



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



“CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACA
SURI EN LOS CENTROS EXPERIMENTALES LA RAYA Y
CHUQUIBAMBILLA - UNA - PUNO”

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ZENAIDA HANCCO PUMALEQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

*A Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida,
bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin
desfallecer.*

*A mis padres Jesús y Estela quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han
permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de
esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mi hermana Yola quien con su bendición a lo largo de mi vida me protege y me
lleva por el camino el bien.*

*A mis hermanitas Judith, Yuliza y Milagros por su cariño y apoyo incondicional,
durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.*

*A mis hermanos Neptali y Anthony porque con sus oraciones, consejos y palabras
de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en
todos mis sueños y metas.*

Zenaida Hanco Pumaleque.



AGRADECIMIENTO

A mi querida Universidad Nacional del Altiplano, y a la Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; por brindarme la oportunidad de estudiar y obtener las bases y elementos en la enseñanza de esta bella profesión.

A los Centros Experimentales la Raya y Chuquibambilla y a todo su personal que labora en esta institución, por la ayuda recibida, tanto técnica como humana, en donde obtuve una gran información y la base de datos para desarrollar la parte empírica de la investigación.

Agradezco a mi director de Tesis Dr. Julio Málaga Apaza, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento. Su siempre atenta y efectiva colaboración hizo que este trabajo se culminara satisfactoriamente.

Agradezco a todos mis docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional del Altiplano.

A mi mejor amigo Jonathan Rojas M. quien me acompañó a lo largo de la ejecución de mi tesis, gracias por todo cuanto has hecho y haces por mi brindándome tu amistad, y apoyo incondicional, gracias por los consejos y la orientación.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo la ejecución de tesis.

Zenaida Hanco Pumaleque



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	9
ABSTRACT	10

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1.1 Objetivo general	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	15
2.1.1. DIÁMETRO MEDIO DE FIBRA.....	18
2.1.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN	21
2.1.3. FACTOR DE CONFORT	23
2.1.4. FINURA AL HILADO	25
2.1.5. ÍNDICE DE CURVATURA	26
2.1.6. LONGITUD DE MECHA.....	27
2.2. ANTECEDENTES	29
2.2.1. DIÁMETRO DE FIBRA.....	29
2.2.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN	35
2.2.3. FACTOR DE CONFORT	39
2.2.4. FINURA AL HILADO	45
2.2.5. ÍNDICE DE CURVATURA	48

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO	60
3.2. MATERIAL DE ESTUDIO.....	61
3.2.1. MATERIALES Y EQUIPOS	61



3.3. PROCEDIMIENTO	62
3.3.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE FIBRA	62
3.3.2. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DE FIBRA.....	63
3.3.3. DETERMINACIÓN DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	64
3.3.4. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CONFORT	64
3.3.5. DETERMINACIÓN DE FINURA AL HILADO.....	64
3.3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CURVATURA	64
3.3.7. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE MECHA.....	64
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	65
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. DIÁMETRO DE FIBRA.....	67
4.2. COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	70
4.3. FACTOR DE CONFORT	72
4.4. FINURA AL HILADO.....	75
4.5. ÍNDICE DE CURVATURA	77
4.6. LONGITUD DE MECHA	80
V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES	83
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	97

Área: Producción de Camélidos Sudamericanos

Línea: Características de la fibra de alpaca

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 30 de diciembre 2020.



ÍNDICE DE ANEXOS (FOTOGRAFIAS)

Anexo A. Animales Para El Muestreo Del Centro Experimental Chuquibambilla.....	99
Anexo B. Animales Para El Muestreo Del Centro Experimental La Raya.	99
Anexo C Toma De Muestra De Fibra En El Centro Experimental Chuquibambilla. ..	100
Anexo D. Toma De Muestra De Fibra En El Centro Experimental La Raya.....	100
Anexo E. Obtención De Las Muestras De Fibra.	101
Anexo F. Identificación Y Rotulado De Muestra Para Su Posterior Análisis.....	101
Anexo G. Identificación De Muestra Para Su Posterior Análisis.....	102
Anexo H. Almacenamiento De Las Muestras De Fibra Identificadas.	102
Anexo I. Equipo De Análisis De Fibra Ofda 2000 Perteneciente Al Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos Pecsá - Puno.....	103
Anexo J. Calibración Del Equipo Con El Slide Usando Patrones De Fibra De Poliéster Estándar Para Fibra De Alpaca.	103
Anexo K. Muestras Recolectadas Para Su Análisis.	104
Anexo L. Muestras Para Su Análisis.....	104
Anexo M. Colocación De La Muestra Sobre El Slide Para Su Posterior Lectura.....	105
Anexo N. Resultado Del Análisis De Fibra.....	105
Anexo O. Croquis Del Área De Estudio Del Centro Experimental Chuquibambilla...	106
Anexo P. Croquis Del Área De Estudio Del Centro Experimental La Raya.....	106



ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Distribución de animales para el estudio.	61
Tabla 2. Diámetro de la fibra ($m\mu$) de alpaca Suri según Edad/lugar/sexo.	67
Tabla 3. Coeficiente de variabilidad (%) de la fibra de alpacas Suri según Edad.	70
Tabla 4. Factor de confort de la fibra (%) de alpaca Suri según Edad/lugar/sexo.....	73
Tabla 5. Finura al hilado ($m\mu$) de alpaca Suri según Edad/lugar/sexo.	76
Tabla 6. Índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpacas Suri según Edad.....	78
Tabla 7. Longitud de mecha (cm) de la fibra de alpacas Suri según interacción Edad/Lugar.....	80



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.

CECH: Centro Experimental De Chuquibambilla.

CER: Centro Experimental La Raya.

CS = Camélidos Sudamericanos.

CV: Coeficiente De Variabilidad.

CVDF: Coeficiente De Variación Del Diámetro De La Fibra.

DF: Diámetro De Fibra.

DMF: Diámetro Medio De Fibra.

FAO: Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y Agricultura.

FC = Factor De Confort.

g = Gramo.

IC: Índice De Curvatura.

LM: Longitud De Mecha.

mm = Milímetro.

m μ = Micrómetros.

OFDA: Analizador Óptico De Fibras.

SF: Finura Al Hilado.

PECSA: Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos.



RESUMEN

El objetivo fue determinar las características textiles de la fibra de alpaca Suri con referencia a: diámetro de fibra, coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura, finura al hilado, y longitud de mecha, para lo cual se tomaron 478 muestras de fibra según sexo (macho y hembra), edad (1, 2, 3 y 4 años) y lugar (Centros Experimentales Chuquibambilla y La Raya). Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Fibras del Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos, utilizando el equipo OFDA 2000. La información obtenida fue procesada bajo un arreglo factorial de 4 x 2 x 2 (edad/sexo/lugar), conducido al diseño completo al azar, y la comparación de promedios mediante la prueba de Significación Múltiple de Duncan utilizando el programa SAS v.9.4. El diámetro de fibra mostró variabilidad por efecto edad, sexo y lugar, y todas sus interacciones edad/lugar/sexo; donde los animales de 1 y 2 años de ambos sexos y lugares evidenciaron valores de 19,43 a 20,47 micras, mientras las hembras de 2 años del C.E. Chuquibambilla fue de 21,87 micras; y las alpacas de 3 y 4 años machos y hembras tuvieron valores de 23,04 a 24,44 micras. El coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra por efecto edad de los animales en ambos lugares de 1 y 2 años mostraron valores de 31,00 y 32,24 % y las alpacas de 4 y 3 años de 29,37 y 30,83 %, respectivamente ($P < 0,05$). El factor de confort de la fibra tuvo efecto por la interacción edad/lugar/sexo; donde los animales de 1 y 2 años de ambos sexos y lugares evidenciaron valores de 96,19 a 94,46 %, excepto las hembras de 2 años del C.E. Chuquibambilla que mostro un valor inferior (91,38 %); y las alpacas de 3 a 4 años, entre machos y hembras reflejaron valores de 89,34 a 86,35 %. La finura al hilado mostró variabilidad por efecto de la edad, lugar, sexo y las interacciones edad/lugar/sexo; donde los de 1 y 2 años de ambos sexos y lugares evidenciaron valores de diámetro de 20,90 a 21,90 micras, y las hembras de 2 años del C.E. Chuquibambilla mostró mayor valor (23,55 micras); mientras las alpacas de 3 a 4 años tanto machos y hembras tuvieron valores de 24,61 a 26,15 micras y reproductores machos del CE Chuquibambilla mostraron el diámetro más alto (30,53 micras). El índice de curvatura mostro variabilidad por efecto edad, lugar y sexo y las interacciones entre edad/lugar/sexo; donde los animales de los dos lugares de 1 y 2 años evidenciaron un índice de curvatura de 19,10 y 20,57 °/mm; y las alpacas de 4 y 3 años mostraron valores de 17,23 y 17,34 °/mm. Longitud de mecha mostro variabilidad por efecto de la edad, lugar, sexo y las interacciones entre edad/lugar; donde los animales del C. E. La Raya de 1 y 4 años evidenció menor longitud (9,56 a 11,59 cm); mientras que, las alpacas de 1 y 2 años del C. E. Chuquibambilla reflejaron mayor longitud de mecha (13,58 y 15,26 cm), que las alpacas de 3 a 4 años (11,87 y 12,85 cm). En conclusión, las alpacas de menor edad (1 y 2 años) tanto machos y hembras en ambos centros experimentales tienen un menor diámetro de fibra, mayor índice de confort, mayor índice de curvatura en relación a los animales de mayor edad (3 y 4 años)

PALABRAS CLAVES: Alpaca Suri, Características textiles, Edad, Lugares.



ABSTRACT

The objective was to determine the textile characteristics of the Suri alpaca fiber with reference to: fiber diameter, coefficient of variation, comfort factor, curvature index, yarn fineness, and wick length, for which 478 samples of fiber according to sex (male and female), age (1, 2, 3 and 4 years) and place (Chuquibambilla and La Raya Experimental Centers). The samples were analyzed in the Fiber Laboratory of the South American Camelids Special Project, using the OFDA 2000 equipment. The information obtained was processed under a factorial arrangement of $4 \times 2 \times 2$ (age / sex / place), conducted to the complete random design, and the comparison of means through Duncan's Multiple Significance test using the SAS v.9.4 program. The fiber diameter showed variability due to the effect of age, sex and place, and all its age / place / sex interactions; where the 1 and 2-year-old animals of both sexes and places showed values of 19.43 to 20.47 microns, while the 2-year-old females of the C.E. Chuquibambilla was 21.87 microns; and the 3 and 4 year old male and female alpacas had values of 23.04 to 24.44 microns. The coefficient of variability of the fiber diameter by age effect of the animals in both places of 1 and 2 years showed values of 31.00 and 32.24% and the alpacas of 4 and 3 years of 29.37 and 30.83%, respectively ($P < 0.05$). The fiber comfort factor had an effect due to the age / place / sex interaction; where the 1 and 2-year-old animals of both sexes and places showed values of 96.19 to 94.46%, except the 2-year-old females of the C.E. Chuquibambilla that showed a lower value (91.38%); and alpacas from 3 to 4 years old, between males and females, showed values of 89.34 to 86.35%. Yarn fineness showed variability due to the effect of age, place, sex and age / place / sex interactions; where the 1 and 2-year-olds of both sexes and locations showed diameter values of 20.90 to 21.90 microns, and the 2-year-old females of the C.E. Chuquibambilla showed a higher value (23.55 microns); while the 3 to 4 year old alpacas, both male and female, had values of 24.61 to 26.15 microns and male reproducers from CE Chuquibambilla showed the highest diameter (30.53 microns). The curvature index showed variability due to the effect of age, place and sex and the interactions between age / place / sex; where the animals of the two places of 1 and 2 years showed a curvature index of 19.10 and 20.57 ° / mm; and the 4 and 3 year old alpacas showed values of 17.23 and 17.34 ° / mm. Wick length showed variability due to the effect of age, place, sex and the interactions between age / place; where the C.E. La Raya animals of 1 and 4 years old showed shorter length (9.56 to 11.59 cm); while, the 1 and 2-year-old alpacas of C. E. Chuquibambilla reflected greater wick length (13.58 and 15.26 cm), than the 3 to 4-year-old alpacas (11.87 and 12.85 cm). In conclusion, the younger alpacas (1 and 2 years old), both male and female in both experimental centers, have a smaller fiber diameter, higher comfort index, and higher curvature index in relation to older animals (3 and 4 years old).

KEY WORDS: Alpaca Suri, Textile characteristics, Age, Places.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta actualmente con 3.7 millones de alpacas (80% huacaya, 12% suri y 80% híbridos), representando el 87% de la población mundial de este animal. Así mismo, nuestro país es el primer productor de fibra de alpaca, alcanzando una producción anual que supera las 4 mil toneladas y media; de las cuales un 95% es adquirida y transformada por la industria textil, exportándose el 58% (Minagri, 2019).

