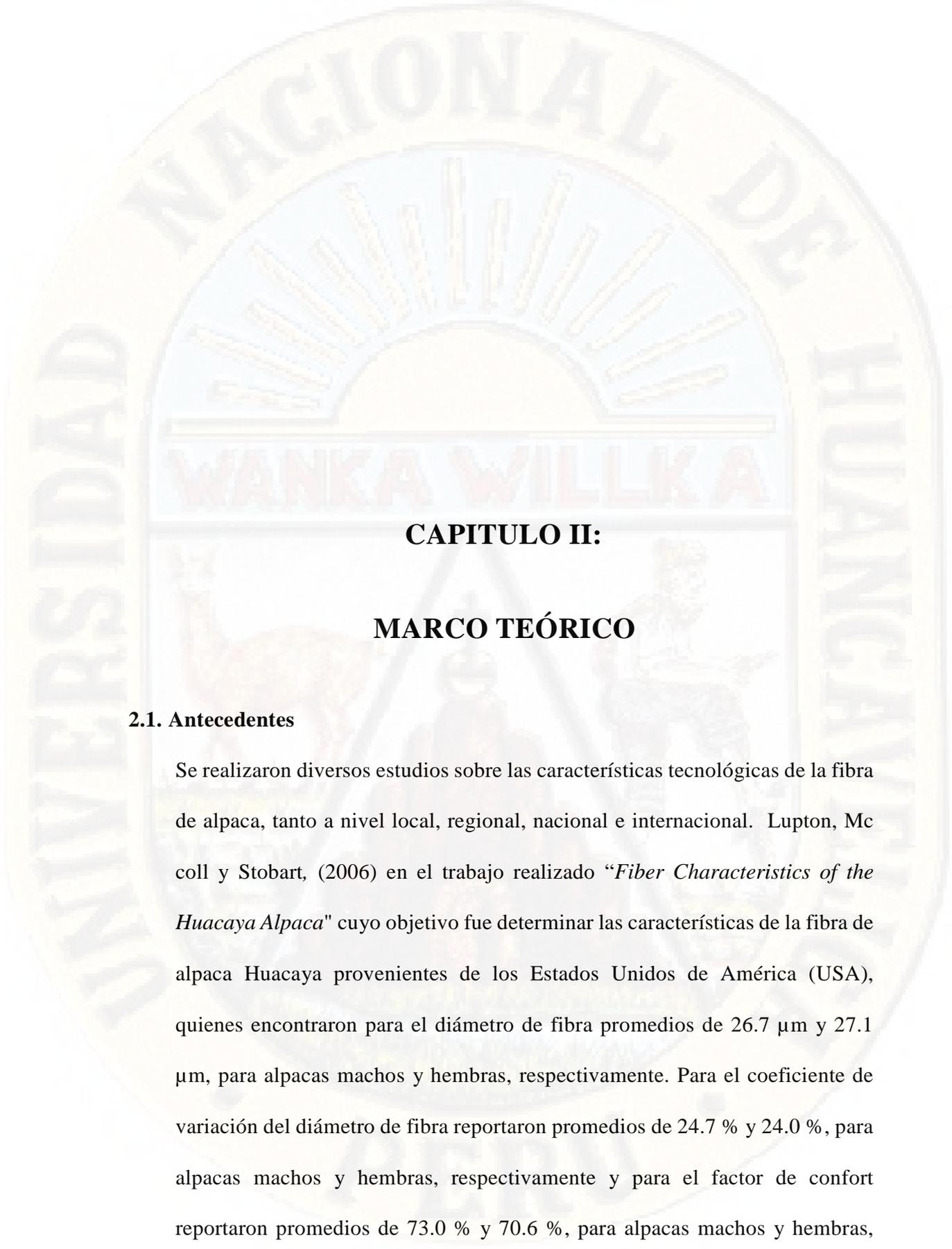
1.4. Justificación

En la zona alto andina del Perú, principalmente en la región de Huancavelica la crianza de alpacas está orientada a la producción de fibras, este producto es el principal medio de subsistencia para las familias que lo crían.

La fibra de alpaca es un producto de gran importancia económica para la zona altoandina de Huancavelica (Perú). El valor de la fibra de alpaca está dado principalmente por el diámetro de la fibra, a menor diámetro mayor valor tiene el producto, esto se debe a que la sensación de confort que ejercen los tejidos sobre la piel está determinada por el grosor de la fibra (Frank, Hick, Gauna, Lamas y Antonini, 2006).

Actualmente en la región de Huancavelica existen productores individuales, asociaciones y empresas privadas que se dedican a la crianza de alpaca, siendo la fibra el principal producto que se obtiene de esta actividad, su alta calidad textil permite elaborar prendas de vestir de buena calidad y elevada cotización internacional. Por ello, es importante que la ganadería altoandina tome la iniciativa de producir fibras de alta calidad, destinadas a la vestimenta, para obtener mejores precios en el mercado mundial, que cada vez exige prendas más livianas y suaves.

Por ello, con el presente trabajo de investigación, se conocerá en forma objetiva las características tecnológicas de la fibra de alpaca, respecto a la media del diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra (CV MDF), factor de confort (FC) y finura al hilado (FH), cuyos resultados serán de gran importancia para los productores de la Asociación, quienes mejorarán su precio al momento de la comercialización de la fibra y también para el desarrollo de programas de mejoramiento genético satisfaciendo las necesidades del mercado textil.



CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se realizaron diversos estudios sobre las características tecnológicas de la fibra de alpaca, tanto a nivel local, regional, nacional e internacional. Lupton, McColl y Stobart, (2006) en el trabajo realizado "*Fiber Characteristics of the Huacaya Alpaca*" cuyo objetivo fue determinar las características de la fibra de alpaca Huacaya provenientes de los Estados Unidos de América (USA), quienes encontraron para el diámetro de fibra promedios de 26.7 μm y 27.1 μm , para alpacas machos y hembras, respectivamente. Para el coeficiente de variación del diámetro de fibra reportaron promedios de 24.7 % y 24.0 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente y para el factor de confort reportaron promedios de 73.0 % y 70.6 %, para alpacas machos y hembras,

respectivamente. Con respecto a las diferentes edades reportaron que los diámetros de fibra fueron de 24.3 μm , 26.5 μm y 30.1 μm para alpacas de 1, 2 y 3 a más años de edad, respectivamente. Para el coeficiente de variación del diámetro de fibra reportaron promedios de 25.0 %, 24.4 % y 23.6 % para alpacas de 1, 2 y 3 a más años de edad, respectivamente y para el factor de confort reportaron promedios de 82.7 %, 74.1 % y 58.6 % para alpacas de 1, 2 y 3 a más años de edad, respectivamente.

Por su parte Mc Gregor y Butler, (2004) al realizar un estudio titulado "*Sources of Variation in Fibre Diameter Attributes of Australian Alpacas and Implication for Fleece Evaluation and Animal Selection Journal*" reportaron que, en alpacas criadas en Australia, el 10% de los animales presentaban promedios de 24 μm y más del 50% presentaron promedios de 29.9 μm .

Aylan - Parker y McGregor, (2002) al realizar el trabajo de investigación Titulado "*Optimising Sampling Techniques and Estimating Sampling Variance of Fleece Quality Attributes in Alpacas*", encontraron resultados para el diámetro de fibra promedios de 27.5 μm , 28.7 μm y 37.6 μm a nivel de los componentes de costillar medio, cuello y extremidades, respectivamente, concluyendo con la investigación que el costillar medio es la zona representativa para predecir el diámetro de fibra. Con respecto al coeficiente de variación del diámetro de fibra reportaron promedios de 24.3 %, 28.6 % y 30.6 %, para los componentes del costillar medio, cuello y extremidades, respectivamente.

Wuliji, Davis, Dodds, Turner y Bruce, (2000) estudiaron el rendimiento de la producción, donde estimaron repetibilidad y heredabilidad para peso vivo, peso de vellón y características de la fibra, obteniendo resultados para el diámetro de fibra promedios de 31.9 μm , 30.5 μm y 26.4 μm , para alpacas adultas, tuis y crías respectivamente. Dichos autores concluyen que la producción de fibra fue gruesa, ya que los valores reportados se encuentran por encima de los promedios que se reportan en sudamérica.

Machaca, Bustinza, Choque, Paucara y Quispe, (2017) con el objetivo de estudiar las principales características físicas de la fibra de alpaca de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac-Perú, encontraron para el diámetro de fibra promedios de 23.79 μm para alpacas machos y 22.79 μm para alpacas hembras ($p < 0.05$), con respecto al efecto edad encontraron medias globales de 21.61 μm , 22.22 μm , 23.87 μm y 24.32 μm para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$). Para el coeficiente de variación del diámetro de fibra reportaron medias globales de 23.13 % y 22.30 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$), mientras que para el efecto edad, reportaron promedios de 23.68 %, 23.04 %, 21.46 % y 22.22 %, en alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$). Para el factor de confort, reportaron promedios de 87.41 % en alpacas machos y 91.23 % en alpacas hembras ($p < 0.05$), con respecto a las distintas edades, reportaron promedios de 92.38 %, 92.02 %, 88.13 %, 86.45 %, para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$).

Vasquez, Gomez y Quispe, (2015) al realizar el trabajo de investigación en la región de Apurimac, con el objetivo de estimar las características tecnológicas de la fibra de alpaca Huacaya de color blanco, encontraron para el diámetro de fibra valores de 19.6 μm y 20.1 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$), con respecto a las diferentes edades encontraron medias globales de 17.8 μm , 19.7 μm , 20.7 μm , 22.1 μm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$). Para el coeficiente de variación de diámetro de fibra, encontraron promedios de 21.2 % y 21.3 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p > 0.05$), mientras que para las diferentes edades obtuvieron promedios de 21.3 %, 21.2 %, 21.1 %, 21.3 %, para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p > 0.05$). Por otro lado, con respecto al factor de confort reportaron medias globales de 96.8 % y 95.5 % para alpacas machos y hembras, respectivamente, ($p < 0.05$), mientras que para las distintas edades obtuvieron promedios de 98.7 %, 97.2 %, 95.2 %, 92.3 % para diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$).

Diaz, (2014) con el objetivo de determinar las principales características de la fibra de alpaca en función al sexo, encontró resultados para el diámetro de fibra promedios de 19.59 μm para alpacas machos y 19.61 μm para alpacas hembras ($p > 0.05$). Para el factor de confort reportó promedios de 97.44 % y 96.90 % para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p > 0.05$). Para la característica de finura al hilado, reportó promedios de 19.10 μm y 19.23 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p > 0.05$).

Roque y Ormachea, (2018) al realizar un estudio en la región de Puno, con el objetivo de determinar las características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya, encontraron resultados para el diámetro de fibra promedios de 23.48 μm y 23.23 μm para alpacas hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$), con respecto a las diferentes edades encontraron medias globales de 21.22 μm , 23.35 μm , 25.48 μm para alpacas de 2, 4 y 6 años de edad, respectivamente ($p<0.05$). Para la característica del factor de confort obtuvieron promedios de 92.83 %, 92.87 % para alpacas hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$), con respecto a las diferentes edades obtuvieron medias globales de 95.34 %, 92.99 % y 90.22 %, para alpacas de 2, 4 y 6 años, respectivamente ($p<0.05$). Para la finura al hilado reportaron medias globales de 23.9 μm y 23.4 μm para alpacas hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$), con respecto para las diferentes edades reportaron promedios de 21.7 μm , 23.8 μm , 23.8 μm para alpacas de 2 años, 4 años, 6 años, respectivamente ($p<0.05$).

Mamani y Alonzo, (2012) en un estudio realizado en el distrito de Susapaya, provincia de Tarata, Puno. con el objetivo de determinar las características físicas de la fibra en alpacas Huacaya, encontraron para el diámetro de fibra promedios de 22.55 μm y 23.45 μm para alpacas hembras y machos, respectivamente, ($p>0.05$), al respecto para las diferentes edades, el menor diámetro fue en alpacas diente de leche (DL) con un valor de 22.87 μm y encontrándose con el mayor diámetro en alpacas boca llena (BLL) con un valor de 24.74 μm , existiendo diferencia significativa, entre las edades ($p<0.05$).

Quispe, (2010) cuyo objetivo fue determinar las características productivas y textiles de la fibra de alpaca Huacaya de la región de Huancavelica, obteniéndose para el diámetro de fibra promedios de 21.18 μm y 20.70 μm para alpacas hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$), con respecto al efecto edad reportó promedios de 19.18 μm , 20.65 μm , 21.60 μm y 22.33 μm , para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p<0.05$). Para el coeficiente de variación del diámetro de fibra, reportó medias globales de 21.5 % y 21.3 % para alpacas hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$), para el efecto edad encontró medias globales de 22.1 %, 21.3 %, 21.1 % y 21.0 % para diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p<0.05$). Para el factor de confort obtenido fue de 95.1 % y 95.0 % para hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$) y para el efecto edad encontró promedios de 98.5 %, 94.8 %, 93.2 % y 92.5 % para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p<0.05$). Por otro lado, para la finura al hilado reportó promedios de 20.9 μm y 20.9 μm para alpacas hembras y machos, respectivamente ($p>0.05$) y para el efecto edad encontró promedios de 18.7 μm , 21.2 μm , 21.9 μm y 22.0 μm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p<0.05$).