Según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), la población de alpacas se encuentra distribuida en 17 Regiones, siendo Puno y Cusco los que concentran la mayor producción con 1.459.903 y 545.454, respectivamente, le siguen Arequipa con 468.392, Huancavelica con 308.586, Ayacucho con 230.910, entre otras regiones.

El 99% de los ejemplares se encuentran en poder de personas naturales (pequeños criadores) y el 1% restante en diversas formas organizativas (medianas y grandes empresas, cooperativas, asociaciones, comunidades campesinas, entre otros). La crianza de este animal involucra a 82.459 criadores agropecuarios (CENAGRO, 2013).

La crianza de camélidos constituye una de las actividades productivas y económicas más importantes en la zona alto andina y de ella dependen entre el 70 a 80 % del ingreso familiar anual (FAO, 2008), siendo una actividad de agricultura familiar, la cual es de prioridad para el Estado. Por ello las familias se encuentran vinculadas a la actividad de la crianza de camélidos sudamericanos para la producción de fibra y carne, porque esta actividad se adapta a las limitaciones que le impone la ecología de la Puna (Sumar, J. y García, M. 1987).

La crianza de alpacas en el país está en manos de comunidades, medianos y pequeños productores, el mayor porcentaje de productores viven en condiciones de



pobreza y extrema pobreza y es una importante fuente de ingreso para los criadores, los ingresos per cápita percibidas por los criadores de alpacas son los más bajos del país. (CONOPA, 2006; Gutiérrez et al., 2011)

Además el Perú es el principal proveedor de la fibra de alpaca de calidad en el mundo y tiene mayores posibilidades para la exportación y afianzamiento en el mercado textil; los factores que determinan la calidad de la fibra son el diámetro medio de fibra, el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort (porcentaje de fibras menores a 30 μm), el índice curvatura y la finura al hilado, la presencia de fibra medulada, afecta negativamente el valor textil (Hunter, 1993), debido al vacío que presenta la fibra medulada no se tiñen bien y generalmente aparecen mucho más translúcidas que las fibras no meduladas (Carpio, 1991; Rodríguez, 2007).

En los últimos años la calidad de fibra de alpaca ha decrecido notoriamente y esta es cada vez más gruesa, seca, quebradiza, producto de vellones menos uniformes, el promedio nacional del diámetro medio de fibra se estima en 32 μm (Quispe *et al.*, 2009); por lo tanto, surge la necesidad de consolidar programas de mejora genética. En las últimas décadas el interés por la producción de camélidos sudamericanos domésticos ha crecido a nivel mundial, debido principalmente a las características de su fibra que compite en el mercado internacional con las fibras más finas (Quispe, 2010). Esto ha incrementado el interés de productores e investigadores de los principales países involucrados con la producción de fibra de alpaca (Perú, Estados Unidos y Australia) por definir las características relacionadas a la producción de fibra, con el fin de instaurar programas de mejoramiento (Wujili et al., 2000; Gutiérrez et al., 2009).

Las iniciativas de mejoramiento genético de fibra de alpaca por parte del estado y algunas empresas de la industria textil están centradas principalmente en reducir el



diámetro medio de fibra, porque para la confección de prendas lujosas son requeridas las fibras finas, en la actualidad son pocas las empresas que tiene una estrategia sostenida en el mejoramiento genético de fibra de alpaca. Todavía no se ha resuelto el problema de la sensación de picazón que sienten los usuarios, la cual se ha atribuido que las fibras meduladas continuas, produciendo incomodidad cuando están en contacto con la piel, además, estas fibras son frágiles (baja resistencia a la tracción) y rígidas que sobresalen de las prendas a simple vista dando una mala apariencia, el mismo que afecta indirectamente en el precio de la fibra y el ingreso del productor alpaquera (Holt, 2007; McGregor, 1997).

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

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



1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

- Determinar las características textiles de la fibra de alpaca Suri de Centros Experimentales la Raya y Chuquibambilla.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el diámetro, factor de confort, índice de curvatura, coeficiente de variabilidad y finura al hilado de la fibra de alpaca del genotipo suri en los Centros Experimentales la Raya y Chuquibambilla según sexo y edad.

- Determinar longitud de mecha de la fibra de alpaca del genotipo Suri en los Centros Experimentales la Raya y Chuquibambilla según sexo y edad.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

FIBRA DE ALPACA

La división celular en el bulbo del folículo conduce a la formación de fibra en dirección ascendente y a la diferenciación de 5 capas concéntricas de células: capa de Henle, capa de Huxley, cutícula de la vaina interna de la raíz, cutícula de la fibra y células corticales. La fibra es una estructura de la proteína, lo que significa que, para ser una estructura sólida, depende de la buena salud de un animal para el período comprendido entre esquilas. Generalmente, las fibras de alpaca técnicamente están compuestas de una proteína compleja llamada queratina (Hoffman y Murray, 1995).

La uniformidad es una característica del vellón de alpaca que consiste en encontrar y observar un mismo grado de finura, densidad y rizo de las fibras, en las diferentes áreas del vellón. El rizo es una característica de la fibra de las alpacas Huacaya y son ondulaciones muy pequeñas que se presentan a lo largo de la fibra; mientras la fibra de la Suri tiene un mayor crecimiento longitudinal presentando rulos, la cual consiste en contorsiones independientes a lo largo de la fibra.

MEDICIÓN DE LA FIBRA

La medición precisa y objetiva de diversas características de la fibra natural se conoce como "metrología de la fibra". La tecnología de pruebas de fibra ofrece a los mejoradores una herramienta útil para analizar la fibra y seguir el progreso de sus programas de selección. La determinación del diámetro promedio de fibra ayuda a identificar el mejor uso final de la fibra, y es la información que requieren los industriales



antes de tomar sus decisiones de compra. Existen diferentes equipos para realizar las mediciones de la fibra de alpaca, las cuales se puede enumerar.

Hay cuatro instrumentos y métodos para la medición de fibra, como el Microscopio de Proyección (Davison, 2004), el analizador de finura de distribución de fibra, flujo de aire (Airflow), escaneo laser (Laserscan) y el Analizador Optico de Diámetro de Fibra (OFDA), sin embargo, los instrumentos más utilizados actualmente son el OFDA y Laserscan (Sirolan). Los métodos de prueba son aprobados por la Organización Internacional de exámenes de Lana (International Wool Testing Organization) (IWTO) y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials) (ASTM) y se llevan a cabo en laboratorios bajo condiciones estándar de prueba para la industria textil, es decir, 21°C y una humedad relativa del 65% \pm 2% (McColl, 2004).

ANALIZADOR ÓPTICO DE DIÁMETRO DE FIBRA (OFDA).

El OFDA 100 fue aprobado como un estándar por la Organización Internacional de exámenes de Lana (IWTO) en 1995. Marcos Brims y su compañía BSC Electrónica, diseñaron el instrumento. Se utiliza una cámara de vídeo para obtener imágenes electrónicas de fibras aumentadas que se distribuyen sobre un portaobjetos de vidrio horizontal. El software de análisis de las imágenes de fibra se deriva de la medición del diámetro de un gran número de trozos de fibras longitudinales. El método OFDA puede medir fibras desde 4 a 300 micrones, por lo que puede registrar la presencia de fibras gruesas meduladas que se pierden por métodos de escaneo. También mide y calcula la distribución de las fibras como la desviación estándar (SD) y el coeficiente de variación (CV), así como el diámetro promedio de las fibras y varios otros diámetros de las fibras de características relacionadas, así mismo, mide factor de comodidad, curvatura de la



fibra, lado grueso de la fibra, porcentaje de fibras menores al 15%, etc. Ambos de estos métodos proporcionan a la fibra y a la industria textil como aplicaciones de pruebas de alto volumen.

El OFDA 2000 mide las dimensiones de fibras crudas (grasientos y sucios) y luego utiliza un factor de corrección de la constante (dentro de una muestra) para estimar las verdaderas dimensiones. Este factor de corrección se mide y se calcula sobre el terreno y por lo general en promedio de 30 muestras. Desde la limpieza de cada muestra la medida es diferente, esta práctica limita la precisión de las mediciones individuales.

El OFDA 2000 tiene un compensador incorporado para la temperatura y la humedad relativa que se ajusta para el aire del medio ambiente en el lugar de pruebas. Por lo tanto, sólo se puede utilizar adecuadamente en las muestras que se han dado tiempo para alcanzar el equilibrio con el aire del medio ambiente. El OFDA 2000 no es adecuado para el ensayo, ya que las muestras crudas de diferentes zonas del país, contienen cantidades variables de humedad que afectan al diámetro de la fibra. Además, no sería posible utilizar un factor de corrección de grasa adecuada. La única manera de probar con precisión de la fibra u otras fibras de origen animal es para las muestras que se lavan, se secan, y se acondicionaron en condiciones estándar de ensayo para textiles, un requisito en todo el mundo.

El OFDA 2000 prueba menos de 100 fibras (dependiendo del diámetro de la fibra y la longitud de la fibra) de punta a base de incrementos de cinco milímetros para un total de cerca de 1,500 mediciones.

Se produce un perfil de fibra que refleja el envejecimiento, el estado de salud/producción, y las condiciones ambientales en que el animal fue sometido durante el crecimiento de esa longitud de fibra en particular (Davison, 2004).



En cada lectura se obtiene el diámetro fibra, desviación estándar, índice de curvatura, factor de confort, y también se obtiene un histograma con las observaciones señaladas (Hansford et al., 2002). El OFDA 2000 es un instrumento que permite medir las características de la fibra a lo largo de las mechas sucias en tiempo real (Baxter, 2002).

2.1.1. DIÁMETRO MEDIO DE FIBRA

Se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente (Gillespie y Flandes, 2010). Se mide en micrones (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, et al., 2010). El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como una característica más importante de la fibra (Lee et al., 2001; Edriss et al., 2007; Kelly et al., 2007; Rowel, 2010). En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformados en hilos de tal manera que sea útil para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn et al., 2006; Rowe, 2010). Con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). Paradójicamente, las fibras gruesas son particularmente adecuados para la confección de productos textiles de menor lujo y se utilizan para la confección de alfombras, ropa de abrigo y frazadas (Poppi y McLennan, 2010).

El diámetro medio de fibra (DMF) de una muestra representativa del vellón esta expresado en micrómetros (μm), lo cual define la finura. Este parámetro físico es considerado el principal criterio de selección en poblaciones de alpaca de todo el mundo (Frank et al., 2006; Gutiérrez et al., 2009; Cruz, 2011). La clasificación de los vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización. Sección del trabajo de tesis donde se citan las referencias teóricas y antecedentes que sustentan el trabajo de investigación para cada uno de los objetivos propuestos de una forma crítica, explicando su importancia y relevancia con el trabajo



realizado. Evitar la información irrelevante que no contribuya al logro de los objetivos planteados (Quispe, 2010).

Las alpacas son apreciadas por su fibra, debido a su finura, suavidad, peso ligero, características de higroscopicidad, resistencia, elasticidad y colores naturales. Es más térmica que la lana de ovino, tiene menos posibilidad de producir alergias y contiene menos lanolina (Mueller, 2008). Para la evaluación de muestras de fibra se toma de la zona del costillar medio, debido a que se considera la zona más representativa para medir el diámetro de fibra en alpacas (Aylan Parker y McGregor, 2002), constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para realizar trabajos sobre el diámetro de fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca et al., 2007).

El diámetro de fibra está sujeto a variación, la misma que depende de las características genéticas, el medio ambiente de donde provienen y el color del vellón (Calle, 1982). Las variaciones en el diámetro son causadas también por cambios fisiológicos en el animal debido a la nutrición, gestación, lactación, destete o enfermedades, así como por factores tales como la edad, sexo, raza, temperatura, fotoperiodo, estrés, época del año, época de empadre, época de esquila, sanidad y otros factores característicos del medio ambiente alto andino (Solís, 1991; Cruz *et al.*, 2017).

Las hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que a mayor densidad folicular se producen fibras más finas (Franco, 2006). La fibra proveniente de animales mal alimentados es menos resistente y más fina que la de animales con mejor alimentación (Florez *et al.*, 1986).



En alpacas Huacaya de diez meses hasta seis años de edad, el diámetro de fibra incrementa de 17.4 a 27.5 μm (Del Carpio, 1989). Y durante los primeros meses de vida del animal el diámetro de fibra tiene un rango de 21 a 23 μm y luego se incrementa de 25 a 27 μm y finalmente desciende de 21 a 22 μm (McGregor, 2004).