Gutierrez y Quispe, (2003) realizaron un trabajo de investigación, con el objetivo de determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca en función al sexo y edad en alpacas huacaya (*Vicugna pacos*) registradas de la región de Huancavelica, obteniendo resultados para el diámetro de fibra promedios de 21.3 μm y 22.15 μm en alpacas hembras y machos, respectivamente ($p<0.05$), de igual forma para las diferentes edades reportaron valores de 20.85 μm , 21.98 μm , 22.35 μm , en alpacas dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente ($p<0.01$).

Según Contreras, (2010) con el objetivo de determinar la estructura y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya de color blanco, localizadas en 8 comunidades de la región de Huancavelica, encontró resultados para la media del diámetro de fibra promedios de 21.46 μm y 22.87 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$), con respecto a las diferentes edades mostro variación altamente significativo ($p < 0.01$) para animales de diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, con valores de 21.54 μm , 22.72 μm , 23.70 μm y 25.02 μm , respectivamente. Por otro lado, para factor de confort encontró promedios de 94.08 % para machos y 90.82 % para hembras, respectivamente ($p < 0.05$), con respecto a la edad mostro variación altamente significativo ($p < 0.01$) para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes, y boca llena, con valores de 93.91 %, 91.43 %, 88.96 % y 85.13 %, respectivamente.

Ramos y Martínez, (2011) en un estudio realizado en el Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos - Lachoc de la Universidad Nacional de Huancavelica, con el objetivo de determinar las características productivas en alpacas de la raza de color blanco procedentes de tres zonas geográficas, obtuvieron para el diámetro de fibra promedios de 23.93 μm y 21.87 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p > 0.05$), por otro lado para las diferentes edades reportaron medias generales de 19.03 μm , 20.81 μm , 22.24 μm , 23.62 μm , 24.47 μm y 26.63 μm , para alpacas de 1, 2, 3, 4, 5, 6 años de edad, respectivamente ($p < 0.05$).

Castillo y Zacarias, (2014) realizaron un trabajo de investigación en la empresa agropecuaria Piedras Negras S.A.C. de la Comunidad de Lachoc - Huancavelica, con el objetivo de determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca.

Encontraron resultados para el diámetro de fibra promedios de 22.08 μm , 23.89 μm y 26.93 μm , para alpacas de 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$), con respecto al efecto sexo reportaron promedios de 24.50 μm y 24.10 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p > 0.05$). Para el coeficiente de variación del diámetro de fibra, reportaron promedios de 21.82 % y 22.27 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$), mientras que para las diferentes edades reportaron promedios de 22.56 %, 22.16 % y 21.40 % para alpacas de 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$). Por otro lado, para el factor de confort encontraron promedios de 90.45 %, 84.08 % y 73.41 %, para alpacas de 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente ($p < 0.05$), con respecto al efecto sexo encontraron valores de 81.87 % y 83.43 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente ($p > 0.05$).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades

a) La alpaca

La alpaca (*Vicugna pacos*), es una de las cuatro especies de camélidos sudamericanos, que habita la zona altoandina, la crianza de esta especie por encima de 3 800 m.s.n.m., constituye una actividad de importancia en el sector agropecuario, siendo la única especie que genera recursos económicos para el poblador rural, por la producción de fibra que presenta características textiles muy particulares (Nina, 2018).

El origen de la alpaca ha sido un tema de controversia hasta hace algunos años, cuando Kadwell *et al.*, (2001) demostraron por medio del estudio de ADN mitocondrial y microsátélites que la alpaca proviene de la vicuña que habría sido domesticado hace 6 000 – 7 000 años atrás en los andes peruanos, proponiendo entonces la reclasificación de la alpaca como "*Vicugna pacos*". La crianza de alpacas y llamas constituyen una actividad económica relevante para las regiones andinas en el Perú, destacando fundamentalmente la producción de fibra de la alpaca (FAO, 2005).

La alpaca es el más importante miembro de los camélidos sudamericanos en cuanto se refiere a la producción de fibra (Wuliji, *et al.*, 2000). En función a ella habría sido domesticada hace más de 6 000 años (Wheeler, 2004) y seleccionada para producción de fibra desde hace más de 3 000 años (Wang, Wang y Liu, 2003). La industria textil refiere a la fibra de alpaca como una fibra especial y las prendas que se confeccionan con ellas, están clasificadas como artículos de lujo (Wang *et al.*, 2003).

b) Importancia de la crianza de alpacas

La crianza de alpacas es una actividad de gran importancia económica para los pobladores del ande peruano, debido a la enorme capacidad de la alpaca para adaptarse a las grandes altitudes la que permite la utilización de extensas áreas de pastos naturales que de otra manera serían desperdiciados (Bustinza, 2001). La importancia en el aspecto económico, la crianza de la alpaca es una actividad relevante, su crianza es más rentable que otras especies por las condiciones ecológicas que presenta en la región altoandina. Además, es

fuente de ingresos, para la población que está vinculado de una u otra manera a la actividad alpaquera. Es decir que la crianza de esta especie tiene una importancia, no solo por la producción de fibra si no por su carne, cuero y pieles de los cuales se practica labores artesanales (Quispe, 2000). La importancia en el aspecto social las familias están organizadas en comunidades de pastores, bajo un sistema de crianza de rebaño mixto familiar (alpacas, llamas, ovinos). Estos rebaños se caracterizan por carecer de sistemas de crianza adecuados, con escasos criterios de mejoramiento genético, basados exclusivamente como fuente alimenticia en pastizales altoandinas de baja soportabilidad, con escasez de cuidados sanitarios (Quispe 2005 y Gobierno Regional de Huancavelica 2006). En el año 2003 se registró una producción de 6440 toneladas de fibra de alpaca por un valor encima de los 82 millones de dólares. Se estima que al menos un millón y medio de personas (hombres y mujeres) se dedican a la crianza de camélidos sudamericanos domésticos, en las regiones alto andinas del Perú (De Los Rios, 2006).

Sotelo, (1989) indica que, en lo ecológico, los camélidos destruyen los pastos con menor proporción que las especies exóticas, agregando que las alpacas son menos selectivas al igual que los otros camélidos. Es importante resaltar que mediante la crianza de las alpacas se hace uso de los pastos naturales en forma sostenible y sustentable (donde la agricultura ni la ganadería común prosperan) debido principalmente a dos características anatómicas excepcionales que tienen estos animales: 1) La almohadilla plantar y la pequeñez de sus patas hacen que las praderas no se deterioren con el pisoteo, y 2) el rodete dentario conjuntamente con los incisivos permiten realizar un corte del estrato herbáceo a consumir, evitando

arrancar la vegetación como lo hacen los ovinos, vacunos y caprinos (Bustinza, 2001).

En el aspecto estratégico, Solis, (1997) menciona que el Perú es un país líder en la producción de los camélidos sudamericanos, específicamente en alpacas, sobre todo en la exclusividad de la producción de fibras especiales o exóticas de alta calidad; carne de alto valor biológico con bajo contenido en grasa, de buen sabor, textura, suavidad y olor, pudiéndose consumir en estado fresco y desecado, las pieles sirven para la confección de prendas y artículos de escritorio.

c) La fibra de alpaca

La fibra de alpaca es una estructura organizada, formada principalmente de una proteína llamada queratina que crece desde la raíz de la dermis. La principal característica productiva y económica de la alpaca es su fibra, que actualmente se caracteriza en el extranjero como una fibra exótica y sus características textiles de calidad hacen que tenga un precio mayor frente a la lana de ovino en el mercado mundial (Kadwell *et al.*, 2001). Así mismo, Ponce y Valdivia, (2014) señala que todas las fibras de animales contienen cinco elementos químicos: carbono (50%), hidrógeno (7%), oxígeno (23.5%), nitrógeno (16 %) y azufre (3.7 %).

La fibra de alpaca tiene varias características que los hacen ser muy convenientes como insumos para la industria textil. Todas ellas son bastante flexibles y suaves al tacto, tienen poca capacidad inflamable, son muy poco alérgicas y las prendas que se confeccionan con ellas son bastante agradables a la observación, lo cual es remarcado especialmente en abrigos; asimismo los

vestidos exhiben unos excelentes pliegues, apariencia, caída y la lustrosidad los cuales dan la sensación de ser nuevos a pesar que puedan tener tiempo de uso. En referencia a las fibras de alpaca y vicuña, además que resaltan por su suavidad (Liu y Wang, 2004) exhiben alta resistencia a la tracción (con valores mayores a 40 N/ktex) lo cual es muy importante para los procesos textiles (Xing, Lijing y Xungai, 2004) pues prendas que se fabrican con lana o fibra que tienen baja resistencia a la tracción permiten la formación de “neps” (aglomeraciones circulares de fibras con núcleos bien definidos entre 1 y 4 mm) que es una característica inadecuada de toda prenda de vestir (Wang *et al.*, 2003).

La fibra blanca de alpaca es fácil de teñir a cualquier color y las fibras de color natural siempre mantienen su lustre natural. Asimismo, su capacidad de absorber humedad del medio ambiente es relativamente baja (solo un 10 al 15%), por lo que su aspecto no es afectado, y debido a su estructura especial la suavidad de las prendas es comparable a las prendas elaboradas de lana de ovino que tiene 3 o 4 micras menos de diámetro. Por otro lado, también resalta su capacidad de mantener la temperatura corporal, comportándose como un eficiente aislante térmico, lo cual se debe a que la fibra de alpaca contiene “bolsillos” microscópicos de aire a nivel medular, por lo que las prendas que se confeccionan con ellas pueden ser usadas bajo diferentes condiciones climáticas (Schmid, 2006). Debido a que tienen un alto grado de limpieza, su rendimiento también resulta ser alto (entre el 87% y 95% versus un 43% a 76% de la lana de oveja), además que su proceso es más fácil y barato debido a la carencia de grasa o lanolina en dichas fibras, lo que les permite ser trabajada en los sistemas de peinado o cardado.

2.2.2. Características tecnológicas de la fibra

a) Media del diámetro de fibra (MDF)

El diámetro de fibra es la característica tecnológica de mayor importancia para la industria textil, ya que la fibra pasa por una serie de procesos de estiramiento y fricción. La MDF es una medida del grosor de la fibra en términos cuantitativos, es uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, porque determina el precio del vellón en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso del mismo (Villaruel, 1963; Carpio, 1991), 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 (Hoffman, 1995). Por otro lado, Wang, *et al.*, (2003) considera al diámetro como una dimensión de toda fibra textil que condiciona su uso en la industria. El diámetro o finura de una fibra, constituye una característica racial, la misma que puede ser alterada por variaciones del medio ambiente, sobre todo por el factor alimenticio. Por ello, el diámetro constituye uno de los parámetros más importantes de la fibra textil en general (desde el punto de vista tecnológico), ya que controla del 70% al 90% de la habilidad del hilado y la diferencia es atribuida a la longitud y otras características. Es tal la importancia de esta característica que el precio aumenta proporcionalmente en tanto disminuye el diámetro Aylan- Parker y Mc

Gregor, (2002) demostraron que, en alpacas, la zona del costillar medio resulta ser una zona representativa para evaluación del diámetro de fibra 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 costos de evaluación (Huanca, Apasa, y Lazo, 2006).

b) Coeficiente de variación de la media del diámetro de la fibra (CVDMF)

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

Estudios realizados en alpacas, Aylan-Parker y McGregor (2002); McGregor (2002); McGregor, (2006); Lupton *et al.*, (2006); Quispe, Flores, Guillen y Ramos, (2009) y Quispe (2010) reportaron para el CVDF los siguientes resultados 27.00 %, 23.30 %, 23.60 %, 23.48 %, 22.82 % y 21.4 %, respectivamente, los cuales, si bien resultan un tanto elevados, muestran una alta variabilidad de los animales que resulta conveniente para programas de mejora genética. Asimismo, casi todos los resultados (a excepción de lo encontrado por Aylan-Parker y McGregor (2002), no superan el 24%, que representa el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se

encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe, *et al.*, 2009).

c) Factor de confort (FC)

Se define como el porcentaje de las fibras menores que 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 muchos consumidores se verán incómodos con su prenda y sentirán una sensación de picazón que sienten en la piel (McLennan y Lewer, 2005). De ahí que al porcentaje de fibras mayores a 30 μm se le conozca como el factor de picazón (FP), por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones que tengan un factor de confort igual o mayor a 95 %, con un factor de picazón igual o menor a 5% (Quispe *et al.*, 2013).

Estos dos caracteres son parámetros que valoran la unión de las variables que intervienen en los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero y Mueller, 2007). 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 provocados. Cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera, comúnmente llamada picazón. Para un tejido plano usado comúnmente en chompas, 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 (Naylor y Stanton, 1997).

d) Finura al hilado (FH)

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 (CV MDF) (Quispe *et al.*, 2013).

Se formuló por primera vez con el nombre de finura efectiva, respondiendo su cálculo a la siguiente ecuación: $Fe \approx MDF * \sqrt{1 + 5 * (CV MDF / 100)^2}$, expresando este valor en micras. Así por ejemplo los tops con diferentes MDF y CV MDF pueden producir hilados de la misma uniformidad si sus finuras efectivas tienen el mismo valor en la fórmula. Por ejemplo, un top con MDF y CV MDF 21.5 μm y 20.0% respectivamente, produce un hilado uniforme que otro top con MDF y CV MDF de 20.2 y 27% respectivamente. La ecuación se normaliza para un CVDF del 24%, de esta forma la finura de hilado se corresponde con el diámetro medio de fibra que corresponde a ese valor. (Quispe, 2010). Esta afirmación indica que valores debajo de ello resultan en una finura al hilado más bajo que el diámetro de fibra y valores por encima de ello resultan en una finura al hilado más alto, ya que cuando se tienen fibras de diámetro heterogéneo, se requieren mayor número de ellas para alcanzar igual resistencia y uniformidad.

La finura efectiva sólo depende de la MDF y del CVMDF y es siempre numéricamente mayor que la MDF, aunque esto puede corregirse normalizando la finura efectiva mediante la aplicación de la ecuación: $Fe \approx 0.881 * MDF * \sqrt{1 + 5 * (CVMDF/100)^2}$, (Butler y Dolling, 1995).

Quispe, (2010) encontró en alpacas Huacaya de color blanco, una finura al hilado de 20.9 μm observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado, asimismo, encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha finura.

2.2.3. Factores que influyen sobre las características tecnológicas

a) Raza

En un estudio realizado en la región de Puno, con el objetivo de determinar las principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla – Carabaya, reporto que el diámetro de fibra y la finura al hilado presentan diferencias estadísticas según el factor raza, encontrándose que alpacas Huacaya presentan diámetros de fibra menores en comparación con alpacas Suri. También menciona que en alpacas de la raza Huacaya brindan mayor factor de confort en comparación con alpacas de raza Suri (98.76% > 95.58%), sin embargo, el sexo y el lugar de procedencia no influyeron en la determinación de estas características (Díaz, 2014).

b) Edad

La edad tiene una fuerte influencia sobre el diámetro, el grosor aumenta con la edad del animal, así los reportes de varios autores mencionan que a la primera esquila (9 meses de edad), en promedio general la fibra de alpaca tiene 17.5 micras de diámetro, cuya fibra se llama “fibra baby” que es la fibra de la más alta calidad. Las alpacas jóvenes producen vellones con fibras más finas, lo cual se debería al efecto de las esquilas que tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular (Rogers, 2006).

La edad influye en el diámetro de fibra, a mayor edad se incrementa el diámetro. Estos cambios es consecuencia de la disminución de la actividad de los folículos secundarios al aumentar la edad del animal y de procesos de estiramiento de la piel por el desarrollo corporal del animal. En camélidos como la alpaca a medida que avanza la edad aumenta el diámetro de fibra es decir se engrosa (Montes, Quicaño, Quispe y Alfonso, 2008).

c) Sexo

Estudios realizados en alpacas demuestran que los machos producen vellones más pesados que las hembras (Lupton *et al.*, 2006; Montes *et al.*, 2008 y Quispe *et al.*, 2009); sin embargo existen discrepancias para el efecto del sexo sobre el diámetro de la fibra, pues algunos investigadores como (Morante *et al.*, 2009 y Montes *et al.*, 2008) han reportado que los machos tienen fibras más finas que las hembras explicando que se deba a que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa que las hembras, mientras que otros como Lupton *et al.*, (2006), han reportado lo contrario, debido probablemente a que las hembras priorizan el uso de los aminoácidos ingeridos

hacia la reproducción (lactación y preñez) en vez del abastecimiento hacia el bulbo piloso para su excreción como fibra.

En forma general el sexo no influye en las características físicas del vellón de alpacas, según estudios realizados en especies productoras de fibra como la alpaca, no existe diferencia significativa para el factor sexo, lo que indica tanto machos como hembras tienen similar finura de fibra.

Estudios realizados en Nueva Zelanda en alpacas Huacaya adultas reportan que los machos poseen un mayor diámetro de fibra que las hembras (Wuliji *et al.*, 2000). Sin embargo, Bustinza (2001), señala que las diferencias en la fibra por efecto de sexo son mínimas y que sólo a partir de los cuatro años de edad la fibra de machos tiende a ser de mayor grosor y diferenciarse a la de las hembras, aunque estas diferencias no son significativas.

2.2.4. Equipos para medir las características tecnológicas de fibra

Para la medición objetiva de las características de fibras en la actualidad se cuentan con numerosos equipos, cuyos funcionamientos están basados en el uso de rayos láser (Laser Scan) o en el procesamiento óptico (OFDA) para la obtención del diámetro medio de la fibra (Brims, Paterson y Gherardi, 1999) y el caracterizador electrónico de fibras Fiber EC (Quispe, Sachero y Quispe, 2018).

Fiber EC

Es un equipo de última generación que nos permite realizar análisis objetivos de lana y fibra a nivel de laboratorio y de campo. Las características que mide el equipo son: media de diámetro de fibra, coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra, desviación

estándar de la media del diámetro de fibra, factor de picazón, factor de confort, finura al hilado, monitoreado a una temperatura y humedad de trabajo.

El caracterizador electrónico de fibras permite realizar mediciones sobre mechales de lana y fibra en estado sucio, en el mismo centro de producción de manera sencilla y rápida, obteniendo información cuantitativa en tiempo real para ser utilizada en programas de mejoramiento genético animal (selección y descarte de animales) o para optimizar el manejo de majadas y preparación de lana y fibra clasificada que cumplan con requerimientos específicos, logrando lotes con una óptima presentación y descripción.

2.3. Hipótesis

Ho: No existe diferencias en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según la edad.

Ha: Existe diferencias en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según la edad.

Ho: No existe diferencias en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según el sexo.

Ha: Existe diferencia en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) según el sexo.

2.4. Definición de términos

Alpaca. – Mamífero de la familia de los camélidos, propia de América y muy apreciado por su fibra, que se emplea en la industria textil (Castillo y Zacarias, 2014).

Diámetro de fibra. - Es el grosor de la fibra de alpaca (Castillo y Zacarias, 2014).

Factor de confort. – Es el grado de mayor o menor confort que brindan las fibras (prendas) sobre el usuario. Se sabe que mientras menor diámetro tienen las fibras, el confort es mayor.

Fibra. - Término genérico para varios tipos de materiales, naturales o manufacturados, que constituye el elemento básico de estructuras textiles (Castillo y Zacarias, 2014).

Fibra animal. - Fibra natural de origen animal formada por proteínas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos (Castillo y Zacarias, 2014).

Fibra especial. - Fibra fina y suave que se utiliza en la confección de tejidos obtenidos de los camélidos (Castillo y Zacarias, 2014).

Fibra de alpaca. - La fibra de una estructura organizada y formada principalmente por la proteína llamada queratina, que cubre a la alpaca y proviene de las razas: Huacaya y Suri (Norma Técnica Peruana, 2014).

Fiber EC. -Es un equipo de última generación que permite realizar análisis objetivos de lana y fibra a nivel de laboratorio y de campo (Quispe *et al.*, 2018).

Mechas. - Conjunto de fibras del vellón propiamente dicho, tomada como unidad de muestreo para determinar la longitud promedio de fibra (Norma Técnica Peruana, 2014).

Tecnología. - Se entiende como el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos utilizados en la transformación de materia prima en productos acabados (Macedo, 2017).

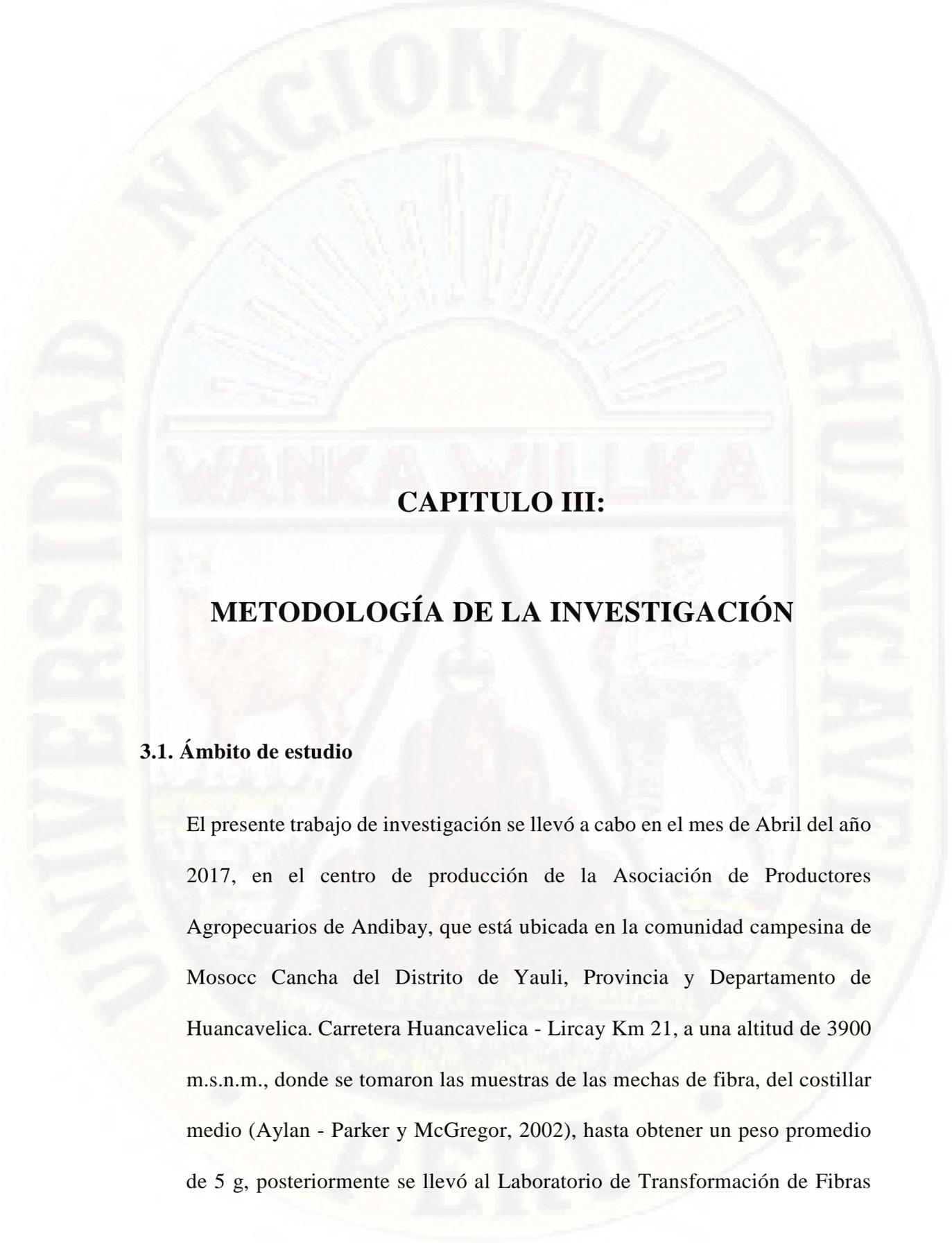
Coefficiente de variación de la media del diámetro de fibra. - Es una medida de la heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón (Quispe *et al.*, 2013).

Finura al hilado. - Es el rendimiento de la muestra (vellón) cuando es hilada y convertida en hilo (Quispe *et al.*, 2013).