En la región de Puno en animales de dos años de edad, se encontraron valores de 14 a 30 μm (Florez *et al.*, 1986). En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones del diámetro de fibra por edad son de 24.62 μm para animales de dos años, 25.57 μm tres años y 26.74 μm en animales de cuatro años de edad (Huamaní y González, 2004). De igual manera en animales tuis el diámetro de fibra es de 20.75 μm y en animales adultos es de 23 μm (Quispe *et al.*, 2009).

En Australia en alpacas de dos a seis años de edad de ambos sexos de la raza Huacaya, menciona que el 10% de alpacas Huacaya, presentan un diámetro de 24 μm y más del 50% están sobre los 29.9 μm respectivamente (McGregor, 2006). El diámetro de fibra describe medidas ligeramente variables que asciende hasta los doce años de edad y a partir de esta edad sufre una disminución considerable hasta los catorce años de edad; al parecer la finura de fibra se ve afectada por la hiponutrición en edades avanzadas (Bustinza *et al.*, 1985).

Con respecto al diámetro de fibra resulta importante el trabajo de Lupton *et al.* (2006) quien analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando 26.7 μm para hembras y 27.1 μm para machos; con respecto a la edad, encontró valores de 24.3 μm , 26.5 μm y 30.1 μm para alpacas de 1, 2 y 3 o más años de edad, respectivamente. Por otra parte, McGregor (2006) al estudiar alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya con diámetro medio de 24 μm y más del 50% que tenían 29.9 μm .



Además, Ponzoni et al. (1999) al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro de fibra de $25.7\mu\text{m}$ con un rango de 23.4 a $27.3\mu\text{m}$. En los trabajos más recientes en alpacas del sur de Perú (González et al., 2008; Gutiérrez et al., 2009; Cervantes et al., 2010), en Apurímac (Vásquez et al., 2015) en Huancavelica (Montes et al., 2008; Quispe, 2010) y en Junín (Candio, 2011) refieren valores de $21\mu\text{m}$ a $24\mu\text{m}$.

2.1.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto, su magnitud está expresada en porcentaje. El coeficiente de variabilidad no debe superar el 24%, ya que se considera el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe et al., 2009). El estudio de la variación del diámetro a lo largo de la fibra, es una herramienta útil para observar la respuesta del animal frente a las situaciones medio ambientales a través del período de crecimiento de la fibra (Hansford, 1997). Un vellón con coeficiente de variación más bajo indica una mayor uniformidad del diámetro de fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

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



fuertemente entre animales (de 13 a 25%). En alpacas Huacaya el coeficiente de variabilidad es de 27.28% (Solis, 1991).

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

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

El CVMDF resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil 22.14% y 20.34%, (Huarcaya *et al.*, 2016) siendo incluso inferior a valores de 23.48 a 28.10% reportado en alpacas (Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2002; McGregor & Butler, 2004; X. Wang, Wang y Liu, 2003). Esta característica tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), resultando conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye 1 μm por cada 5% de disminución (Huarcaya *et al.*, 2016). En el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc (CIDCS - Lachocc), se encontró



CVDF de 19.08 % resultaría ser bastante buena para las exigencias de la industria textil (Paucar *et al.*, 2015).

2.1.3. FACTOR DE CONFORT

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007), en contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras (Bardsley, 1994; Baxter y Cottle, 1997; Wood, 2003). Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables en cambio prendas confeccionadas con fibras mayores a 30 micras causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra que sobresalen desde la superficie de los hilos son relativamente gruesas; sin embargo, si estos hilos fueran más delgadas serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel, estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas. (Sacchero, 2008; McColl, 2004; Mueller, 2007).

El factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario (Sacchero, 2008). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor. Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtuvieron un factor de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 2006), mientras trabajando en alpacas criados en Estados Unidos sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales se determinó un factor de confort de 73



% en machos y 70.6 % en hembras, animales de un año mostraron 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% (Lupton *et al.*, 2006).

En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de 6,33% que correspondería a un factor de confort de 93,67%, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

El factor de confort probablemente esté relacionado con las fibras meduladas, en alpacas las fibras primarias son meduladas, mientras que las secundarias pueden ser meduladas y no meduladas (Antonini *et al.*, 2004). El promedio en animales jóvenes es más fino, con menor grado de medulación, y en las gruesas hay mayor presencia de médula; en llamas y alpacas, estos valores aumentan significativamente con la edad (Martínez *et al.*, 1997; McGregor *et al.*, 2006).

El porcentaje de fibras fuertemente meduladas fue bajo (0.2%), el valor máximo hallado fue de 1.8%. Trabajos anteriores señalan valores más altos; Villarroel (1963) reportó 9.5%, y Martínez *et al.* (1997) e Iñiguez *et al.* (1998) indican 3.7% y 2.4%, respectivamente. Sin embargo, Wurzinger *et al.* (2006) reportaron 0.1% en llamas. Esta diferencia podría atribuirse a que los vellones procedieron de una población de alpacas que fue seleccionada por varias generaciones, para disminuir el DMF.

Se halló que el porcentaje de fibras con medulación continua tiene amplio rango de variación (1.17% a 65.50%), con un promedio de 23.90%, que resulta inferior a 32.50% y 40.6% reportados por Trejo (1986) y Villarroel (1963), respectivamente. En llamas, Martínez *et al.* (1997) reportaron 39.4%, también en Bolivia Iñiguez *et al.* (1998) refirieron valores menores de 17.2% y Wurzinger *et al.* (2006) un valor cercano de 14.1%.



2.1.4. FINURA AL HILADO

La finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo, donde; dos tops con diferentes MDF y CVDF pueden producir hilados de la misma uniformidad, la cual 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 (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra. (Butler y Dolling, 1992). En un estudio realizado indica que en alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de 20.90 μm observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

Se evaluaron las características tecnológicas de la fibra de llama, diámetro medio de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF 24 CVMDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) antes y después de descerदार, se tomaron muestras de 10 g de fibra de vellones de 227 llamas Chaku de la región Apurímac. Las fibras sin descerदार y descerदारadas fueron analizadas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analysis); se consideraron las variables sexo y edad, la FH en fibra sin descerदार fue de $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$ y descerदारada de $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$ (Layme et al., 2016).

En alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de 20.90 μm observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).



2.1.5. ÍNDICE DE CURVATURA

Existen limitados estudios en cuanto a la comparación de las características físicas de la fibra (diámetro, longitud de mecha e índice curvatura) de alpaca entre comunidades de la región Tacna, pero en otras regiones se han realizado diversas investigaciones incentivando de esta forma a la aplicación de programas de selección y mejoramiento genético (Álvarez, J. 1981).

Tradicionalmente, la frecuencia de rizo se utilizó como un marcador indirecto del diámetro de fibra durante la venta de lotes de ovinos (Cottle, 1991; Hatcher y Atkins, 2000); al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente (Rogers, 2006). Sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de la fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra (McGregor, 2003) o como el número de rizos por unidad de longitud (Hatcher y Atkins, 2000).

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

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



Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra (Fish et al., 1999). En EE.UU. Se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006). En Perú También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 en machos y 54.01 en hembras (Siguayro y Aliaga, 2010).

2.1.6. LONGITUD DE MECHA

El punto medio del costillar debe ser la zona de muestreo representativo para el caso de longitud de mecha en fibra de alpaca. (Villaruel, J. 1959), el crecimiento de la longitud de mecha en alpacas desciende paulatinamente al pasar los años siendo los promedios de 12,6cm en animales de 1 año, 12.15cm en animales de 2 años, 11.2cm entre 2 a 3 años y 10.4cm para 6 a 7 años de edad. Por otro lado, la nutrición juega un rol importante en la formación y maduración folicular, así como en el crecimiento (longitud) y diámetro de la fibra; así mismo la falta de manejo reproductivo produce alta consanguinidad en alpacas y genera animales híbridos como el huarizo, con una mala calidad de fibra atentando contra el mejoramiento genético (Flores, 2009). Por consiguiente, existen algunos de estos factores entre otros que perjudican la producción de fibra de mejor calidad, disminuyendo su valor comercial y ocasionando importantes pérdidas económicas a los productores, sobre todo en las pequeñas comunidades alto andinas. (Condorena, N. 1985)

Bellido, (1950) en ambas razas y Aliaga, J., (1985) citados por Salís, R., (1997); Flores, H., (1979); Álvarez, J., (1981) y Pinaza, R., (2000) en el Centro de Investigación



y Producción (CIP) La Raya - UNA – Puno considerando sexo y edad hicieron reportes como promedios generales en longitud de mecha en alpacas.

Dichos reportes concluyen que la mayor longitud de mecha corresponde a la raza Suri y la menor longitud a la raza Huacaya. Lo cual atribuyen al tipo de vellón propio de cada raza, es decir la presencia de rizos en alpacas Huacaya hace que sean menores frente a alpacas Suri las que disponen de fibras lacias.

Al respecto Kolb, E., (1974) atribuye estas diferencias a factores fisiológicos y genéticos propias de cada raza. De manera similar Maccagno, L., (1955) citado por Pinaza, R., (2000) indica que el largo de mecha está en relación con la edad del animal es decir que, a los dos años, alpacas de la raza Huacaya alcanzaron 30 cm. y las alpacas de la raza Suri fue el doble, además señala que las alpacas al quinto año de edad alcanzan la máxima producción de fibra.



2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. DIÁMETRO DE FIBRA.

En 150 muestras de fibra, se determinó el diámetro medio de fibra de alpacas Suri de uno a cinco años procedentes del Centro de Investigación y Producción La Raya, por el método Neozelandés de micro proyección tipo leads establecida por ASTM-2130, los diámetros fueron de $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$; $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$; $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$; $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$ y $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$, en alpacas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad, respectivamente (Velarde, 2011). De igual manera en un estudio en el Centro de Investigación y Producción La Raya, FMVZ – UNA, en el 2006 obtuvo un promedio de fibra en la raza Suri de 25.97 micras y ligeramente más finas en Huacaya con promedio de 25.06 micras ($P \leq 0.05$) y reportando una finura de la fibra de acuerdo a la edad fue de 22.73μ y 22.87μ para las edades de 1 y 2 años y fueron más finas respecto a otras edades. La finura intermedia fue: 24.41μ , 25.71μ y 26.18μ en 3, 4 y 5 años de edad ($P \leq 0.01$) (Bautista y Medina, 2010). El diámetro medio de fibra fue de $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$, presentan mayor finura alpacas del CIP La Raya ($21,60 \pm 2,07 \mu\text{m}$) que alpacas del CIP Chuquibambilla ($22,52 \pm 2,15 \mu\text{m}$), con diferencia estadística en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$). (Calsin, 2017).

En alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar, Puno se determinó el diámetro medio a la primera esquila según sexo, las muestras se procesaron en el equipo Sirolan Laserscan. Los resultados muestran que el promedio del diámetro de fibra fue $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$, y por sexo de $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$ y $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$ en hembras y machos, respectivamente ($P > 0.05$) (Checmapocco et al., 2013).

En un estudio en la provincia de Tarata - Tacna, obtuvo un promedio de $22,45 \mu$ en la Raza Huacaya y 21.48μ en la raza Suri respectivamente. Donde la raza Huacaya posee



fibras más gruesas que la raza Suri. Donde el promedio de diámetro de fibra de la raza Suri de acuerdo a la edad es de 19.45 μm para animales de un año, 22.27 μm para dos años, 22.93 μm para tres años y 22.08 μm para animales 4 años de edad (Flores, 2009).

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

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

Con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani provincia de Carabaya del departamento de Puno se analizaron 240 muestras de fibra en el equipo OFDA 2000; los resultados muestran que el diámetro medio de fibra fue de $19,60 \pm 2,09 \mu\text{m}$; $21,07 \pm 2,56 \mu\text{m}$ y $22,28 \pm 2,45 \mu\text{m}$ en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ($P \leq 0,05$); para el efecto del



factor sexo, los machos presentan un diámetro de fibra de $21,28 \pm 2,55 \mu\text{m}$, y las hembras de $20,69 \pm 2,69 \mu\text{m}$ ($P > 0,05$) (Ormachea et al., 2015).

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

En un estudio se determinó el perfil de fibra de 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando diámetros de fibra de $27,70 \mu\text{m}$ en hembras y $26,80 \mu\text{m}$ en machos, con un promedio de $27,85 \pm 5,35 \mu\text{m}$; con respecto a la edad, encontró valores de $24,30 \mu\text{m}$; $26,50 \mu\text{m}$ y $30,10 \mu\text{m}$ en alpacas de uno, dos y tres o más años de edad, respectivamente (Lupton *et al.*, 2006). Por otra parte en una investigación en el Sur este de Australia, los resultados del análisis de fibra de las alpacas de la raza Huacaya y Suri muestran que el incremento del diámetro de fibra no afecta al peso de vellón grasiento, pero el porcentaje de fibras meduladas aumenta con el incremento del diámetro de fibra así como con el avance de la edad (29 a $33 \mu\text{m}$), por consiguiente aproximadamente el 10 % del total de alpacas Huacaya tienen un diámetro de fibra menor de $24 \mu\text{m}$, mientras en alpaca Suri el 14% tienen el diámetro de fibra menor a $24 \mu\text{m}$. En ambas razas el 50% de los vellones tienen un diámetro de fibra mayor a $29,9 \mu\text{m}$. La incidencia de fibra medulada muestra un incremento lineal de 10 a 60 % respecto al peso y el incremento en el promedio de diámetro de fibra de 20 a $36 \mu\text{m}$ (Mc Gregor, 2006). Del mismo modo, al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro medio de fibra de $25,70 \mu\text{m}$ con valores extremos de $23,40$ a $27,30 \mu\text{m}$ (Ponzoni *et al.*, 1999)



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

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

Los resultados del diámetro de fibra del presente estudio supera al estudio de Checmapocco et al (2013) que para alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar - Puno, reporta diámetro promedio de fibra de $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$, y por sexo de $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$ y $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$ en hembras y machos, respectivamente. Mientras Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, encontró promedio del diámetro medio de fibra de $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$., y Velarde (2011), para alpacas de raza Suri de 01 y 02 años del CIP La Raya, encuentra valores de $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$; $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$, respectivamente; mientras para las alpacas de 3, 4 y 5 años encontró $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$; $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$ y $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$, respectivamente. Estas diferencias reportadas por diversos autores se deberían a factores como la práctica de selección de reproductores que realizan en cada institución, el equipo que utilizaron para mensuración de las muestras de fibra, también estaría influenciando el tipo de manejo como en comunidades de Nuñoa.

Los valores del diámetro de fibra obtenidos en la presente investigación son inferiores al reporte de Morante et al., (2009), quién manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de Mejoramiento genético en la producción de fibra de alpaca



Suri encontró $24.47\mu\text{m}$; igualmente Cervantes, et al., (2010) en el Fundo experimental Pacamarca, encuentra el diámetro de fibra en promedio para alpacas de la raza Suri fue de $24.73\pm 5.01\mu\text{m}$. Asimismo, Ponzoni et al., (1999) reporta valores superiores comparados a los valores obtenidos en el presente estudio al evaluar un programa de mejora genética para alpacas australianas $25.7\mu\text{m}$ con un rango de $23.4\mu\text{m}$ a $27.3\mu\text{m}$; igualmente, McGregor, (2006) al estudiar alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya presentan una diámetro medio de $24\mu\text{m}$ y más del 50% estaban en $29.9\mu\text{m}$, por otra parte, Lupton, (2006) quien analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas encontró un promedio de $26.83\mu\text{m}$, los anteriores autores mencionados corresponden a trabajos realizados en alpacas de la raza Huacaya. De igual manera (Siña, 2012) en Tarata – Tacna; (Gil, 2017) en IIPC, La Raya Santa Rosa – Melgar – Puno; (Roque y Ormachea, 2018) en comunidades del distrito de Ayaviri – Melgar - Puno con el fin de determinar las características productivas y textiles de la fibra en alpacas de la raza Huacaya encontraron en promedio de diámetro de fibra $23.50\pm 2.71\mu\text{m}$, $23.75\pm 0.29\mu\text{m}$, $23.00\pm 2.87\mu\text{m}$ respectivamente.

El estudio realizado por Roque y Ormachea (2018) que al determinar las características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia. Se tomaron muestras de fibra del costillar medio de 120 alpacas de dos comunidades del distrito de Ayaviri, Puno. Se determinó el diámetro, factor de confort, índice de curvatura y la finura al hilado. Los resultados obtenidos fueron para edad 21.22 ± 1.79 , 23.35 ± 1.98 y 25.48 ± 2.27 para 2, 4 y 6 años respectivamente, para efecto sexo fue 23.48 ± 2.59 y 23.23 ± 2.74 para hembra y macho respectivamente.

Según Flores, 2017. Indica que para el promedio de fibra fue $21.04\pm 2.70\mu\text{m}$. En relación a la edad los resultados fueron $19.86\pm 2.31\mu\text{m}$, $21.02\pm 2.62\mu\text{m}$ y $21.88\pm 2.70\mu\text{m}$,



para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. Así mismo, para efecto sexo fue $21.13 \pm 2.64 \mu\text{m}$ y $20.62 \pm 2.95 \mu\text{m}$ para hembra y macho respectivamente (Flores, 2017).

Según Flores, (2006), el diámetro de fibra para las alpacas de la Provincia de Tarata, según el sexo es de $23,03 \pm 4,16 \mu$ y $21,24 \pm 3,44 \mu$ para hembras y machos respectivamente, siendo estos diferentes en donde existe diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0,01$). Por lo que se evidencia que el sexo, influye sobre esta característica de importancia económica.

Morante et al., (2009) manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de Mejoramiento genético para la producción de fibra de alpaca en el Altiplano peruano, se tiene en promedio el diámetro de fibra para alpacas de la raza Suri de $24.47 \mu\text{m}$ y para la alpaca de la raza Huacaya es de $22.82 \mu\text{m}$ y según efecto sexo se tiene $23.34 \mu\text{m}$ y $22.39 \mu\text{m}$ para hembras y machos respectivamente. Donde se analizaron conjuntamente cuatro rasgos de fibra (diámetro de fibra, coeficiente de variación, factor de confort y desviación estándar con seis rasgos de tipo calificados subjetivamente (densidad de vellón, rizo, estructura de bloqueo, cabeza, cobertura y equilibrio) en dos razas de alpaca del altiplano peruano (Suri y Huacayo) para determinar su relación genética, en el fundo experimental Pacamarca, donde el diámetro de fibra en promedio para alpacas de la raza Suri fue de $24.73 \pm 5.01 \mu\text{m}$ (Cervantes, et al., 2010)

Por otra parte, Bautista y Medina (2010) reportan valores similares al presente estudio en las alpacas Suri del Centro de Investigación y Producción La Raya, como valores de 22.73 , 22.87 , 24.41 y $25.71 \mu\text{m}$, $26.18 \mu\text{m}$, en alpacas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad, respectivamente. Y Flores (2009) encontró diámetro de fibra de la alpaca raza Suri de la provincia de Tarata - Tacna, de $19.45 \mu\text{m}$, $22.27 \mu\text{m}$, $22.93 \mu\text{m}$ y $22.08 \mu\text{m}$ para alpacas de uno, dos, tres y 4 años de edad respectivamente. Las variaciones



del diámetro están más influenciadas por el factor edad, ya que a medida que aumenta la edad animal.

También se debe de manifestar que Siguyayro y Aliaga, (2010) y Vasquez et al., (2015), encontraron similares resultados, donde los machos tienen menor diámetro de fibra en relación a las hembras, sin embargo, observaron menor diámetro en relación al presente estudio, encontrando Siguyayro y Aliaga, (2010) un diámetro de fibra de $17.86\mu\text{m}$ y $18.23\mu\text{m}$ para machos y hembras respectivamente, así mismo, Vasquez et al., (2015) encontró $19.60\pm 0.20\mu\text{m}$ y $20.10\pm 0.20\mu\text{m}$ para machos y hembras respectivamente.

Mientras, Flores, (2017), encontró resultados similares al presente trabajo, es así que los machos tienen menor diámetro de fibra en relación a las hembras, así mismo, en relación al diámetro de fibra encontró similares resultados donde las alpacas de sexo macho tuvieron un resultado de $20.62\pm 2.95\mu\text{m}$ y las alpacas hembras de $21.13\pm 2.64\mu\text{m}$. Además, se puede manifestar que los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a los resultados del trabajo en alpacas de raza Suri de Diaz (2014) y Ticlla, (2015) en alpacas de la raza Huacaya, cuyos diámetros de fibra son: $19.59\pm 2.10\mu\text{m}$, $19.61\pm 2.13\mu\text{m}$ y $19.92\pm 1.85\mu\text{m}$, $19.77\pm 2.09\mu\text{m}$ para machos y hembras respectivamente.

También resulta importante el trabajo de Lupton, (2006) quien analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas de distintos sexos y edades, encontrando diámetros de fibra de $26.7\mu\text{m}$ para hembras y $27.1\mu\text{m}$ para machos; con respecto a la edad, encontró valores de $24.3\mu\text{m}$, $26.5\mu\text{m}$ y $30.1\mu\text{m}$ para alpacas de 1, 2 y 3 o más años de edad, respectivamente incrementa el grosor de la fibra.

2.2.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Para conocer los valores normales de la variabilidad del diámetro de fibra, se recopiló datos de más de 100 mil muestras de vellón, analizadas con OFDA, provenientes



de más de mil majadas de Australia y Nueva Zelanda y obtuvieron un coeficiente de variabilidad de 18 y 19% (Baxter *et al.*, 1992).

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

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

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

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

(Quispe *et al.*, 2009) al evaluar diversas unidades productivas en comunidades de la región Huancavelica reporta un promedio del coeficiente de variación del diámetro de fibra de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente.



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

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

Los valores encontrados en el presente estudio supera a lo encontrado por Flores (2009) quién registra valores muy inferiores para animales de raza Suri de Tacna como 14%, 18%, 12% y 9 % de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente. Mientras, Gil, Q. (2017) reporta el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra 24.85 % en alpacas hembras Huacaya del Instituto de Investigación y promoción en Camélidos Sudamericanos. IIPC, y además manifiesta que los valores varían de acuerdo a la edad, como los de 01 año (26.72 %), dos (26.48 %) y tres años (25.69 %), respecto a cinco (23.21 %), seis (24.12 %), siete (23.67 %) y ocho años (24.47 %).

Los valores encontrados por Garcia, Y, (2019) muestra un coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra fue de 21.46 % en alpacas Suri hembras de distintas edades pertenecientes al CIP Chuquibambilla, dichos resultados son inferiores a lo reportado por Quispe et al. (2009) reportando resultados de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. Así mismo los resultados reportados por Flores (2009) en alpacas Suri en Tacna son de 14%, 18%, 12% y 9 % para las edades de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente.



El diámetro de fibra reportado por Montes et al. (2008) menciona que cerca del 35% de los vellones tuvieron un coeficiente de variación $< 20\%$, solo un 13% tuvieron un coeficiente mayor al 25%. La media del diámetro de fibra global fue de 22.7μ . Sobre el particular, el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra es similares a los reportes de Checmapocco (2013) en alpacas Suri a la primera esquila (26.32%).

Lupton et al., (2006), refiere que el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra no resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil, esto es atribuible a factores ambientales a través del año, así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse. Es conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye un μm por cada 5% de disminución tal como refiere Lupton et al. (2006). Quispe et al. (2010) en estudios realizados en Vicuñas de la Región de Huancavelica encontró valores de 19.5% mostrando una mayor homogeneidad que otros productores de fibra animal de lujo.

McGregor y Butler (2004) y Quispe et al. (2009). Al respecto menciona que, el coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no fue afectado por el sexo de las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por (Lupton et al., 2006), quien indica que se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado. Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDF 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). Machaca (2017), manifiesta que el CVDF mostró diferencias significativas por efecto de la edad ($p < 0.01$) y por sexo.



Del mismo modo, el CVDF no estuvo influenciado por el estrato etario, tal y como lo menciona Quispe et al. (2009) en la región de Huancavelica, Perú, aunque con menor variabilidad. Asimismo, los valores son inferiores a otros reportes (Aylan-Parker y McGregor, 2002; Wang et al., 2003; McGregor y Butler, 2004; Lupton et al., 2006), donde se mencionan valores de CVDF entre 23.5 y 28.1%. Solo McGregor y Butler (2004) encontraron evidencia de que el CVDF disminuye rápidamente hasta los 2 a 3 años, para luego incrementar levemente hasta los 10 años de edad.

2.2.3. FACTOR DE CONFORT

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

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

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

Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 %. (McGregor, 2004), en estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49 % (Ponzoni et al., 1999),



mientras que Lupton et al. (2006), Trabajó en alpacas criados en EE.UU. sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39 ± 25.05 %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad fue de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente.

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

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

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

En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, encontraron valores de factor



de picazón de $6,33 \% \pm 0,30 \%$ que correspondería a un factor de confort de $93,67 \%$, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Se sabe que mientras las fibras tienen menor diámetro el confort es mayor (Quispe et al., 2009). Asimismo, se reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica (Quispe, 2010). El cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe et al., 2007).

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

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

Los valores encontrados en el presente estudio similares a lo reportado por Fernández y Maquera (2013) en alpacas de la raza Suri del CIP La Raya, considerando que el mayor índice de confort lo tuvo animales de 01 año de edad ($93,91\%$) y esta disminuye hasta los cuatro años de edad ($67,14\%$), y luego se torna constante en alpacas de cinco años de edad; estos resultados nos induce atribuir que, mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente dicho comportamiento intervienen factores de carácter ambiental y de carácter genético (crecimiento y desarrollo del animal y las esquilas periódicas) en el transcurso de la vida del animal. Así también, son inferiores a los reportados por Flores et al. (2015).