2.5. Definición operativa de variables e indicadores

Cuadro 1: Definición operativa de variables e indicadores

Variable	Definición	Dimensión	Unidad de medida	Escala
Variable dependiente				
Características Tecnológicas	Es el grosor promedio que tiene la fibra de alpaca.	Media del diámetro de fibra	Micras (μm)	Continua
	Es la heterogeneidad de las fibras dentro de un vellón.	Coefficiente de variación del diámetro de fibra	Porcentaje (%)	Continua
	Es el porcentaje de fibras menores a 30 μm que tiene un vellón.	Factor de confort	Porcentaje (%)	Continua
	Es el rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo.	Finura al hilado	Micras (μm)	Continua
Variable independiente				
Edad	Tiempo de vida del animal.	DL, 2D, 4D y BLL	Registros	Ordinal
Sexo	Genero del animal.	Macho y Hembra	Observación directa	Nominal



CAPITULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el mes de Abril del año 2017, en el centro de producción de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay, que está ubicada en la comunidad campesina de Mosocc Cancha del Distrito de Yauli, Provincia y Departamento de Huancavelica. Carretera Huancavelica - Lircay Km 21, a una altitud de 3900 m.s.n.m., donde se tomaron las muestras de las mechas de fibra, del costillar medio (Aylan - Parker y McGregor, 2002), hasta obtener un peso promedio de 5 g, posteriormente se llevó al Laboratorio de Transformación de Fibras

Especiales (LATFE) de la Universidad Nacional de Huancavelica, donde se realizó el análisis de las características tecnológicas de la fibra de alpaca.

3.2. Tipo de investigación

Básica; este tipo de investigación solo busca ampliar y profundizar el caudal de conocimientos científicos existentes acerca de la realidad (Carrasco, 2008).

3.3. Nivel de investigación

Explicativa; en este nivel de investigación podemos conocer el por qué un hecho u fenómeno de la realidad tiene tales y cuales características, propiedades, etc. (Carrasco, 2008).

3.4. Método de investigación

Se utilizó el método científico que constituye un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos para resolver el problema de investigación, así como probar la hipótesis científica (Carrasco, 2008).

3.5. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño no experimental: es la investigación que se realiza sin manipulación de las variables. Lo que hacemos es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Gomez, 2006).

3.6. Población, muestra, muestreo

Población. - La Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay conto con una población de 798 alpacas de color blanco de la raza Huacaya de ambos sexos con edades de: Diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena.

Muestra. - Para calcular el tamaño de muestra, se utilizó el muestreo aleatorio estratificado para cada edad y sexo, en etapas sucesivas y para determinar la edad de las alpacas se utilizó generalmente la cronología dentaria, apoyado por los registros y aretes del animal (Mellado, 2010).

$$n = \frac{\sum_{i=1}^l N_i \sigma_i^2}{ND + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^l N_i \sigma_i^2}$$

Para el cálculo del tamaño de cada estrato se utilizó la siguiente formula:

$$n_i = n \left(\frac{N_i}{\sum_{i=1}^l N_i} \right) = n \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

Dónde:

N = Tamaño de población (798 alpacas).

N_i = Tamaño del estrato por edad (194, 209, 212 y 183 alpacas).

n = Tamaño de muestra.

D = Error de estimación.

σ^2 = Varianza 0.11 μm . (Quispe, 2010).

Z α = Nivel de confianza (1,96).

Determinado el tamaño muestral con la fórmula presentada, de una población total de 798 alpacas, se obtuvo como resultado una muestra representativa de 138 animales, entre las edades de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena.

Cuadro 2: Distribución del tamaño de muestra:

Categoría	Ni	M	H
Diente de leche	194	17	17
2 Dientes	209	18	18
4 Dientes	212	18	18
Boca llena	183	16	16
Total	798	69	69

Muestreo

Muestreo aleatorio estratificado, consistió en considerar categorías típicas diferentes entre sí (estratos) que poseen gran homogeneidad respecto a alguna característica (Hernandez, 2003). Los estratos a considerar fueron: Edad (diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena) y Sexo (machos y hembras).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Las muestras de fibras se obtuvieron por medio de la técnica desarrollada por Aylan – Parker y McGregor (2002), quienes demostraron que, en alpacas, la zona del costillar medio resulta ser representativa para la 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 costos de evaluación (Huanca *et al.*, 2006).

Instrumentos de recolección de datos:

El instrumento utilizado en el presente trabajo de investigación fue las fichas de muestreo (Paucar y Sedano, 2014).

3.8. Procedimiento de recolección de datos

A. Procedimientos en el campo (antes de la esquila)

Obtención de la muestra

La toma de muestra se realizó en el mes de abril del 2017, antes de que los animales sean esquilados, se utilizó una tijera para cortar las mechas de fibra, hasta alcanzar un promedio de 5 g de la región del costillar medio (Aylan -Parker y McGregor, 2002) la cual se encuentra localizado horizontalmente a nivel de la última tercera costilla y perpendicularmente a nivel de la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral. Inmediatamente las muestras obtenidas fueron puestas en bolsas de polietileno, debidamente rotuladas considerando datos como: número de arete, sexo, estrato etario; posteriormente las muestras fueron enviadas y analizadas en el Laboratorio de Transformación de Fibras Especiales (LATFE) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

B. Procedimientos en el laboratorio.

Las muestras obtenidas en el campo se analizaron en el laboratorio de transformación de fibras especiales (LATFE) de la Universidad Nacional de Huancavelica, mediante el equipo Caracterizador Electrónico de Fibras (FIBER EC) donde se recogieron las muestras de cada uno de los sobres, y se tomaron una mínima cantidad de mechales de fibra, para su respectivo análisis de las cuatro características tecnológicas (MDF, CVMDF, FC y FH) de la fibra de alpaca huacaya color blanco.

Procedimiento para el análisis de muestras con el FIBER EC.

Para el análisis de las muestras se llevó a cabo mediante los siguientes procedimientos.

- Primero se ordenó las muestras según el sexo y edad.
- Se calibró el equipo FIBER EC usando patrones de fibra poliéster estándar (18.47 μm) para fibras de alpaca.
- Luego se eligió aleatoriamente 14 muestras, para obtener el factor de corrección.
 - Se analizó las muestras elegidas en estado sucio con el equipo FIBER EC.
 - Las mismas muestras fueron lavadas con el equipo KiwiScour Auto Mk2 Standalone, conteniendo detergentes helpasol y sequion (100 ml y 80 ml) por un periodo de 15 minutos.
 - Las muestras de fibra fueron secadas por oreo a temperatura ambiente por un periodo de tres días.

- Terminado el proceso de secado las muestras limpias fueron analizadas con el equipo FIBER EC.
- Obteniéndose finalmente el factor de corrección de 0.8
- Las demás muestras se procesaron en estado sucio, de la siguiente manera:
 - Se obtuvo una sub muestra y se distribuyó uniformemente en un portamuestra, con ayuda de unas pinzas.
 - Luego, la porta muestra se puso en el equipo FIBER EC.
 - Se digitó la identificación de la muestra (N° de arete, edad y sexo), para la lectura respectiva por el equipo FIBER EC.
 - Los procedimientos anteriores fueron realizados para todas las muestras.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para el siguiente estudio de las características tecnológicas (DMF, CVDMF, FC y FH) de la fibra de alpaca, se realizó en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x4, tomando en cuenta el factor sexo en dos niveles (M = machos; H = hembras) y el factor estrato etario en cuatro niveles de acuerdo a la dentadura (DL = dientes de leche; 2D = 2 dientes; 4D = 4 dientes; BLL = boca llena).

Para el análisis de datos obtenidos se inició con un análisis exploratorio, encontrándose 06 datos atípicos que fueron descartados. Pasando luego por las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene para evaluar la normalidad de los residuos estandarizados y la homogeneidad de varianzas de los datos. Con la

finalidad de lograr obtener la normalidad de los datos para el factor de confort, se realizó dos transformaciones. La primera transformación fue pasar del factor confort (FC) al factor picazón (FP) por medio de una resta: $FP\% = 100\% - FC\%$. Finalmente, se realizó una transformación logarítmica al factor picazón: $\text{Log}(FP\%)$, y así se logró que se cumpla el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Para el análisis estadístico se utilizó utilizando el paquete estadístico SAS Versión 9.4. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5 %, con el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + E_j + SE_{ij} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2 \text{ (Sexos)}$$

$$j = 1, 2, 3, 4 \text{ (Grupos etarios)}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la media del diámetro de fibra, coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra, factor de confort y finura al hilado, con respecto al sexo y la edad.

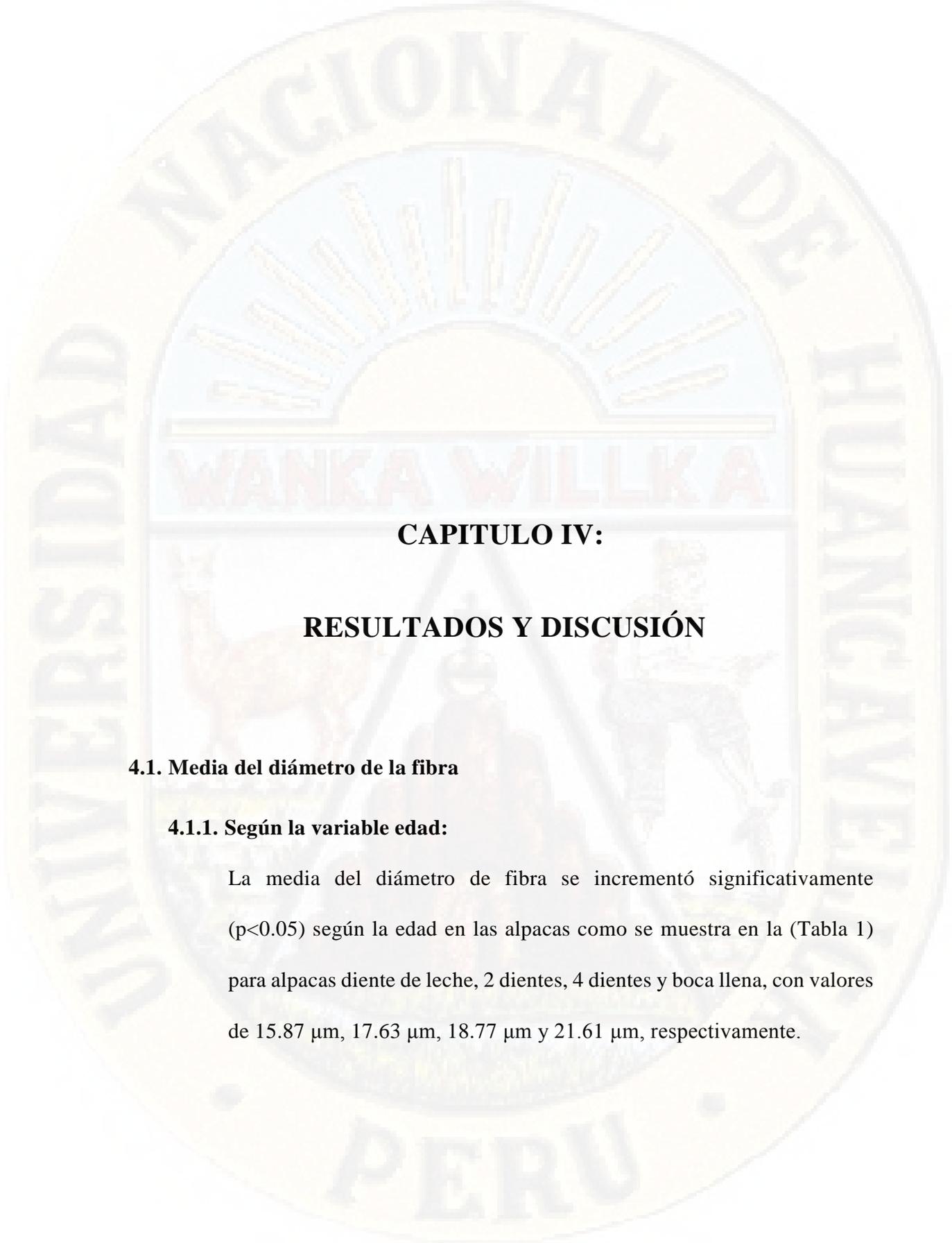
μ = Media general común a todas las observaciones.

S_i = Es el efecto del i-ésimo nivel del factor sexo (macho y hembra).

E_j = Es el efecto del j-ésimo nivel del factor edad (diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena).

SE_{ij} = Es la interacción de los factores.

e_{ijk} = Error aleatorio asociado a cada observación.



CAPITULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Media del diámetro de la fibra

4.1.1. Según la variable edad:

La media del diámetro de fibra se incrementó significativamente ($p < 0.05$) según la edad en las alpacas como se muestra en la (Tabla 1) para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, con valores de 15.87 μm , 17.63 μm , 18.77 μm y 21.61 μm , respectivamente.

Tabla 1: Media del diámetro de fibra (μm) en alpacas según edad.