No obstante que, Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, encontró factor de confort de 82.53 % en alpacas Suri hembras y estos valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de 95.87 % al primer año de edad, hasta 71.30 % al noveno año de edad; en cuanto a la edad las mediciones fueron al año de edad (95.87 %), dos (94.49 %) y tres (86.27 %), los valores más bajos fueron en los animales de ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %).

Del mismo modo en el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, se tomaron 180 muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, los resultados muestran que el factor de confort en alpacas Suri de 95,58 % y Huacaya de 98,76 % (Díaz, 2014). del mismo modo son inferiores a los reportes de Checmapocco et al. (2013) en alpacas Suri a la primera esquila reportando un factor de confort de 95,87 % y siendo de 96,01 % y 95,74 % en hembras y machos, respectivamente.

Yunga, (2019), menciona que el factor de confort fue de 82.53 % en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, los valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de 95.87 % al primer año de edad hasta 71.30 % al noveno año de edad, al análisis de variancia existe diferencia altamente significativa en el parámetro evaluado ($P \leq 0.05$). Los mayores factores de confort fueron al año de edad (95.87 %), dos (94.49 %) y tres (86.27 %), los menores factores de confort fueron a los ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %) respectivamente.

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



alpacas se incrementan conforme avanza la edad, similares a los reportes de Ponzoni et al. (1999), McGregor (2006).

Así mismo Quispe et al. (2007). Menciona que en la región de Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de $6,33\% \pm 0,30\%$ que correspondería a un factor de confort de $93,67\%$, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil.

En un estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49% , mientras que (Lupton et al., 2006). Trabajando en alpacas criados en EE. UU sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39% (McGregor y Butler, 2004). Así mismo, al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42% y un índice de confort de 55.58% (Sacchero, 2008).

Morante et al., (2009) manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de Mejoramiento genético para la producción de fibra de alpaca en el Altiplano peruano, se tiene en promedio el diámetro de fibra para alpacas de la raza Suri de 82.17% y para la alpaca de la raza Huacaya es de 89.03% y según efecto sexo se tiene 87.39% y 88.60% para hembras y machos respectivamente.

Según el estudio realizado por Cervantes, et al. (2010). Analizaron conjuntamente cuatro rasgos de fibra (diámetro de fibra, FD; coeficiente de variación de FD, factor de confort y desviación estándar de FD) con seis rasgos de tipo calificados subjetivamente (densidad de vellón, rizo, estructura de bloqueo, cabeza, cobertura y equilibrio) en dos razas de alpaca del altiplano peruano (Suri, SU y Huacayo, HU) para determinar su



relación genética, en el Fundo experimental Pacamarca, donde el factor de confort en promedio para alpacas de la raza Suri fue de $80.91 \pm 19.46\%$.

En el estudio realizado por Ticlla, (2015). Tuvo como objetivo determinar las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, en animales de 1 año de edad y el factor de confort por efecto sexo se encontró 97.33% en machos y 97.37% en hembras.

Machaca et al. (2017). Indica que con el objetivo de establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca y para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac, cuyo promedio fue $87.12 \pm 1.02\%$ para el color blanco y para efecto edad $92.38 \pm 4.42\%$, $92.02 \pm 4.14\%$, $88.13 \pm 4.88\%$, y $86.45 \pm 3.21\%$ para diente de leche, 2 dietes, 4 dientes y boca llena respectivamente. Referente al efecto sexo fue $87.41 \pm 3.39\%$ y $91.23 \pm 2.66\%$ para macho y hembra respectivamente.

Calsin, (2017). Determino el efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas Suri, en relación a la calidad de las pasturas de los Centros de Investigación y Producción (CIP) Chuquibambilla y La Raya; se tomaron muestras de fibra de 40 alpacas tuis machos de dos años de edad de la raza Suri. El resultado obtenido en promedio fue $92,01 \pm 4,78\%$.

Los resultados son inferiores a los reportes de Quispe et al. (2009) quienes cifran valores de 93,67 % de factor de confort en alpacas de color blanco, el cual se considera relativamente como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil, se conoce que mientras las fibras tienen menor diámetro el factor de confort es mayor.



Asimismo, se reporta suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica tal como refiere Quispe (2010).

2.2.4. FINURA AL HILADO

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas Huacaya antes de la esquila; los resultados mostraron una finura la hilado de $19,40 \pm 0,20 \mu\text{m}$, la finura al hilado es diferente entre sexos ($p \leq 0,05$) y entre los grupos etarios cifrando valores de $17,4 \pm 0,2 \mu\text{m}$; $19,2 \pm 0,2 \mu\text{m}$; $20,2 \pm 0,3 \mu\text{m}$ y $21,6 \pm 0,3 \mu\text{m}$ en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Vásquez et al., 2015).

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

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

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de finura al hilado de $21,7 \pm 2,1 \mu\text{m}$, $23,8 \pm 2,1 \mu\text{m}$, $25,4 \pm 2,2 \mu\text{m}$ en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)



Los resultados encontrados son semejantes al trabajo de Díaz, (2014) en el sector Chocomaquilla, del distrito Macusani, donde en las alpacas Suri encontró valores de finura al hilado de $20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$., igualmente Calsin (2017), reporta para la finura al hilado de la fibra de alpacas Suri $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$, siendo la finura al hilado de alpacas del CIP La Raya $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$ y CIP Chuquibambilla $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$.

Calsin, (2017) indica que la finura al hilado de fibra de alpacas fue similar en las cuatro épocas del año; al análisis estadístico no existe diferencia en el parámetro evaluado ($P > 0,05$), evidenciando que no existe efecto de la época en la finura al hilado en alpacas Suri. La finura al hilado en alpacas Suri en cuatro épocas del año mostraría el mismo rendimiento cuando es hilado y convertido en hilo, resultados similares a lo referido por Manso (2011); además, mide la procesabilidad de la fibra tal como señala Lupton et al., (2006) y es una característica fuertemente heredable tal como refieren Butler y Dolling (1995); se usa con la finalidad de demostrar la influencia de los cambios del diámetro medio de la fibra y el coeficiente de variación del diámetro medio sobre la uniformidad de los hilados tal como menciona Anderson (1976). De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se concluye que la época del año no tiene influencia en la relación del diámetro medio de fibra y el coeficiente de variación del diámetro medio por lo tanto en la uniformidad de los hilados y la procesabilidad de la fibra de alpacas Suri.

Arango, (2017) indica que el factor confort presentó un promedio general de 85.63% y una desviación estándar alta de 12.42%, lo cual se demuestra con el distanciamiento de sus valores extremos con respecto a la media obteniéndose como mínimo valor 40.70% y como máximo 99.50%. El mínimo valor de factor confort correspondió al vellón de un animal de sexo macho perteneciente al grupo de edad boca llena y con un diámetro promedio de fibra de 32.6μ . El máximo valor del factor confort correspondió al vellón de un animal de sexo hembra perteneciente al grupo de edad de dos dientes y con un diámetro



promedio de fibra de 18.5μ . Con esto se demostró lo mencionado por Frank (2012) con respecto a la relación del diámetro promedio de fibra con el factor confort, que dijo que fibras finas tendrán valores de factor confort altos y lo contrario ocurriría si se trata de fibras gruesas. Con respecto al mínimo valor del factor confort obtenido, se entiende que es muy bajo debido a que el diámetro promedio de fibra fue inclusive mayor a las 30μ que sostiene la definición del factor confort. Sobre el máximo valor de factor confort obtenido, fue debido a su bajo diámetro promedio de fibra que ingresa en la calidad de súper baby por ser menor a 20μ .

Con respecto al efecto del sexo sobre el factor confort, en hembras se halló un factor confort promedio de 90.8% mayor que en los animales machos con 82.03%. Estos resultados podrían sugerir que las hembras presentan mejor factor confort que los machos; además, también coincidió que las hembras presentaron un diámetro promedio de fibra menor que los machos, siendo este 23.0μ y 25.4μ respectivamente Arango, (2016). Esto pudo deberse a que las hembras tienen mayores exigencias metabólicas, como lo son la gestación y la lactancia, que hacen que su fibra sea de menor diámetro y por tanto tengan mayor factor confort. A pesar de esto, la prueba estadística no mostró evidencia significativa para poder afirmarlo coincidiendo con lo reportado por Quispe et al. (2009) y Lupton et al. (2006) pero que difiere con lo hallado por Candio (2011) quien si encontró diferencias significativas entre sexos.

Arango, Q. (2016) indica que con respecto al efecto de la edad sobre el factor confort, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los grupos de edades lo que es similar a lo reportado por Quispe et al. (2009b). Se obtuvo que el factor confort va disminuyendo conforme la edad del animal aumenta, siendo: 96.99% en animales diente de leche, 93.92% en animales de dos dientes, 92.94% en animales de cuatro dientes y 82.51% en animales boca llena. Lo que ocurrió con el efecto de la edad para el factor



confort se explica con los valores hallados para el diámetro promedio de fibra que aumenta mientras la edad del animal también se incrementa.

También menciona que las hembras tuvieron mayor factor confort en general que los machos. Esto se evidenció en los resultados menos para el grupo de edad de animales diente de leche donde los machos tuvieron mayor factor confort que las hembras con 98.34% y 95.47% respectivamente. Analizando los datos, se observó que en el grupo de hembras diente de leche fueron dos animales que bajaron el promedio con valores de 82.5% y 83.2% de factor confort. Se confirmó por medio de la desviación estándar del factor confort que en hembras diente de leche es mucho mayor a comparación de los machos del mismo grupo de edad, con 5.41 y 1.06 respectivamente.

2.2.5. ÍNDICE DE CURVATURA

En estudios realizados en la comunidad de Iscahuaca de la región de Apurímac, en puna seca entre 3 700 y 5 300 msnm, se tomaron 405 muestras de fibra de alpacas antes de la esquila; los resultados mostraron un índice de curvatura de $37,00 \pm 0,30$ °/mm, el índice de curvatura es similar entre sexos pero diferente entre edades reportando valores de 35.8 ± 0.5 °/mm; 36.9 ± 0.8 °/mm; 37.6 ± 0.7 °/mm y 38.2 ± 0.7 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente, (Vásquez et al., 2015).

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

En un estudio realizado en las comunidades del distrito de Corani – Carabaya – Puno indican que el lugar de procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura obteniendo los siguientes resultados 43.43 grad/mm, 42.21



grad/mm y 41.27 grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34 grad/mm y 42.26 grad/mm en machos (Ormachea et al., 2015).

Estudios realizados en los centro de investigación y Producción CIP Chuquibambilla y CIP La Raya donde se tomaron 40 muestras de alpacas suri machos de dos años de edad, donde los resultados de índice de curvatura de fibra promedio general fue de $17,10 \pm 4,33$ °/mm, presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CIP Chuquibambilla ($15,88 \pm 4,21$ °/mm) que alpacas del CIP La Raya ($18,32 \pm 4,14$ °/mm); al análisis estadístico existe diferencia en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$), mostrando el efecto de la condición ecológica en el índice de curvatura en alpacas Suri (Calsin, 2017).

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

En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de índice de curvatura (grad/mm) de $38,35 \pm 4,18$ °/mm, $34,95 \pm 3,71$ °/mm, $31,74 \pm 4,47$ °/mm en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018)

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

El índice de curvatura en alpacas ha sido estudiado en Perú, en estudios se reportan valores entre 47,66 y 54,01 °/mm en alpacas (Siguayro y Gutiérrez, 2010), mientras que



Quispe (2010) encuentra una media de 38,8 °/mm. Así también, el índice de curvatura está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu et al. (2004), Wang et al. (2004), Lupton et al. (2006), McGregor (2006) quienes encontraron valores de 27,80 °/mm a 32,50 °/mm; al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 °/mm a 35 °/mm contra 25 a 60 °/mm respectivamente (Holt, 2006).

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

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

Los resultados son superiores a los reportados por Calsin (2017) donde trabajo en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla y CIP La Raya quien afirma que el índice de curvatura de fibra promedio general fue de $17,10 \pm 4,33$ °/mm, donde presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CIP Chuquibambilla con $15,88 \pm 4,21$ °/mm a comparación con alpacas del CIP La Raya con $18,32 \pm 4,14$ °/mm. Del mismo modo resultados reportados por Holt (2006) quien afirma que la fibra de alpaca Suri (15 °/mm a 35 °/mm) tiene menor curvatura que la Huacaya (25 °/mm a 60 °/mm); por lo que el promedio del estudio está dentro de los reportes del índice de curvatura de alpacas Suri. Al respecto, Fish et al. (1999), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy



transcendental en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a $20^\circ/\text{mm}$ se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de $40 - 50\text{grad}/\text{mm}$ se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los $50\text{grad}/\text{mm}$ es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

Holt, 2006). Menciona que el Índice de Curvatura es estudiada con mayor interés en los países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu et al., (2004), Wang et al., (2004), Lupton et al., (2006), McGregor (2006), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8 grad/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 contra 25 a 60 grad/mm respectivamente por lo que en EE.UU. Se encontró en alpacas, valores de $34.6\text{grad}/\text{mm}$, $33.7\text{grad}/\text{mm}$, $29.4\text{grad}/\text{mm}$ en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen $33.4\text{ grad}/\text{mm}$ y machos $32.8\text{ grad}/\text{mm}$ (Lupton et al., 2006).