Edad	n°	MDF (μm)	DS	Valores extremos	
DL	34	15.87 ^d	1.36	13.66	18.74
2D	36	17.63 ^c	1.82	14.10	21.84
4D	36	18.77 ^b	1.42	16.19	22.16
BLL	30	21.61 ^a	1.42	19.26	24.04
Promedio		18.39	1.51	15.80	21.70

*a, b, c, d; medias con letras diferentes muestran que hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

En general, la media del diámetro de fibra encontrada fue de 18.39 μm , con este resultado podemos confirmar que son más finas a los reportados por diferentes autores, a nivel del contexto Internacional, Nacional, Regional y Local. Por ejemplo, estudios realizados fuera del país reportan para la MDF promedios de 24.3 μm , 26.5 μm y 30.1 μm para alpacas de 1, 2 y 3 años de edad (Lupton *et al.*, 2006). Así mismo McGregor y Butler (2004) indica, que las alpacas criadas en Australia presentaron una MDF de 29.1 μm en promedio. También, Aylan - Parker y McGregor (2002), en alpacas Australianas reportaron para MDF promedios de 27.5 μm , 28.7 μm y 37,6 μm a nivel de los componentes de costillar medio, cuello y extremidades, respectivamente. Por otro lado, Wuliji *et al.*, (2000) reportaron, para el MDF valores de 31.9 μm , 30.5 μm y 26.4 μm , para alpacas adultas, tuis y crías, respectivamente, dichos autores concluyen que la producción es de fibra gruesa, ya que los promedios encontrados están por encima de los valores que se reportan en sudamérica.

Por otro lado, trabajos realizados en la región de Apurímac - Perú encontraron promedios de 17.8 μm , 19.7 μm , 20.7 μm , 22.1 μm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente (Vasquez *et al.*, 2015). Como también, Roque y Ormachea, (2018) en la región de Puno reportaron promedios de

21.22 μm , 23.35 μm , 25.48 μm para alpacas de 2, 4 y 6 años de edad, respectivamente. De igual manera, en la Región de Huancavelica tenemos a Gutierrez y Quispe (2003), Contreras (2010), Ramos y Martines (2011), Castillo y Zacarias (2014), quienes reportan que la MDF varía desde 20 μm a 24 μm . Con el resultado obtenido en la Asociación, se demuestra que son inferiores a todos los reportados por los diferentes autores, lo cual indicaría la existencia de animales con buena calidad de fibra. Estas diferencias encontradas podrían deberse a factores genéticos, tamaño de muestra utilizada y al medio ecológico (Roque y Ormachea, 2018). Sin embargo, también se puede mencionar que esta aparente finura podría deberse a las condiciones pobres de alimentación de los animales en estudio (bajo pasturas naturales), lo cual concordaría a lo indicado por McGregor (2002), quien demostró que las condiciones nutricionales adversas en alpacas se reducen el diámetro de fibra, contrario al efecto que causa una buena alimentación, incrementándose el diámetro de fibra. Como también, Contreras (2009), menciona que ésta aparente finura podría deberse a que la fibra de los animales mal alimentados es más fina, pero menos resistente que los animales con mejor alimentación, por los periodos de sequía constante, donde es escasa la disponibilidad de pastos naturales en las comunidades alto andinas. Como también, Franco *et al.* (2009) menciona que niveles alimenticios bajos en energía y proteína disminuyen el diámetro de fibra, longitud y volumen. Al respecto, Bryant *et al.*, (1989) reporta que cuando existe abundancia de pastos naturales se presenta el engrosamiento de la fibra como resultado de una mejor alimentación. También podemos mencionar que las variaciones encontradas para la MDF en las diferentes edades, pudieron haber sido influidos por muchos factores, entre ellos se tiene el

medio ambiente, sanidad, genética, alimentación y entre otros, tal y como mencionan Castillo y Zacarias (2014).

Con el resultado obtenido también se menciona, que la MDF para las diferentes edades en alpacas tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$), siendo demostrado por (McGregor y Butler, (2004); Lupton *et al.*, (2006); Aylan - Parker y McGregor (2002); Wuliji *et al.*, (2000); Vasquez *et al.*, (2015); Roque y Ormachea, (2018); Gutierrez y Quispe (2003); Contreras, (2010); Ramos y Martines (2011); Castillo y Zacarias (2014), quienes indican que la fibra se hace más gruesa a medida que incrementa la edad del animal. También diversos autores señalan, que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpacas (Bustinza, 2001; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006; Quispe, 2010). Asimismo, Bustinza (2001), considera que existen factores adicionales, entre ellos, la nutrición, que juegan un rol importante en la formación, maduración folicular, crecimiento y diámetro de la fibra. Además, Rogers (2006) indica que las alpacas adultas producen vellones cada vez menos finas debido al efecto de las esquilas, que tiende a incrementar el funcionamiento folicular.

4.1.2. Según la variable sexo

El diámetro de fibra respecto al sexo (tabla 2), fue de 18.09 μm y 18.70 μm , para alpacas machos y hembras, respectivamente, existiendo diferencias significativas entre ambos sexos ($p < 0.05$).

Tabla 2: Media del diámetro de fibra (μm) en alpacas según sexo.

Sexo	n°	MDF (μm)	DS	Valores extremos	
Macho	69	18.09 ^b	1.37	13.66	24.01
Hembra	67	18.70 ^a	1.64	13.91	24.04
Promedio		18.39	1.51	13.78	24.03

*a, b; medias con letras diferentes muestran que hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Con el resultado obtenido se menciona, que se asemejan con lo reportado por Vasquez *et al.*, (2015) quienes reportan promedios de 19.6 μm y 20.1 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente. Como también, Contreras (2010), reportó promedios de 19.6 μm y 21.46 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente, quienes indican que los machos tienen fibras más finas que las hembras. Una de las causas de que los machos tengan diámetros de fibra superiores a las hembras sería debido a que la Asociación realiza una selección de los machos mucho más minuciosa e intensa que la selección de las hembras (Quispe *et al.*, 2009), por las constantes capacitaciones y asistencias técnicas que vienen recibiendo de muchas instituciones públicas y privadas Contreras (2009). Otra de las causas más probables de esta finura podría deberse que los productores de la Asociación, realizan la introducción de reproductores machos provenientes de otras regiones (Puno y Cerro de Pasco), ya que las hembras son generalmente de la misma unidad productiva Contreras (2009). También podemos mencionar que estas diferencias encontradas pueden deberse a los diferentes ambientes en el que se realizaron los estudios.

Por otro lado, existen discrepancias con lo reportado por Lupton *et al.*, (2006); McGregor y Butler (2004); Diaz, (2014), Ramos y Martines (2011); Castilla

y Zacarias (2014), quienes consideran que la variable sexo no influye en la determinación del diámetro de fibra. Quedando confirmado por los investigadores que no se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos de las alpacas. Esta semejanza se debería al medio ambiente donde se crían, cuyas condiciones de alimentación en las que se encuentra no son las adecuadas, por la poca disponibilidad de pastos naturales, que es la fuente de alimentación para las alpacas Roque y Ormachea, (2018).

Contrariamente, estudios realizados por diferentes autores, mencionan que el sexo influye categóricamente sobre el diámetro de fibra, lo cual se debe a que las alpacas hembras tienen requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que pasan (lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el perfil de diámetro de fibra (Quispe *et al.*, 2009; Aylan - Parker y McGregor 2002).

Estas diferencias significativas para la variable sexo, pudieron verse afectados por el tamaño de muestra (Aylan-Parker y McGregor, 2002), técnicas de medición (Wiliji *et al.*, 2000).

4.2. Coeficiente de variación de la media del diámetro de la fibra

4.2.1. Según la variable edad:

Para el coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra (CVMDF) en las alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena fueron de 22.84 %, 23.56 %, 23.96 % y 22.84 %, respectivamente, no mostrando diferencias significativas ($p > 0.05$).

Tabla 3: Coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra según edad.

Edad	n°	CVDMF (%)	DS	Valores extremos	
DL	34	22.84 ^a	1.83	18.89	28.07
2D	36	23.56 ^a	2.21	18.12	28.64
4D	36	23.96 ^a	2.66	18.25	31.83
BLL	30	22.84 ^a	2.66	18.90	26.81
Promedio		23.33	2.34	18.54	28.84

*a; medias con letras iguales muestran que no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Con el resultado obtenido se menciona que el promedio encontrado para el CVDMF fue de 23.33 %, resultando ser adecuado para las exigencias de la industria textil, siendo incluso inferior a lo reportado por Lupton *et al.*, (2006), quienes reportaron valores de 26.7 %, pero superior a lo reportado por Castillo y Zacarias (2014) quienes encontraron un promedio de 22.04 % y Quispe (2010) con un valor de 21.4 %. Asimismo, Aylan-Parker y McGregor (2002) menciona que el límite máximo del CVDMF está entre el 24 %, porque así se obtendrán mejores rendimientos en la industria textil. Al respecto, se sabe que el CVDMF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado (McGregor, 2006). Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDMF tienen menor resistencia (Mueller, 2000), afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra (Wang *et al.*, 2003). Del mismo modo, se menciona que la edad, no mostró diferencia significativa sobre el CVDMF, lo cual concuerda con lo reportado por Quispe, (2010) quien encontró medias globales de 22.1 %, 21.3 %, 21.1 % y 21.0 % para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente; Vasquez *et al.*, (2015)

reportaron promedios de 21.3 %, 21.2 %, 21.1 %, 21.3 %, para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente.

Contrariamente, existe discrepancias con otros autores quienes mencionan que existe diferencias estadísticas significativas para las diferentes edades, tales como Lupton *et al.*, (2006) quienes reportaron valores de 25.0 %, 24.4 % y 23.6 %; para alpacas de 1, 2 y 3 a más años de edad, respectivamente; Machaca *et al.*, (2017) reportaron promedios de 23.68 %, 23.04 %, 21.46 % y 22.22 %, en alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente; Castillo y Zacarias (2014) reportaron valores de 22.56 %, 22.16 % y 21.40 % para alpacas de 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente.

4.2.2. Según la variable sexo

La media global para el coeficiente de variación del diámetro de fibra respecto al sexo (tabla 4), fue de 23.99 % y 22.66 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente, existiendo diferencias significativas entre ambos sexos ($p < 0.05$).

Tabla 4: Coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra según sexo.

Sexo	n°	CV MDF (%)	DS	Valores extremos	
Macho	69	23.99 ^b	2.14	18.89	31.83
Hembra	67	22.66 ^a	2.26	18.12	28.53
Promedio		23.33	2.20	18.50	30.18

*a, b; medias con letras diferentes muestran que hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

El coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra (CV MDF) fue afectado por el sexo en las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por

Machaca *et al.*, (2017) quienes reportaron medias globales de 23.13 % y 22.30 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente. Como también Castillo y Zacarias (2014) encontraron resultados de 21.82 % para alpacas machos y 22.27 %, para alpacas hembras, concluyendo por los autores que la variable sexo influye significativamente para dicha característica.

Sin embargo, existe discrepancias sobre el efecto del sexo algunos investigadores como Lupton *et al.*, (2006) quienes encontraron valores de 24.7 % y 24.0 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente; Quispe, (2010) reportó medias globales de 21.3 % y 21.5 % para alpacas machos y hembras, respectivamente y Vasquez *et al.*, (2015) encontraron promedios de 21.2 % para alpacas machos y 21.3 % para alpacas hembras, quienes concluyen que la variable sexo no influye para la característica del CVMDF.

4.3. Factor de confort

4.3.1. Según la variable edad

El factor de confort disminuyó significativamente ($p < 0.05$), para las diferentes edades con valores de 99.37 %, 97.64 %, 95.87 % y 91.09 %, para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente.

Tabla 5: Factor de confort de la fibra de alpacas según edad.

Edad	n°	FC (%)	DS	Valores extremos	
DL	34	99.37 ^d	0.80	97.21	100.00
2D	36	97.64 ^c	2.27	89.48	100.00
4D	36	95.87 ^b	4.32	83.28	99.86
BLL	30	91.09 ^a	5.18	81.29	100.00
Promedio		96.19	3.14	87.82	99.97

*a, b, c, d; medias con letras diferentes muestran que hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Con el resultado obtenido se afirma que son similares a los reportados por Lupton *et al.*, (2006) quienes reportaron valores de 82.7 %, 74.1 % y 58.6 % para alpacas de 1, 2 y 3 a más años de edad. Machaca *et al.*, (2017) también reportaron promedios de 92.38 %, 92.02 %, 88.13 %, 86.45 %, para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente. Vasquez *et al.*, (2015) también obtuvieron promedios de 98.7 %, 97.2 %, 95.2 %, 92.3 % para diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente. Mientras que, Contreras, (2010) reportó promedios de 93.91 %, 91.43 %, 88.96 % y 85.13 %, para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente. Por otro lado, Castillo y Zacarias (2014) reportaron valores de 90.45 %, 84.08 % y 73.41 %, para alpacas de 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente y Quispe (2010), encontró medias globales de 98.5 %, 94.8 %, 93.2 % y 92.5 % para diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente, concluyendo por todos los autores que el factor edad influyen en dicha característica ($p < 0.05$), siendo menor conforme avanza la edad del animal.

Por otro lado, se afirma que son superiores a los estudios realizados por (Lupton *et al.*, 2006), quienes reportaron valores de 82.7 %, 74.7 % y 58.6 % para alpacas de

uno, dos y mayores a tres años de edad. Pero cercanos a los reportados en la región de Puno, quienes obtuvieron promedios de 95.34 %, 92.99 % y 90.22 % para alpacas de dos, cuatro y seis años de edad, respectivamente (Roque y Ormachea, 2018), indicando por todos los autores que, el factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal debido a que los parámetros del diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad de la alpaca. Por otro lado, Machaca *et al.*, (2017) en la región de Apurímac, indicaron que el FC tuvieron diferencias significativas por el efecto edad con promedios de 92.38 %, 92.02 %, 88.13 %, 86.45 %, para alpacas diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente.

Por lo tanto, la causa más probable del presente resultado sería debido a que la MDF encontrada fue de 18.39 μm , la cual está por debajo de los estándares de 30 μm , el cual resulta ser bastante buena para las exigencias de la industria textil, ya que las prendas tejidos con estas fibras brindarán mayor estado de confort, sin causar la sensación de picazón en el cuerpo humano. También diversos autores señalan, que la edad influye sobre casi todas las características tecnológicas de la fibra de alpacas (Bustinza, 2001; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006; Quispe, 2010).

4.3.2. Según la variable sexo

El factor de confort respecto al sexo (tabla 6), fue de 96.68 % y 95.69 %, para alpacas machos y hembras, respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre ambos sexos ($p > 0.05$).

Tabla 6: Factor de confort de la fibra en alpacas según sexo.

Sexo	n°	FC (%)	DS	Valores extremos	
Macho	69	96.68 ^a	2.97	81.29	100.00
Hembra	67	95.69 ^a	3.32	81.36	100.00
Promedio		96.19	3.14	81.33	100.00

*a; medias con letras iguales muestran que no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Con los resultados encontrados, se menciona que, son superiores a lo reportado por, Lupton *et al.*, (2006) quienes obtuvieron promedios de 70.6 % y 73.0 % para alpacas machos y hembras, respectivamente. Probablemente la diferencia hallada es debido a que obtiene parámetros de diámetro de fibra mayores al presente trabajo, por ende, su factor de confort es menor.

Por otro lado, podemos mencionar que son similares a los reportados por Lupton *et al.*, (2006) quienes reportaron promedios de 73.0 % y 70.6 % para alpacas machos y hembras, respectivamente; Diaz, (2014) reportó valores de 97.4 % y 96.9 % para alpacas machos y hembras, respectivamente; Castillo y Zacarias (2014) encontró medias globales de 81.8 % para alpacas machos y 83.4 % para alpacas hembras; Quispe, (2010) reportó valores de 95.0 % para alpacas machos y 95.1 % para alpacas hembras, quienes mencionan que el efecto sexo no influye en dicha característica.

Pero contrariamente existe discrepancias con otros autores Machaca *et al.*, (2017) reportaron promedios de 87.41 % en alpacas machos y 91.23 % en alpacas hembras, quienes mencionan que las hembras tienen un factor de confort superior que los machos.

Mientras que, Vasquez *et al.*, (2015) reportaron medias globales de 96.8 % y 95.5 % para alpacas machos y hembras, respectivamente. También Contreras, (2010)

reportó promedios de 94.08 % para machos y 90.82 % para hembras, quienes mencionan que los machos brindan mayor confort que las alpacas hembras. Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el factor de confort será mayor.

4.4. Finura al hilado:

4.4.1. Según la variable edad

La finura al hilado aumento significativamente ($p < 0.05$), para las diferentes edades con valores de 16.56 μm , 18.39 μm , 19.75 μm y 22.12 μm , para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente.

Tabla 7: Finura al hilado (μm) en alpacas según edad.

Edad	n°	FH (μm)	DS	Valores extremos	
DL	34	16.56 ^d	1.42	14.13	19.30
2D	36	18.39 ^c	1.89	14.59	22.94
4D	36	19.75 ^b	1.73	17.02	24.35
BLL	30	22.12 ^a	1.94	15.89	25.70
Promedio		19.16	1.75	15.41	23.08

*a, b, c, d; medias con letras diferentes muestran que hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Con los resultados obtenidos se menciona que, coincidimos con los demás autores, tales como: Quispe, (2010) quien reportó promedios de 18.7 μm , 21.2 μm , 21.9 μm y 22.0 μm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena, respectivamente, concluyendo que las alpacas jóvenes tienen menor finura al hilado que las alpacas adultas y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado. También, Roque y Ormachea (2018)

reportaron medias globales de 21.7 μm , 23.8 μm , 23.8 μm para alpacas de 2 años, 4 años, 6 años de edad, respectivamente, concluyendo por los autores que el efecto edad influye significativamente, para la finura al hilado.

Por otro lado, diversos reportes indican, que la finura al hilado, al igual que otras características físicas de la fibra, se incrementan con la edad (Bustinza, 2001; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006) y podría estar influida por factores nutricionales (Bustinza, 2001). También con el resultado encontrado se menciona que la finura al hilado encontrado en alpacas Huacaya es inferior a lo reportado por Quispe, (2010) quien obtuvo un valor de 20.90 μm en promedio. Probablemente la diferencia entre valores es debido a la metodología y tamaño de muestra utilizado. La finura al hilado estaría relacionada directamente con la media del diámetro de fibra por lo tanto también la finura al hilado se incrementa conforme avanza la edad del animal.

4.4.2. Según la variable sexo

La media global para la finura al hilado respecto al sexo (tabla 8), fue de 18.90 μm y 19.42 μm , para alpacas machos y hembras, respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($p < 0.05$). Por lo tanto, se afirma que, el sexo no influiría en esta característica de importancia económica.

Tabla 8: Finura al hilado (μm) en alpacas según sexo.

Sexo	n°	FH (μm)	DS	Valores extremos	
Macho	69	18.90 ^a	1.71	14.59	24.46
Hembra	67	19.42 ^a	1.78	14.13	25.70
Promedio		19.16	1.75	14.36	25.08

*a; medias con letras iguales muestran que no hay diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$).

La finura al hilado no fue influenciada por el efecto sexo en las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por los diferentes autores, tales como Diaz, (2014) quien reporto promedios de 19.10 μm y 19.23 μm , para alpacas machos y hembras, respectivamente. Roque y Ormachea (2018) reportaron medias globales de 23.4 μm y 23.9 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente y Quispe, (2010) quien reportó valores de 21.0 μm y 20.9 μm para alpacas machos y hembras, respectivamente, concluyendo por todos atores que la variable sexo no influye en la característica de la finura al hilado.

CONCLUSIONES

- Para la media del diámetro de fibra presentó diferencias estadísticas según la variable edad, encontrándose que alpacas diente de leche presentan menor diámetro de fibra en comparación con alpacas boca llena, con respecto a la variable sexo también existió diferencias significativas, encontrándose que las alpacas machos presentan menor diámetro de fibra en comparación a las alpacas hembras.
- El coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra según las diferentes edades no presentaron diferencias significativas, sin embargo para la variable sexo influyeron significativamente, presentando las alpacas hembras mínimas variaciones en comparación a los machos.
- El factor de confort según las diferentes edades presentó diferencias significativas, donde las alpacas diente de leche brindan mayor confort en comparación con las alpacas boca llena, sin embargo, el sexo no influye en la determinación de esta característica.
- La finura al hilado según las diferentes edades presentó diferencias significativas, donde las alpacas diente de leche exhiben una mejor finura al hilado en comparación a las alpacas boca llena, con respecto a la variable sexo no influye en dicha característica.

RECOMENDACIONES

- Con los valores obtenidos para la media del diámetro de fibra en la Asociación se debe emprender programas de mejoramiento genético, ya que los productores asociados cuentan con animales de buena calidad de fibra.
- Desarrollar programas de mejoramiento genético en función del coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra, ya que se obtuvieron resultados ligeramente elevados, lo cual indicaría la existencia de animales con una alta variabilidad de los diámetros de fibras individuales dentro de un vellón.
- La comercialización de la fibra de alpaca, debe ser ofertada realizando la categorización y clasificación de la fibra, de tal manera que se incrementen el precio, a razón de que estas fibras tienen un 96.19 % de factor de confort, de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.
- Realizar estudios similares sobre la finura al hilado en función a las diferentes edades y sexo en alpacas raza huacaya, en los diferentes centros de producción alpaquera.

BIBLIOGRAFÍA

- Aylan-Parker, J. y McGregor, B. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant*.
- Bryant, F. C., A. Florez and J. Pfister. 1989. Sheep and alpaca productivity on high Andean range lands in Peru.
- Brenes, E., Madrigal, K., Pérez, F. y Valladares, K. (2001). El Cluster de los Camélidos en Perú: Diagnóstico Competitivo y Recomendaciones Estratégicas. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas.
- Brims, M., Peterson, A. y Gherardi, S. (1999). Introducing the OFDA 2000-for Rapid Measurement of Dimeter Profile on Greasy Wool Staples. International Wool Textile Organization Meeting. Report No. RWG 04, South Africa.
- Bustinza, V. (2001). La Alpaca. Instituto de Investigación y Promoción Camélidos Sudamericanos. Universidad Nacional del Antiplano". Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNA-Puno.
- Butler, K., y Dolling, M. (1995). Calculation of the heritability of spinning fineness from phenotypic and genetic parameters of the mean and CV of fibre diameter. *Crop and Pasture Science*, 43(6), 1441-1446.
- Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos sudamericanos. Universidad Nacional Agraria la Molina - Perú. P 359.
- Carrasco, S. (2008). Metodología de la investigación: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.

Castillo, R. y Zacarias, A. (2014). Determinación de las características tecnológicas de los diferentes componentes del vellón de la alpaca (*Vicugna pacos*) huacaya, tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica.

CENAGRO - Censo Nacional Agropecuario, (2012). Situación actual agropecuario a nivel nacional del Perú. INEI de la Región de Huancavelica. Perú.

Contreras, A. (2010). Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la región de Huancavelica. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnia. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.

De Los Ríos, E. (2006). Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área alto-andina de Bolivia, Ecuador y Perú. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO).

Díaz, J. (2014). Principales características de la fibra de alpacas huacaya y suri del sector chocoquilla - carabaya , tesis para optar el título profesional de: médico veterinario y zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Perú.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2005). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. FAO. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/2914.

Frank, E., Hick, M., Gauna, C., Lamas, H., Renieru, C. y Antonini, M. (2006).

Phenotypic and genetic description of the fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research*.

Franco F, San Martín H, Ara G, Olazábal L, Carcelén C. 2009. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. *Rev Inv Vet Perú* 20: 187-195. doi: 10.15381/rivep.v20i2.605,

Gobierno Regional de Huancavelica. (2006). Plan de mejoramiento genético y medioambiental de alpacas huacaya de color blanco a nivel de la región de Huancavelica. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Proyecto PROALPACA. Huancavelica. Perú.

Gomez, M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica, Argentina: Editorial Brujas

Gutierrez, N. y Quispe, T. (2003). Determinación de las características tecnológicas de la fibra en función a sexo y edad en alpacas huacaya (*Vicugna pacos*) registradas en la región de Huancavelica. Tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista. Universidad Nacional de Huancavelica.

Hernandez, R. (2003). Metodología de la Investigación. Edit. Mc Graw-Hill Interamericana. México, DF. 4ta edición.

Hoffman, E. (1995). The Alpaca book. Clay Press Inc., Herald, California. 255 pp.

Huanca, T., Apaza, N. y Lazo, A. (2006). Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los Distritos de Cojata y Santa Rosa – Puno”.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) Lima. Resultados definitivos. pg18.