De igual manera en estos últimos años se está dando más interés a esta variable, es así que, en el Perú en trabajos de investigación se encontraron resultados promedios de $38.80^\circ/\text{mm}$, $37.0\pm 0.3^\circ/\text{mm}$, $42.30\pm 6.27^\circ/\text{mm}$, $30.95\pm 6.05^\circ/\text{mm}$, $38.79^\circ/\text{mm}$, $36.63\pm 0.76^\circ/\text{mm}$, $41.46\pm 6.94^\circ/\text{mm}$ y $35.01^\circ/\text{mm}$ encontrados por Quispe (2010) en Huancavelica, Vásquez, et al. /2015) en Comunidades de la región Apurímac, Ormachea et al., (2015) en comunidades del distrito de Corani – Carabaya, Quispe y Quispe, (2016) en Santo Domingo Cachi – Junín, Gil, (2017) en IIPC - La Raya distrito de Santa Rosa – Melgar – Puno, Machaca et al, (2017) en Cotaruse – Apurímac, Flores, (2017) en Comunidades del distrito de Corani – Carabaya y Roque y Ormachea, (2018) en Comunidades del distrito de Ayaviri - Melgar – Puno respectivamente, resultados que son



superiores al encontrado en el presente estudio. Estos resultados fueron encontrados en alpacas de la raza Huacaya, donde la frecuencia del rizo es característico de esta raza, por lo tanto, el índice de curvatura es mayor, sin embargo, en la raza Suri el índice de curvatura es menor debido a que la fibra de esta raza no presenta rizos o es muy bajo (Holt, 2006).

Sin embargo, Holt, (2006) en Australia encontró resultados en promedio de 15, 55°/mm en alpacas de la raza Suri, resultado que en relación al presente trabajo de investigación es menor.

En relación al factor edad, los resultados obtenidos son menores a los resultados encontrados por Lupton et al., (2006) en EE.UU. y Holt, (2006) en Australia de 34. 60°/mm, 33. 70°/mm y 29. 4°/mm para 1, 2 y 3 años respectivamente. Así también Holt, (2006) en Australia encontró resultados de 22. 28°/mm, 24. 26°/mm, 25. 78°/mm, 27.02°/mm y 28. 38°/mm para 1, 2, 3, 4, y más de 5 años de edad respectivamente.

Así mismo, los resultados de estudios realizados en el Perú obtenidos por Vásquez, et al. /2015), en comunidades de la región Apurímac fue 35. 8±0.5°/mm, 36. 9±0.8°/mm, 37. 6±0.7°/mm y 38.2±0.7°/mm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente de igual manera Ormachea et al., (2015) en comunidades del distrito de Corani – Carabaya encontró resultados de 43.43±5.44°/mm, 42.21±6.48°/mm y 41.27±6.90°/mm para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. De la misma manera Quispe y Quispe, (2016) en Santo Domingo Cachi – Junín encontró resultados de 33.28±0.88°/mm y 28.67±0.88°/mm para 2 y 3 años de edad respectivamente. También, Gil, (2017) en IIPC - La Raya distrito de Santa Rosa provincia de Melgar – Puno encontró 42.39°/mm, 40.63°/mm, 39.74°/mm, 39.70°/mm y ≥ 37.88 para 1, 2, 3, 4 y más de 5 años de edad respectivamente. A la vez Machaca et al, (2017) obtuvo resultados para esta variable de 33.35±1.31°/mm, 40.19±1.43°/mm, 38.60±1.61°/mm y 35.66±1.50°/mm para



alpacas de dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente. También Flores, (2017) en las diferentes comunidades del distrito de Corani – Carabaya tuvo resultados de $40.87 \pm 7.09^\circ/\text{mm}$, $41.51 \pm 6.75^\circ/\text{mm}$ y $41.85 \pm 6.93^\circ/\text{mm}$ para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. Así Roque y Ormachea, (2018) en comunidades del distrito de Ayaviri – Melgar, encontró resultados de $38.35 \pm 4.18^\circ/\text{mm}$, $34.95 \pm 3.71^\circ/\text{mm}$ y $31.74 \pm 4.47^\circ/\text{mm}$ para 2, 4 y más de 5 años de edad respectivamente, resultados que son superior a los encontrados en el presente estudio.

Holt, (2006), también menciona que una curvatura menor de 50 grados/mm se describe como curvatura baja; de allí que el índice de curvatura (ICur) estimado a nivel general (37.0 grados/mm) en el presente estudio correspondería a una fibra con baja cantidad de rizos. Los resultados obtenidos fueron $22.28^\circ/\text{mm}$, $24.26^\circ/\text{mm}$, $25.78^\circ/\text{mm}$, $27.02^\circ/\text{mm}$, $28.38^\circ/\text{mm}$ para 1, 2, 3, 4 y más de 5 años de edad en la raza Huacaya y en la raza Suri se obtuvo $15.55^\circ/\text{mm}$ en promedio.

Según Diaz, (2014). Menciona en su trabajo de investigación realizado en el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, provincia de Carabaya, con el objetivo de determinar diámetro de fibra, finura al hilado, factor de confort, índice de curvatura de la fibra en función al lugar de procedencia, sexo y raza (Huacaya y Suri), también se realizó la correlación diámetro de fibra entre factor de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya y la correlación del diámetro de fibra y factor de confort en alpacas Suri, donde el promedio del índice de curvatura fue de 29.80 ± 4.06 grad/mm y para la fibra de la alpaca de la raza suri fue de 18.14 ± 2.60 grad/mm.

Según (Ticlla, 2015). Reporta que las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro Experimental de Camélidos



Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, en animales de 1 año de edad y el índice de curvatura por efecto sexo se encontró 32.95 grad/mm en machos y 32.76 grad/mm en hembras.

Un estudio realizado entre diciembre de 2009 y diciembre de 2010 en alpacas de la comunidad campesina de Santo Domingo de Cachi, en el distrito de Yanacancha, provincia de Chupaca y departamento de Junín- Perú, con la finalidad de estimar componentes de varianza fenotípica, correlación fenotípica y repetibilidad de media de diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF (CV MDF), peso de vellón (PVe), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM), donde se encontró los índices de curvatura promedio de $30.95 \pm 6.05 \text{ grad/mm}$, así mismo, en relación a la edad se encontró $33.28 \pm 0.88^\circ/\text{mm}$ y $28.67 \pm 0.88^\circ/\text{mm}$ para 1 y 2 años respectivamente, en relación al sexo se encontró $30.70 \pm 0.85 \text{ grad/mm}$ y $31.26 \pm 0.92 \text{ grad/mm}$ para machos y hembras respectivamente (Quispe y Quispe, 2016).

Machaca et al. (2017). Menciona que al establecer el perfil de las principales características físicas de la fibra de alpaca que pueden servir para su mejor comercialización y para fines de mejoramiento genético. Se hicieron mediciones de 145 muestras de colores blanco, intermedio y oscuro pertenecientes a alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac. El promedio fue $36.63 \pm 0.76^\circ/\text{mm}$ y los resultados para el color blanco para el efecto edad fue $33.35 \pm 1.31^\circ/\text{mm}$, $40.19 \pm 1.43^\circ/\text{mm}$, $38.60 \pm 1.61^\circ/\text{mm}$ y $35.66 \pm 1.50^\circ/\text{mm}$ para diente de leche, 2 dietes, 4 dientes y boca llena respectivamente. Referente al efecto sexo fue $33.76 \pm 1.13^\circ/\text{mm}$ y $38.23 \pm 0.97^\circ/\text{mm}$ para macho y hembra respectivamente.



2.3.6. LONGITUD DE MECHA

Al evaluar la longitud de mecha en alpacas Huacayas de cuatro zonas alpaqueras de la región de Puno, encontró un promedio de 10,17 cm, para animales de un año de edad Sanabria (1989). Igualmente, Espezua (1989) en su trabajo de investigación reportó un promedio de 9,25 cm, para alpacas Huacayas de un año de edad. En alpacas Huacaya de un año de edad, de la SAIS Pachacutec en la Sierra Central, registró valores promedio de longitud de mecha, donde los machos obtuvieron un promedio de $12,38 + 1,27$ cm; con un coeficiente de variabilidad de 10,27% y las hembras $12,75 + 1,57$ cm, con un coeficiente de variabilidad de 12,31%, sin diferencia estadística ($p > 0,05$) entre ambas medias (Marín, 2007).

El color no influye sobre la longitud de mecha ($P > 0,05$) registrando valores extremos de 116 a 111 mm de longitud de mecha entre colores LF (LFx, LFy, LFz), café oscuro, café oscuro, café rojo, gris, café claro, negro y blanco (Flores, 2009).

La longitud de mecha en las alpacas de la raza Huacaya presenta una relación directa entre la edad y longitud, es decir a mayor edad, mayor longitud, por lo que existe un incremento progresivo de la longitud hasta los tres años y un descenso significativo al cuarto año (Flores, 2009).

Para la longitud de mecha en alpacas Huacaya, se obtuvo un promedio general de $10,42 \pm 2,71$ cm. Siendo, para el efecto sexo $10,42 \pm 2,73$ cm y $10,19 \pm 2,17$ cm para hembras y machos respectivamente, por lo que se podría suponer que esta variable no estaría influenciada por el factor sexo. Para el efecto edad, las alpacas de dos dientes poseen una mayor longitud con $11,05 \pm 2,55$ en comparación de las alpacas con diente de leche que poseen la menor longitud de mecha $8,78 \pm 1,45$. Esto es debido al periodo de esquila bianual que realizan en la zona (Siña, 2012).



La longitud de mecha es la medida del largo de un conjunto de libras que tiene un año de crecimiento. Este factor determina el destino en la industria. Ya sea para el peinado o cardado (Tapia, 1999); es un parámetro de importancia en la industria textil su determinación determina su operación de importancia practica en las distintas fases de la crianza, comerciales e industrialización (Villaroel, 1983). Se reporta en la CAP Huaycho un promedio de 13,50 cm de longitud de mecha a su vez se indica que hay mayor desarrollo en los primeros años de edad con 17,21 cm. para luego descender a los 2,3, y 4 años hasta 12,34 cm. 14,04 cm. y 11,81 cm. respectivamente.

Los promedios de longitud de mecha en el CIP La raya para tuis de 1 año en machos $11,09 \pm 1,35$ cm y hembra $11,12 \pm 1,39$ cm; tuis de 3 años en machos fue de $9,36 \pm 1,25$ cm y hembra de $10,03 \pm 1,54$ cm, indica si bien las alpacas de ambos sexos no presentaron diferencias estadísticas, existe aumento longitud de mecha en las hembras. Así mismo, referente a la edad se encontró promedio de $11,23 \pm 1,35$ cm y $9,71 \pm 1,45$ cm para tuis de 1 y 2 años respectivamente (Zanabria, 1989).

En el centro de producción "La Raya" el promedio de longitud de mecha en animales de 1 a 6 años de edad para ambas razas: 15,05 cm; 14,38 cm; 13,08 cm; 12,44 cm; 11,88 cm y 10,95 cm. respectivamente, mencionando que la longitud de mecha en alpacas huacaya tiene un promedio de 11, 67 cm y 15,39 cm en mecha. En cuanto al sexo se observa una superioridad ligera en machos de ambas razas; en la raza huacaya machos con 12,03 cm y las hembras 11,47 cm y para la raza suri machos 15,98 y hembras 15,06 cm (Flores, 1979).

La menor longitud de mecha en comunidades campesinas de garantía lampa corresponde a la edad de 1 año con 6,93 cm de promedio la misma que aumenta conforme avanza la edad años 3 años promedio es de 10,26 cm y llegando a 11,07 cm en animales



de 5 años y estos resultados al análisis estadístico fueron diferentes respecto al efecto sexo los resultados fueron de 9,58 cm y 9,89 cm no habiendo diferencia estadística: y también indica promedios similares y está influenciada por el color. Los promedios fueron de 9,58 cm. 9,57 cm. 9,60 Cm para blancos IF. Castaño y Oscuro respectivamente (Supo, 1991).