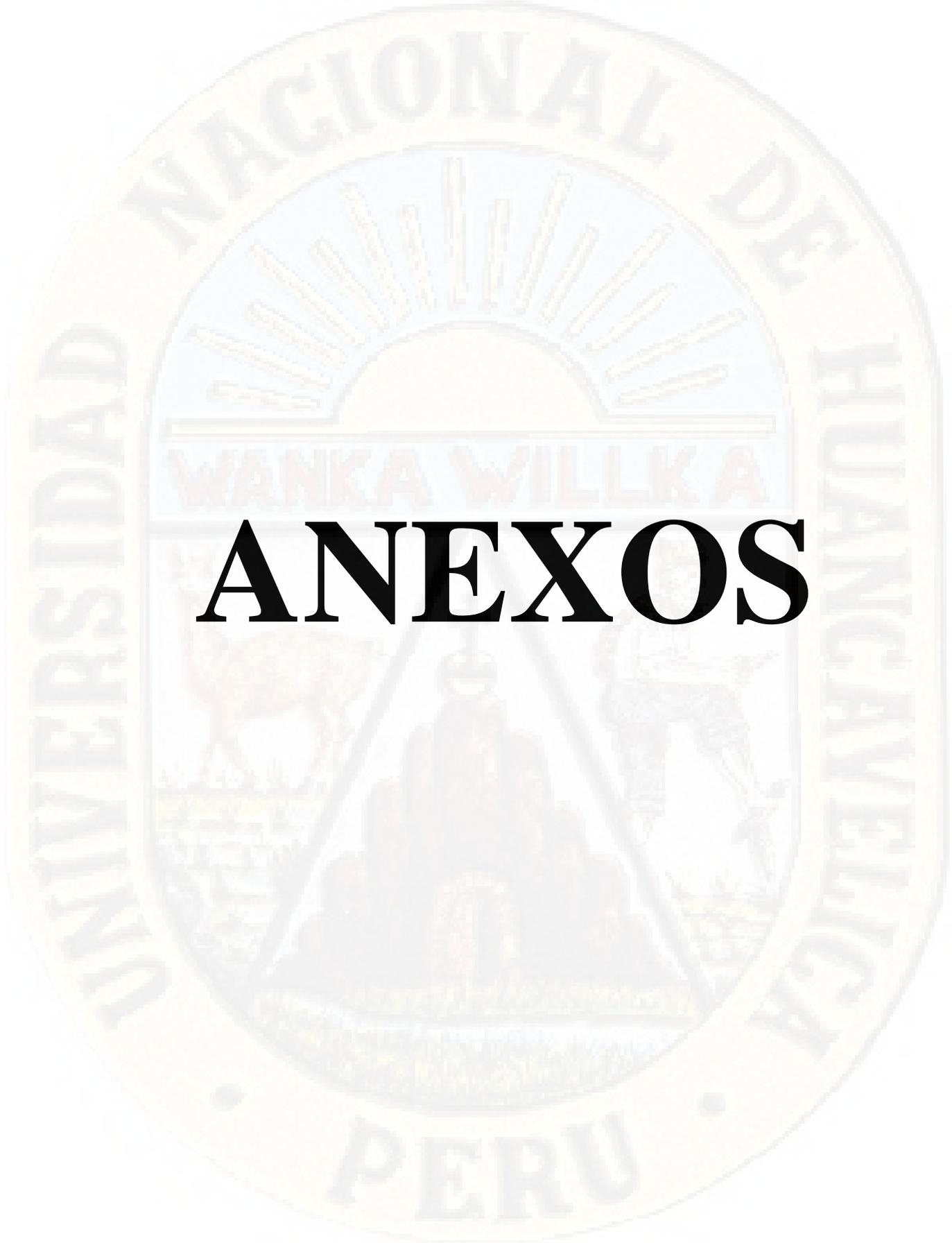
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R., y Bruford, M. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences*.
- Liu, X., Wang, L. y Wang, X. (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers. *Textile Res. J.*, 74(6): 535-538.
- Lupton, J., McColl, A., y Stobart, R. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*.
- Mecedo, J. (2017). Factores Internos que Determinan la Rentabilidad de los Productores Alpaqueros del Distrito de Macusani – Periodo 2015. Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Perú.
- Machaca, V., Bustinza, A., Choque, F., Arizapana, C., Paucara, V., Quispe, E. y Machaca, R. (2017). Características de la fibra de alpaca huacaya de cotaruse, Apurímac. Perú., 28(4): 843-851.
- Mamani, S. y Alonzo, M. (2012). Características físicas de la fibra en alpacas huacaya del distrito de susupaya, provincia de tarata - Tacna. Para optar el Título Profesional de: Médico veterinario y zootecnista, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna - Perú.
- Mellado, J. (2010) Departamento de Estadística y Calculo. V Muestreo Estadístico.
- McGregor, B. (2002). Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Rumin. Res.*, 44: 219-232.

- McGregor, B. y Butler, L. (2004). Sources of Variation in Fibre Diameter Attributes of Australian Alpacas and Implications for Fleece Evaluation and Animal Selection. Australian Journal.
- 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).
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E. y Alfonso, L. (2008). "Quality Characteristic of Huacaya Alpaca Fibre Producer 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., 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. (2000). Mejoramiento genético de la lana. Caracteres de importancia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Bariloche. En: III Congreso Lanero.
- Naylor, G. y Stanton, J. (1997). Time of shearing and the diameter characteristics of fibre ends in the processed top: An opportunity for improved skin comfort in garments. Wool Tech. Sheep Breeding, 45(4): 243-255.
- Nina, M. (2018). Caracterización del Color de Fibra en Alpacas (*Vicugna Pacos*) Huacaya de la Comunidad de Lagunillas, Distrito de Santa Lucia-Lampa.

- Tesis para optar el título profesional de médico veterinario y zootecnista.
Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Perú.
- Norma Técnica Peruana 231-370, (2014). Tecnología pecuaria, buenas prácticas de esquila y manejo de vellón de la fibra de alpaca.
- Pari, N. (2012). Comportamiento del Mercado Mundial de la Fibra de Alpaca. Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras en el Marco del Proyecto Binacional Alpaca.
- Paucar, Y. y Sedano, E. (2014). Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza huacaya de color blanco. Tesis para optar el título de Ing, Zoot. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
- Ponce, M. y Valdivia, M. (2014) Optimización de los parámetros para la curva del teñido con colorantes ácidos, reactivos y complejo metabólico en fibra de alpaca. Tesis para optar el título profesional de Ingenieras Químicas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.
- Quispe, A. (2000). Manual de Manejo de Alpaca. Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos. Programa de Registros Genealógicos de Alpacas. Macusani – Carabaya-Puno. 128 p.
- Quispe, E. (2010). Evaluación de las características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7(1):1-29.
- Quispe, E. (2005). Mejoramiento genético y medio ambiental de Alpacas en la Región de Huancavelica”. Proyecto de Inversión Pública a Nivel de Perfil. Universidad Nacional de Huancavelica-Perú.

- Quispe, E., Alfonso, L., Flores, A., Guillén, H. y Ramos, Y. (2009). Bases para un programa de mejora de alpaca en la región altoandina de Huancavelica- Perú. Arch Zootec 58: 705-716.
- Quispe, E. Gutiérrez, A. y Unanua, A. (2013). Características Productivas y Textiles de la Fibra de Alpacas de Raza Huacaya. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias.
- Quispe, E., Sacchero, D, y Quispe, M. (2018). Potencial uso en la evaluación de lanas y fibras de animales de un novedoso caracterizador electrónico. Rev Inv Vet Perú.
- Ramos, S. y Martines, J. (2011). Características productivas en alpacas de la raza de color blanco de dos años de edad procedentes de tres zonas geográficas, tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica.
- Rogers, G. (2006). Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be rediscovered. Exp Dermatol 15: 931-949.
- Roque, L., y Ormachea E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. Rev Inv Vet. 29(4): 1325-1334
- Sachero, D. y Mueller, J. (2007). Diferencias en el perfil de diámetro de fibras, largo de mecha y resistencia a la tracción de la lana, en ovejas de una majada merino seleccionada y otra no seleccionada. Rev.Invest. Agropec. 36: 49-61.
- Solis, H. (1997). “Producción de camélidos sudamericanos. Facultad de ciencias agropecuarias”. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco-Perú. P 550.

- Sotelo, H. (1989). Importancia de la alpaca en el Perú. Resumen del I curso nacional de producción de alpacas. C.I.P. – C.D. Huancayo.
- Vásquez, R., Gómez, O. y Quispe, E. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca huacaya en la zona Altoandina de Apurímac. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Apurímac - Perú. 26(2): 213-222.
- Villaruel, J. (1993). Un estudio de la fibra de alpaca. Anales Científicos UNALM, 1:246–274.
- Wang, X., Wang, L. y Liu, X. (2003). The quality and processing performance of alpaca fibres. Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC).
- Wheeler, J. (2004). “Evolution and Present Situation of the South American camelidae”. Biol. J. Linn. Soc. 54:271-295.
- Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R. y Bruce, G. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. Small Ruminant Research, 37(3), 189-201.
- Xing, L., Lijing, W. y Xungai, W. (2004). Evaluating the softness of animal fibers. Textile Res. J., 74(6): 535-538.



ANEXOS

MUESTRAS DE LA FIBRA DE ALPACA ANALIZADAS EN LABORATORIO DE TRANSFORMACION DE FIBRAS ESPECIALES DE LA UNH

Factor de corrección de 0.8							
Calibración del equipo FIBER EC, con una muestra patrón de 18.47 micras.							
Nº	ANIMAL (Arete)	EDAD	SEXO	MDF	CV MDF	FC	FH
1	98.16	DL	M	16.83	18.89	100.00	16.86
2	42.16	DL	M	15.94	24.17	99.49	16.77
3	1873	DL	M	14.02	22.66	100.00	14.64
4	1872	DL	M	14.93	21.00	100.00	15.31
5	168.16	DL	M	15.09	23.47	99.54	15.81
6	8.16	DL	M	18.32	24.75	98.18	19.26
7	103.16	DL	M	14.15	28.07	100.00	15.55
8	1833	DL	M	16.77	23.73	99.76	17.52
9	1830	DL	M	14.66	22.23	100.00	15.21
10	93.16	DL	M	13.91	24.57	100.00	14.79
11	51.16	DL	M	15.19	23.06	99.87	15.85
12	6.16	DL	M	15.50	24.46	99.75	16.37
13	49.16	DL	M	16.52	26.65	99.58	17.76
14	14.16	DL	M	15.18	23.03	100.00	15.84
15	81.16	DL	M	17.54	24.20	98.44	18.37
16	9.16	DL	M	14.63	19.61	100.00	14.84
17	7.16	DL	M	17.81	22.33	97.93	18.29
18	3.15	2D	M	14.10	21.71	100.00	14.59
19	63.14	2D	M	18.95	23.87	97.15	19.72
20	1756	2D	M	18.52	23.96	98.32	19.31
21	72.15	2D	M	16.37	21.89	99.86	16.84
22	14.14	2D	M	21.84	25.41	89.48	22.94
23	1615	2D	M	19.92	24.48	94.71	20.81
24	39.15	2D	M	17.50	24.80	98.81	18.44
25	1838	2D	M	17.55	22.54	98.74	18.10
26	25.15	2D	M	14.50	24.81	100.00	15.42
27	1714	2D	M	17.46	23.83	98.28	18.23
28	14.15	2D	M	17.61	24.72	97.85	18.53
29	69.14	2D	M	16.37	22.61	99.72	16.95
30	9.14	2D	M	18.34	28.30	95.88	19.96
31	1844	2D	M	16.21	25.74	98.80	17.29
32	1810	2D	M	15.33	21.33	100.00	15.75

33	1789	2D	M	14.97	25.12	99.90	15.94
34	3814	2D	M	17.23	28.64	96.91	18.86
35	12	2D	M	18.22	21.63	99.31	18.62
36	29.13	4D	M	21.35	26.18	90.68	22.61
37	9.14	4D	M	16.19	24.21	99.46	17.02
38	45.14	4D	M	17.55	24.08	98.43	18.36
39	23.13	4D	M	20.83	26.61	91.77	22.18
40	8.13	4D	M	19.57	28.97	92.92	21.38
41	1585	4D	M	18.62	22.70	98.52	19.19
42	1490	4D	M	17.34	24.87	98.38	18.29
43	14.13	4D	M	20.19	27.22	92.33	21.64
44	1469	4D	M	17.46	26.64	97.37	18.72
45	1514	4D	M	17.00	22.16	99.59	17.50
46	3.13	4D	M	20.96	23.21	86.93	21.58
47	1490	4D	M	18.01	25.84	97.25	19.14
48	1486	4D	M	19.06	31.83	93.12	21.48
49	23.13	4D	M	19.18	23.60	97.61	19.90
50	19.44	4D	M	18.47	23.68	97.85	19.21
51	508	4D	M	20.46	23.31	95.30	21.12
52	1425	4D	M	16.79	22.87	99.63	17.41
53	53.13	4D	M	19.46	22.79	97.37	20.03
54	201156	BLL	M	23.88	20.98	85.02	24.02
55	69	BLL	M	20.56	24.80	92.48	21.52
56	201019	BLL	M	20.42	24.29	94.26	21.27
57	201086	BLL	M	20.26	22.46	95.41	20.76
58	201034	BLL	M	19.87	22.22	96.95	20.33
59	120	BLL	M	20.53	25.89	92.89	21.71
60	201014	BLL	M	20.80	21.12	96.04	21.05
61	20	BLL	M	23.13	22.15	87.27	23.53
62	1650	BLL	M	19.78	25.43	94.29	20.85
63	2010	BLL	M	24.01	22.50	81.29	24.46
64	201186	BLL	M	19.80	22.93	96.59	20.39
65	2080	BLL	M	20.50	23.54	94.61	21.21
66	2011	BLL	M	21.35	26.67	89.38	22.72
67	508	BLL	M	20.10	22.39	96.16	20.59
68	20645	BLL	M	17.93	22.79	99.10	18.52
69	510	BLL	M	18.67	22.73	97.78	19.24
70	79.16	DL	H	16.91	21.49	99.71	17.31