La longitud de mecha se incrementa en los dos primeros años, disminuyendo fuertemente al tercer año de edad, pero posteriormente sigue decreciendo paulatinamente. Siendo el promedio de 12,24 cm; 12,16 cm; 10,90 cm; 10,04 cm; 9,10 cm y 8,30 cm para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 años de edad respectivamente (Bustinza y Burfening, 1992).

Las alpacas machos en Quimsachata INIA Puno poseen mayor longitud de mecha (12, 15+2,10 cm.) que las hembras (11,81± 2,22 cm). Las alpacas adultas (3,4 y 5 años) tienen una menor longitud de mecha (9,93 cm.) que las alpacas de 1 y 2 años de edad (14,24 cm.). Para efecto color fueron similares al análisis estadístico ($p \leq 0,05$) (Montesinos, 2000).

Existe poca información sobre la tasa de crecimiento de la longitud de fibra de alpaca Suri, especialmente durante el primer y segundo año de vida, los resultados del estudio son similares a los reportados por Quispe et al. (2014) quienes determinaron el crecimiento de fibra mensual de alpaca de dos genotipos (Suri y Huacaya) en los Andes Altos del Perú; el perfil del crecimiento de la longitud de fibra determinada a lo largo del año en el genotipo Suri tuvo un crecimiento del 20 % mayor que el genotipo Huacaya, el crecimiento del genotipo Suri fue de 1,34 cm / mes similar a los resultados del presente estudio (1,33 cm / mes).

La longitud de fibra constituye uno de los elementos básicos que determina el tipo de proceso industrial, existe una relación directa entre el diámetro y la longitud de fibra, a mayor longitud de fibra mayor diámetro, varía en función a la raza, en Huacaya es



aproximadamente dos pulgadas más corta que en la Suri para un mismo periodo de crecimiento, el mayor crecimiento de la longitud de fibra en el CIP Chuquibambilla ($4,06 \pm 0,37$ cm) respecto al CIP La Raya ($3,94 \pm 0,33$ cm) se debe probablemente al factor alimentación; los elementos nutritivos que constituyen la alimentación son considerados como los de mayor influencia en la longitud de fibra, se estima que el crecimiento mensual de la fibra de alpaca es de un cm por mes tal como refiere Quispe et al. (2009),

La longitud de fibra del estudio son similares a alpacas de un año de edad en Australia reportada por McGregor (2006), indicando que la longitud de fibra de alpacas Suri fue 3,2 cm más largo que la alpaca de Huacaya; la diferencia aparente en la longitud de fibra entre Suri y Huacaya pueden estar relacionadas con la curvatura natural o fricción de fibra, dicho estudio indica que Lupton et al. (2006) encontraron una correlación negativa entre estos parámetros (diámetro y longitud) para alpacas en EE.UU., mientras que Wuliji et al. (2000) reportaron una correlación positiva en alpacas de Nueva Zelanda.

Los resultados son superiores a los reportes de McGregor et al. (2011) quienes en la región de Huancavelica en alpacas Huacaya hembras adultas determinaron una longitud de fibra de 91 mm, menor a la raza Suri tal como refiere Quispe et al. (2014), el patrón general fue una disminución marcado dorso-ventral en la longitud de fibra y una disminución en el cuello; en forma similar a los reportes de Wuliji et al. (2000) en alpacas estudiadas en las islas del sur de Nueva Zelanda considerando edad (uno, dos y tres años), los promedios de la longitud de mecha fue de 9,9 cm, 12,2 cm y 12,6 cm, respectivamente. Así mismo, son superiores a los determinados en alpacas Huacaya blancas de uno a siete años de edad por Cordero et al. (2011), quienes reportan $4,15 \pm 1,33$ pulgadas ($10,54 \pm 3,38$ cm) de longitud de fibra, inferiores al presente estudio.



Los resultados reportados por Quispe et al. (2014) quienes determinaron el crecimiento de fibra mensual de alpaca de dos genotipos (Suri y Huacaya) y sexo (machos y hembras) en los Andes Altos del Perú, el perfil del crecimiento de la longitud de fibra fue determinada a lo largo del año y fue afectado por el mes; el crecimiento de longitud de fibra aumentó en cada uno de los tres primeros meses y luego mantuvo una tasa casi constante durante el resto del primer año; así mismo, en alpacas Suri y Huacaya se muestra un crecimiento de 3,96 cm entre los meses de enero a marzo, 3,09 cm entre abril a junio, 3,71 cm entre julio a setiembre y 3,85 cm de octubre a diciembre con diferencias estadística entre meses, similar comportamiento del crecimiento de fibra de alpacas Suri del presente estudio.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en los meses de octubre y noviembre del 2019 en los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla. El Centro Experimental la Raya está ubicado en el distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar, Región de Puno; a una altitud que oscila desde los 4136 hasta los 5470 msnm, y en las coordenadas geográficas de $10^{\circ} 13' 33''$ latitud sur y a $70^{\circ}57'12''$ longitud oeste. El clima es variado registrándose temperaturas de 14.88°C como máximo en los meses de octubre y noviembre, y una mínima de -14.88°C en los meses de junio y julio; cuya temperatura media es de 6.52°C y una precipitación pluvial de 625mm con alta evaporación promedio anual (SENAMHI, 2016). El Centro Experimental Chuquibambilla se encuentra ubicado entre las coordenadas Longitud Oeste: $70^{\circ} 43' 50''$ Latitud Sur: $14^{\circ} 43' 35''$ Altitud: 3970 m.s.n.m. se halla situado, en el Distrito de Umachiri, Provincia de Melgar y Región de Puno, a 18 Kms. de la ciudad de Ayaviri. La formación ecológica del Centro es un Bosque Húmedo Montaña, con temperatura máxima de 16.35°C , mínima -2.87°C , media 6.97°C . Y una precipitación promedio anual de 695.38 mm. (SENAMHI, 2016).

Las muestras de fibra fueron analizadas en el Laboratorio de Fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos PECSA de la Región – Puno. Y posterior a ello se utilizó el programa SAS v.9.4., para el análisis de datos de forma estándar.



3.2. MATERIAL DE ESTUDIO

Tabla 1. Distribución de animales para el estudio.

	La Raya		Chuquibambilla		Total/edad
	Sexo		Sexo		
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	
Edad	1	40	40	40	160
	2	15	40	40	135
	3	8	40	3	91
	4	6	34	12	92
Subtotal	69	154	95	160	
Total	223		255		478

3.2.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales:

- Tijeras para la obtención de muestras.
- Papel bulky
- Bolsas de polietileno.
- Libreta de campo
- Soga
- Lápiz
- Mameluco
- Botas
- Guantes de látex
- Barbijo
- Caja de cartón.
- Regla de 30cm.

Instalaciones:

- Corrales de aparto y espera.



Equipo:

- Ficha de resultados para el recuento de mediciones de diámetro y longitud de fibra.
- Cámara fotográfica.
- OFDA 2000, modelo 2145 con procesador de Windows 8 el cual permite procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos en tiempo real.
- Impresora.
- Laptop.

3.3. PROCEDIMIENTO

3.3.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE FIBRA

En la toma de muestra de fibra se utilizó una tijera y se cortaron mechales de fibras, hasta alcanzar aproximadamente 6g de la región del costillar medio el cual se considera como la zona más representativa para medir el promedio del diámetro medio de fibra (Aylan Parker y McGregor, 2001).

Seguidamente las muestras fueron empaquetadas en papel bulky y luego cerradas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con su rotulo donde se consideraron los siguientes datos: nombre del propietario, número de arete del animal, sexo del animal, edad de la alpaca, fecha de obtención de la muestra; luego de obtener las 478 muestras de fibra estas fueron enviadas para su análisis al laboratorio de fibras del Gobierno Regional de Puno.



3.3.2. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DE FIBRA

Las 478 muestras fueron analizadas con la finalidad de determinar el diámetro de fibra; y características textiles de la fibra de alpaca como el coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura, finura al hilado y longitud de mecha, para lo cual se utilizó el equipo OFDA 2000, siguiendo las recomendaciones dadas por Brims *et al.* (1999); el OFDA es un instrumento para medir la lana sucia y el perfil de diámetro a lo largo de la grapa que se basa en la tecnología de digitalización de imágenes y analizador óptico de las mismas (Elvira, 2017), con la ejecución del programa de administración de datos IWG/Meswin/OFDA.exe.

El procedimiento el diámetro fibra, FC, IC, CV fue el siguiente:

a) El trabajo se realizó primero calibrando el equipo OFDA 2000 con el slide o gradilla usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.

b) Para determinar el factor de corrección de grasa primero se realizó con la identificación de 30 muestras de fibra en sucio, debido a que el OFDA 2000 mide las dimensiones de fibras crudas (grasientos y sucios) y luego utiliza un factor de corrección de la constante (dentro de una muestra) para estimar las verdaderas dimensiones. Este factor de corrección se mide y calcula en el sitio de trabajo, en este caso el factor de corrección de grasa fue de 0.6μ .

c) Luego se procedió a medir todas las muestras de fibra colocándose en una gradilla y el analizador óptico del diámetro de fibra es quien se encarga de aplicar la corrección de grasa automáticamente para así determinar la media del diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura, finura al hilado y longitud de mecha.



3.3.3. DETERMINACIÓN DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN

El coeficiente de variación (CV) se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde a la heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y fue expresada como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100.

3.3.4. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CONFORT

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde al porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene el vellón de alpaca.

3.3.5. DETERMINACIÓN DE FINURA AL HILADO

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

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

3.3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CURVATURA

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

3.3.7. DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE MECHA

Se determinó mediante el uso de una regla graduada y milimetrada haciendo coincidir la base de la mecha con el punto cero de la regla graduada verificando la lectura a la mitad del cono terminal de mecha en milímetros como unidad de medida.



3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los datos de las variables de estudio (diámetro, factor de confort, diámetro al hilado) fueron analizados a través de un diseño completo al azar con un arreglo factorial $4 \times 2 \times 2$; siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + (AC)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + (E_{ijk})$$

Donde:

$i = 1, 2, 3$ y 4 (edad)

$j = 1$ y 2 (sexo)

$k = 1$ y 2 (lugar)

Y_{ijk} = variable respuesta

U = Media general

A_i = Efecto de la i -ésima edad

B_j = Efecto del j -ésimo sexo

C_k = Efecto del k -ésimo lugar

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción edad/sexo

$(AC)_{ik}$ = Efecto de la interacción edad/lugar

$(BC)_{jk}$ = Efecto de la interacción lugar/sexo

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto de la interacción entre edad/sexo/lugar



E_{ijk} = Error Experimental.

La comparación de promedios de las variables diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de fibra por edad, se ha realizado mediante la prueba de Significación Múltiple de Duncan con $\alpha= 0.05$.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIÁMETRO DE FIBRA

Los resultados para el diámetro de fibra en alpacas de la raza Suri de los centros experimentales La Raya y Chuquibambilla se muestran en la Tabla 2, y el análisis de varianza (Anexo 1), donde se encontró diferencias altamente significativas en la variación del diámetro de fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como; edad ($P<0.01$), lugar ($P<0.01$), sexo ($P<0.01$) y las interacciones edad/lugar, edad/sexo, lugar/sexo ($P<0.05$) y edad/lugar/sexo ($P<0.01$).

Tabla 2. Diámetro de la fibra (μ) de alpaca Suri según edad/lugar/sexo.

Edad (años)	Lugar	Sexo	N	Promedio	DS	CV (%)
1	La Raya	H	40	19,43 ^a	2,34	12,04
1	La Raya	M	40	19,44 ^a	2,34	12,03
1	Chuquibambilla	M	40	19,45 ^a	2,34	12,03
1	Chuquibambilla	H	40	19,55 ^a	2,34	11,96
2	La Raya	H	40	19,78 ^a	2,34	11,83
2	Chuquibambilla	M	40	20,37 ^a	2,34	11,48
2	La Raya	M	15	20,47 ^a	9,06	44,25
2	Chuquibambilla	H	40	21,87 ^b	2,34	10,69
4	La Raya	H	34	23,04 ^{b c}	2,33	10,11
3	La Raya	M	8	23,45 ^{b c}	2,31	9,85
4	La Raya	M	6	23,67 ^{b c}	2,32	9,80
3	Chuquibambilla	H	40	23,85 ^c	2,34	9,81
4	Chuquibambilla	H	40	23,85 ^c	2,34	9,81
3	La Raya	H	40	23,88 ^c	2,34	9,79
4	Chuquibambilla	M	12	24,44 ^c	2,32	9,49
3	Chuquibambilla	M	3	29,33 ^d	2,33	7,94

Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ($p < 0,05$)

H= hembra M=Macho

En la Tabla 2. se observa que el diámetro de fibra de alpacas Suri varia por efecto de la interacción edad/lugar/sexo; donde los animales de 1 y 2 años de ambos sexos y



lugares evidenciaron menor diámetro que oscila de 19,43 a 20,47 micras y estos fueron similares estadísticamente, excepto las hembras de 2 años del C.E. Chuquibambilla mostraron un valor superior (21,87 μm); mientras las alpacas de 3 a 4 años tanto machos y hembras tuvieron valores de 23,04 a 24,44 micras y 3 reproductores machos del CE Chuquibambilla mostraron el diámetro más alto de 29,33 micras ($P < 0,05$).