71	1814	DL	H	16.75	23.06	99.35	17.40
72	12.16	DL	H	18.74	22.71	98.27	19.30
73	54.16	DL	H	17.85	24.66	97.21	18.76
74	152.16	DL	H	15.39	24.11	99.53	16.20
75	133.16	DL	H	16.76	21.85	99.87	17.22
76	5.16	DL	H	13.87	22.30	100.00	14.44
77	14.16	DL	H	14.89	19.88	100.00	15.13
78	60.14	DL	H	16.25	22.07	97.90	17.69
79	1881	DL	H	14.97	22.41	100.00	15.54
80	39.16	DL	H	15.42	21.45	100.00	15.85
81	41.16	DL	H	15.52	22.02	100.00	16.03
82	17.16	DL	H	17.60	22.32	98.33	18.11
83	233.16	DL	H	15.44	23.34	98.97	16.14
84	73.16	DL	H	13.66	21.44	100.00	14.13
85	83.16	DL	H	16.24	24.72	98.70	17.16
86	18.16	DL	H	16.39	19.80	98.22	17.45
87	52.15	2D	H	20.30	20.57	97.40	20.46
88	32.14	2D	H	19.02	22.18	95.55	19.49
89	52.14	2D	H	16.92	19.26	98.83	17.00
90	13.15	2D	H	17.90	21.37	97.13	18.26
91	1850	2D	H	19.13	25.08	95.30	20.13
92	44.14	2D	H	18.07	20.82	98.00	18.33
93	15.15	2D	H	15.35	18.12	99.69	16.16
94	16.14	2D	H	17.47	24.99	97.84	18.43
95	49.14	2D	H	17.86	21.98	98.40	18.32
96	22.14	2D	H	16.73	21.94	99.66	17.20
97	47.14	2D	H	18.01	24.78	96.93	18.94
98	4.15	2D	H	16.07	24.30	98.99	16.92
99	7.15	2D	H	18.86	25.22	95.81	19.88
100	1871	2D	H	19.86	23.54	95.75	20.57
101	98.13	2D	H	20.76	23.97	93.06	21.55
102	89.15	2D	H	15.00	22.78	100.00	15.62
103	7.14	2D	H	19.98	25.10	94.68	20.99
104	119.15	2D	H	16.23	26.77	98.41	17.49
105	3.13	4D	H	18.20	23.42	98.41	19.90
106	1620	4D	H	22.16	21.81	91.94	22.50
107	1330	4D	H	24.79	18.25	83.28	24.35
108	34.13	4D	H	17.67	22.94	99.22	18.28

109	68.13	4D	H	19.17	23.91	95.27	19.95
110	1.14	4D	H	17.32	18.93	99.74	17.34
111	18.13	4D	H	20.69	27.20	83.54	21.22
112	9.12	4D	H	17.98	19.26	99.86	18.01
113	1773	4D	H	17.38	23.73	98.62	18.14
114	115498	4D	H	20.47	19.95	96.98	20.52
115	1665	4D	H	18.45	24.59	97.36	19.35
116	15.13	4D	H	18.60	22.95	97.62	19.21
117	59	4D	H	18.51	24.15	97.26	19.33
118	18.14	4D	H	18.34	21.83	98.97	18.76
119	12.13	4D	H	17.70	24.55	98.21	18.59
120	12.12	4D	H	18.82	28.53	94.03	20.50
121	1314	4D	H	18.50	25.22	97.17	19.52
122	11.13	4D	H	18.56	20.63	99.43	18.78
123	151	BLL	H	22.73	32.78	82.60	25.70
124	22.10	BLL	H	22.20	21.26	92.45	22.43
125	105	BLL	H	23.42	21.70	86.10	23.71
126	23.10	BLL	H	23.48	25.95	84.18	24.74
127	41.11	BLL	H	23.06	26.81	81.31	24.51
128	13.10	BLL	H	22.45	19.94	91.21	22.42
129	42.10	BLL	H	24.04	19.87	86.45	23.95
130	54.12	BLL	H	15.11	23.92	100.00	15.89
131	48.10	BLL	H	22.35	22.76	81.87	23.87
132	150	BLL	H	23.63	26.54	81.36	25.03
133	33.11	BLL	H	19.26	29.29	92.23	21.12
134	5.10	BLL	H	21.21	21.45	94.16	21.51
135	58.00	BLL	H	23.00	18.90	91.46	22.76
136	15.10	BLL	H	22.70	20.94	90.78	22.86
137	98.11	BLL	H	21.95	21.19	92.23	22.18
138	79	BLL	H	22.81	22.04	74.14	23.14

Tabla 9: ANOVA del diámetro de la fibra de alpacas.

Fuente	GL	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	568.52835	189.50945	80.49	<.0001
SEXO	1	16.467123	16.467123	6.99	0.0092
EDAD*SEXO	3	16.126856	5.3756186	2.28	0.0822
ERROR	129	301.37396	2.354484		
TOTAL	137	1548.08955			

Tabla 10: ANOVA del coeficiente de variación del diámetro de la fibra de alpacas.

Fuente	GL	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	31.621302	10.540434	2.1	0.1038
SEXO	1	60.7	60.7	12.08	0.0007
EDAD*SEXO	3	8.2867708	2.7622569	0.55	0.6493
Error	128	643.31086	5.0258661		
TOTAL	137	1548.08955			

Tabla 11: ANOVA de finura al hilado de la fibra de alpaca.

Fuente	GL	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	1201.5246	400.50821	32.05	<.0001
SEXO	1	51.683297	51.683297	4.14	0.0441
EDAD*SEXO	3	83.199186	27.733062	2.22	0.0891
Error	128	1599.5675	12.496621		
TOTAL	137	1548.08955			

Tabla 12: ANOVA del factor de confort de la fibra de alpaca.

Fuente	GL	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	545.71614	181.90538	58.32	<.0001
SEXO	1	9.9127332	9.9127332	3.18	0.077
EDAD*SEXO	3	11.731645	3.9105483	1.25	0.2931
Error	130	405.4504	3.1188493		
TOTAL	137	1548.08955			

Tabla 13: Pruebas de normalidad para el factor edad.

Edad		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDF	2D	0.075	36	,200*	0.988	36	0.960
	4D	0.142	35	0.071	0.963	35	0.277
	BLL	0.126	31	,200*	0.947	31	0.130
	DL	0.132	34	0.142	0.968	34	0.410
CVM	2D	0.103	36	,200*	0.974	36	0.554
	4D	0.106	36	,200*	0.972	36	0.483
	BLL	0.156	30	0.060	0.951	30	0.177
	DL	0.100	34	,200*	0.971	34	0.488
FH	2D	0.078	36	,200*	0.989	36	0.971
	4D	0.120	36	,200*	0.961	36	0.238
	BLL	0.099	32	,200*	0.959	32	0.252
	DL	0.104	34	,200*	0.970	34	0.465
FCT	2D	0.149	32	0.200	0.942	32	0.084
	4D	0.098	36	0,115*	0.955	36	0.145
	BLL	0.098	29	,200*	0.200	29	0.073
	DL	0.179	20	.200	0.200	20	0.199

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se realizó la prueba de normalidad para el factor edad, utilizando el paquete estadístico SPSS el cual se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, por estar debajo de los 50 grados de libertad, mostrando que todos se encuentran por encima de 0.05, cumpliendo el supuesto de normalidad para todas las variables dependientes (MDF, CVMDF, FCT y FH).

Tabla 14: Pruebas de normalidad para el factor sexo.

sexo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDF	H	0.105	67	0.066	0.957	67	0.020
	M	0.059	69	,200*	0.976	69	0.195
CVM	H	0.065	67	,200*	0.988	67	0.772
	M	0.103	69	0.066	0.961	69	0.029
FH	H	0.082	69	,200*	0.972	69	0.122
	M	0.070	69	,200*	0.976	69	0.218
FCT	H	0.066	59	,200*	0.967	59	0.053
	M	0.111	58	,200*	0.950	58	0.019

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se realizó la prueba de normalidad para el factor sexo, utilizando el paquete estadístico IBM SPSS, el cual se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov por estar por encima de los 50 grados de libertad, mostrando que todos los datos se encuentran por encima de 0.05, cumpliendo todos los datos el supuesto de normalidad para todas las variables dependientes (MDF, CVMDF, FCT y FH).

Tabla 15: Prueba de homogeneidad de varianza para el factor edad.

EDAD		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
MDF	Se basa en la media	1.693	3	132	0.172
	Se basa en la mediana	1.668	3	132	0.177
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.668	3	124.684	0.177
	Se basa en la media recortada	1.709	3	132	0.168
CVM	Se basa en la media	1.096	3	132	0.353
	Se basa en la mediana	1.002	3	132	0.394
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.002	3	115.801	0.395
	Se basa en la media recortada	1.079	3	132	0.360
FH	Se basa en la media	0.958	3	134	0.415
	Se basa en la mediana	0.938	3	134	0.424
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.938	3	122.562	0.425
	Se basa en la media recortada	0.944	3	134	0.421
FCT	Se basa en la media	1.996	3	113	0.076
	Se basa en la mediana	1.843	3	113	0.091
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.843	3	95.547	0.092
	Se basa en la media recortada	1.977	3	113	0.079

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas para el factor edad, utilizando el paquete estadístico IBM SPSS el cual se utilizó la prueba de Levene, mostrando los datos por encima de los 0.05, cumpliendo todos los datos el supuesto de homogeneidad de varianzas para el factor edad, para todas las variables dependientes (MDF, CVMDF, FCT y FH).

Tabla 16: Prueba de homogeneidad de varianza para el factor sexo.

SEXO		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
MDF	Se basa en la media	0.433	1	134	0.512
	Se basa en la mediana	0.283	1	134	0.596
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.283	1	130.617	0.596
	Se basa en la media recortada	0.421	1	134	0.518
CVM	Se basa en la media	0.356	1	134	0.552
	Se basa en la mediana	0.340	1	134	0.561
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.340	1	133.277	0.561
	Se basa en la media recortada	0.383	1	134	0.537
FH	Se basa en la media	0.752	1	136	0.388
	Se basa en la mediana	0.595	1	136	0.442
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.595	1	131.315	0.442
	Se basa en la media recortada	0.711	1	136	0.401
FCT	Se basa en la media	0.047	1	115	0.750
	Se basa en la mediana	0.030	1	115	0.687
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.030	1	114.748	0.863
	Se basa en la media recortada	0.037	1	115	0.847

Fuente: Elaboración propia.

Se ha realizado la prueba de homogeneidad de varianzas para el factor sexo, utilizando el paquete estadístico IBM SPSS el cual se utilizó la prueba de Levene, mostrando los datos por encima de los 0.05, cumpliendo los datos el supuesto de homogeneidad de varianzas para todas las variables dependientes (MDF, CVMDF, FCT y FH).

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos*) DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE ANDIBAY

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Instrumento
<p><u>Problema General</u></p> <p>¿Cuáles son las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay?</p> <p><u>Problemas Específicos</u></p> <p>¿Cuáles son las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según edad?</p> <p>¿Cuáles son las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según sexo?</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>Determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay.</p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <p>Determinar la media del diámetro de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según edad y sexo.</p> <p>Determinar el coeficiente de variación de la media del diámetro de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según edad y sexo.</p> <p>Determinar el factor de confort de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según edad y sexo.</p> <p>Determinar la finura al hilado de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según edad y sexo.</p>	<p>Ho: No existe diferencias en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según la edad.</p> <p>Ha: Existe diferencias en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según la edad.</p> <p>Ho: No existe diferencias en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según el sexo.</p> <p>Ha: Existe diferencia en las características tecnológicas de la fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) según el sexo.</p>	<p><u>VARIABLES INDEPENDIENTES</u></p> <p>Edad</p> <p>Sexo</p> <p><u>VARIABLES DEPENDIENTES</u></p> <p>Características tecnológicas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diente de leche • Dos dientes • Cuatro dientes • Boca llena • Macho • Hembra • Media del Diámetro de Fibra (MDF). • Coeficiente de Variación de la media del diámetro de fibra (CVMDF). • Factor de confort (FC). • Finura al hilado (FH). 	<p>Registros.</p> <p>Observacion directa.</p> <p>FIBER EC</p>

Foto 1. Población de alpacas en estudio de la Asociación de Productores Agropecuarios de Andibay.



Foto 2. Muestreo de mechas de fibra del costillar medio para ser analizados con el equipo FIBER-EC.



Foto 3. Realizando la esquila y registro de todas las alpacas identificadas.



Foto 4. Muestras de fibra de alpaca analizados con el equipo FIBER EC.