Los resultados del diámetro de fibra del presente estudio supera al estudio de Checmapocco *et al* (2013) donde las alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar - Puno, reporta diámetro promedio de fibra de $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$, y por sexo de $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$ y $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$ en hembras y machos, respectivamente. Mientras Calsin (2017) en alpacas Suri de dos años en el CIP Chuquibambilla, encontró promedio del diámetro medio superior al nuestro ($22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$), por parte Velarde (2011), para alpacas de raza Suri de 01 y 02 años del CIP La Raya, reporta valores de $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$; $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$, respectivamente; mientras para las alpacas de 3, 4 y 5 años encontró $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$; $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$ y $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$, respectivamente. Estas diferencias reportadas por diversos autores se deberían a factores como la práctica de selección de reproductores que realizan en cada institución, el equipo que utilizaron para mensuración de las muestras de fibra, también estaría influenciando el tipo de manejo como en comunidades de Nuñoa.

Los resultados del diámetro de fibra del presente estudio supera al estudio de Checmapocco *et al* (2013) que para alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar - Puno, reporta diámetro promedio de fibra de $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$, y por sexo de $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$ y $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$ en hembras y machos, respectivamente. Mientras Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, encontró promedio del diámetro medio de fibra de $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$., y Velarde (2011), para alpacas de raza Suri



de 01 y 02 años del CIP La Raya, encuentra valores de $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$; $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$, respectivamente; mientras para las alpacas de 3, 4 y 5 años encontró $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$; $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$ y $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$, a respectivamente. Estas diferencias reportadas por diversos autores se deberían a factores como la práctica de selección de reproductores que realizan en cada institución, el equipo que utilizaron para la mensuración de las muestras de fibra (OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999), efecto de la variación ecológica y épocas del año; Lluvia (enero a marzo); intermedio Lluvia-secano (abril a junio); secano (julio a setiembre); secano e intermedio secano-lluvia (octubre a diciembre), también estaría influenciando el tipo de manejo en las comunidades de Nuñoa, tales como; la selección continua de animales y programas de mejoramiento genético.

Los valores del diámetro de fibra obtenidos por Morante et al., (2009), fueron de $24.47\mu\text{m}$ para alpacas Suri y Cervantes, et al., (2010) encuentra similar diámetro de fibra en promedio para alpacas de la raza Suri $24.73\pm 5.01\mu\text{m}$ en ambos sexos del Fundo Pacamarca. Por otra parte, Bautista y Medina (2010) reportan valores parecidos al presente estudio en las alpacas Suri del Centro de Investigación y Producción La Raya, con valores de $22.73 \mu\text{m}$, $22.87 \mu\text{m}$, $24.41 \mu\text{m}$, $25.71 \mu\text{m}$, $26.18 \mu\text{m}$, en alpacas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad, respectivamente. Y Flores (2009) encontró diámetro de fibra de la alpaca raza Suri de la provincia de Tarata - Tacna, de $19.45 \mu\text{m}$, $22.27 \mu\text{m}$, $22.93 \mu\text{m}$ y $22.08 \mu\text{m}$ para alpacas de uno, dos, tres y 4 años de edad respectivamente. Las variaciones del diámetro están más influenciadas por el factor edad, ya que a medida que aumenta la edad animal va aumentando el diámetro de fibra (mayor grosor). Además, se puede manifestar que los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a los resultados del trabajo en alpacas de raza Suri de Diaz (2014).

4.2. COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

Los resultados para el coeficiente de variabilidad de la fibra en alpacas de la raza Suri de los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla se muestran en la Tabla 3; y el análisis de varianza (Anexo 2), se encontró diferencias altamente significativas en el coeficiente de variación de la fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factor edad ($P < 0.01$); mientras que los otros factores lugar, sexo, y las interacciones edad/lugar, edad/sexo, lugar/sexo, edad/lugar/sexo no tuvieron efecto ($P > 0.05$).

Tabla 3. Coeficiente de variabilidad (%) de la fibra de alpacas Suri según Edad.

Edad (años)	N	Promedio	DS
3	91	29,37 ^a	3.12
4	92	30,83 ^b	2.75
2	135	31,00 ^b	3.62
1	160	32,24 ^c	3.37

Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ($p < 0,05$)

En la tabla 3, se observa coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra de alpacas Suri por efecto edad animal; donde los animales de los dos lugares de 1 y 2 años mostraron mayor coeficiente de variabilidad (31,00 y 32,24 %) y estos fueron diferentes estadísticamente; no obstante que las alpacas de 4 y 3 años mostraron valores inferiores (29,37 y 30,83 %), respectivamente ($P < 0,05$).

Los valores encontrados en el presente estudio supera a lo encontrado por Flores (2009) quién registra valores de CV muy inferiores para animales de raza Suri de Tacna como 14, 18, 12 y 9 % para alpacas de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente, mientras, Gil, Q. (2017) reporta el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra 24.85 % en alpacas hembras Huacaya del Instituto de Investigación y promoción en Camélidos Sudamericanos. IIPC, y además manifiesta que los valores varían de acuerdo



a la edad, siendo superior los de 1 año (26.72 %), dos años (26.48 %) y tres años (25.69 %), respecto a cinco (23.21 %), seis (24.12 %), siete (23.67 %) y ocho años (24.47 %).

Los valores encontrados por García, Y. (2019) muestra un coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra de 21.46 % en alpacas Suri hembras de distintas edades pertenecientes al CIP Chuquibambilla, dichos resultados son inferiores a lo reportado por Quispe et al. (2009) reportando resultados de 23.12, 22.56, 22.51 y 22.41 %, para animales dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente. Así mismo los resultados reportados por Flores (2009) en alpacas Suri en Tacna son de 14%, 18%, 12% y 9 % para las edades de 1 año, 2 años, 3 años y 4 años respectivamente. Y Checmapocco (2013) reporta 26,32 % de coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra en alpacas Suri del Distrito de Nuñoa, que es inferior a los valores del presente estudio; diferencia que se atribuye al manejo como es la selección que practican los criadores y también a las diferencias de alimentación y altitud donde se encuentran los referidos animales.

Lupton et al., (2006), refiere que el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra no resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil, esto es atribuible a factores ambientales a través del año, así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse. Es conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye un μm por cada 5% de disminución tal como refiere Lupton et al. (2006). Estas diferencias reportadas por diversos autores se deberían a factores como; el efecto de la variación ecológica y épocas del año; Lluvia (enero a marzo); intermedio lluvia-secano (abril a junio); secano (julio a setiembre); secano e intermedio secano-lluvia



(octubre a diciembre), y el uso del equipo OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999).

4.3. FACTOR DE CONFORT

Los resultados para el factor de confort de la fibra en alpacas de la raza Suri de los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla se muestran en la Tabla 4; y el análisis de varianza (Anexo 3), evidencia que existe diferencias altamente significativas en la variación del factor de confort de la fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como edad, lugar, sexo y las los factores secundarios como las interacciones edad/lugar, edad/sexo, lugar/sexo y edad/lugar/sexo ($P < 0.01$).

Tabla 4. Factor de confort de la fibra (%) de alpaca Suri según edad/lugar/sexo.

Edad (Años)	Lugar	Sexo	n	Media	D.S.	C.V (%)
1	La_Raya	M	40	96,19 ^a	6,38	6.63
2	La_Raya	H	40	95,72 ^a	6,38	6.66
1	La_Raya	H	40	95,51 ^a	6,38	6.67
1	Chuquibambilla	M	40	95,21 ^a	6,38	6.70
1	Chuquibambilla	H	40	95,09 ^a	6,38	6.70
2	Chuquibambilla	M	40	94,93 ^a	6,38	6.72
2	La_Raya	M	15	94,46 ^{a b}	6,39	6.76
2	Chuquibambilla	H	40	91,38 ^{c b}	6,38	6.98
4	La_Raya	H	34	89,34 ^c	6,41	7.17
3	La_Raya	M	8	88,75 ^c	6,39	7.20
3	La_Raya	H	40	87,64 ^c	6,38	7.27
4	Chuquibambilla	H	40	87,61 ^c	6,38	7.28
3	Chuquibambilla	H	40	86,97 ^c	6,38	7.33
4	Chuquibambilla	M	12	86,57 ^c	6,37	7.35
4	La_Raya	M	6	86,35 ^c	6,39	7.40
3	Chuquibambilla	M	3	63,63 ^d	6,39	10.04

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

En la Tabla 4. se evidencia que el factor de confort de la fibra de alpacas Suri varía por efecto de la interacción edad/lugar/sexo; donde los animales de 01 y 02 años de ambos sexos y lugares evidenciaron mayor valor del factor de confort que oscila de 96,19 a 94,46 % y estos fueron similares estadísticamente, excepto las hembras de 2 años del C.E. Chuquibambilla mostró mayor valor como 91,38 %; mientras las alpacas de 3 a 4 años tanto machos y hembras reflejaron valores de 89,34 a 86,35 % y 3 reproductores machos del CE Chuquibambilla mostró el factor de confort más bajo de 63,33 % ($P < 0,05$).

Los valores encontrados en el presente estudio son similares a lo reportado por Fernández y Maquera (2013), en alpacas de la raza Suri del CIP La Raya, considerando que el mayor índice de confort lo tuvo animales de 01 año de edad (93.91%) y este disminuye hasta los cuatro años de edad (67.14%), y luego se torna constante en alpacas de cinco años de edad; estos resultados nos inducen a atribuir que, a mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente intervienen los factores de carácter ambiental y de carácter genético (crecimiento y desarrollo del animal y las esquilas



periódicas) en el transcurso de la vida del animal. Así también, estos son inferiores a los reportados por Flores et al. (2015).

No obstante que, Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, encontró factor de confort de 82.53 % en alpacas Suri hembras y estos valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de 95.87 % al primer año de edad, hasta 71.30 % al noveno año de edad; en cuanto a la edad las mediciones fueron al año de edad (95.87 %), dos (94.49 %) y tres (86.27 %), los valores más bajos fueron en los animales de ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %). Del mismo modo en el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, donde con 180 muestras de fibra de alpacas Suri, los resultados reflejan el factor de confort en alpacas Suri de 95,58 % (Díaz, 2014); del mismo modo son inferiores a los reportes de Checmapocco et al. (2013) en alpacas Suri a la primera esquila reportando un factor de confort de 95,87 % y siendo de 96,01 % y 95,74 % en hembras y machos, respectivamente.

Yunga, (2019), reporta el factor de confort de 82.53 % en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, y estos valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de 95.87 % al primer año de edad hasta 71.30 % al noveno año de edad; los mayores factores de confort fueron al año de edad (95.87 %), dos (94.49 %) y tres (86.27 %), los menores factores de confort fueron a los ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %) respectivamente. Asimismo, Morante et al., (2009) manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de mejoramiento genético para la producción de fibra de alpaca en el Altiplano peruano.

El factor de confort de la fibra de alpacas Suri del estudio son superiores a los reportados por McGregor y Butler (2004) en alpacas criadas en Australia, quienes cifran



un valor de 55,58 %. Ponzoni et al. (1999) en alpacas al sur de Australia, muestran un índice de confort de 75,49 %; mientras que Lupton et al. (2006) en alpacas Huacaya criadas en EEUU encontró un factor de confort de $68,39 \pm 25,05$ %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente; en todos los casos son inferiores al presente estudio, debido probablemente al factor medioambiental y alimentación por lo tanto al engrosamiento de la fibra tal como reporta Russel y Redden (1997). Estos valores obtenidos por diversos autores se deberían a factores del efecto de la variación ecológica y épocas del año, ya que se realizaron el muestreo en épocas de; Lluvia, intermedio lluvia-secano, seco e intermedio seco-lluvia respectivamente.

4.4. FINURA AL HILADO

Los resultados para la finura al hilado de la fibra en alpacas de la raza Suri de los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla se muestran en la Tabla 5, y en el análisis de varianza (Anexo 4), se encontró diferencias altamente significativas en la variación del diámetro de fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como edad, lugar, sexo ($P < 0.01$), y las interacciones edad/lugar, edad/sexo, lugar/sexo ($P < 0.05$) y edad/lugar/sexo ($P < 0.01$).

Tabla 5. Finura al hilado ($m\mu$) de alpaca Suri según Edad/lugar/sexo.

Edad (Años)	Lugar	Sexo	n	Media	E.E.	C.V (%)
1	La_Raya	M	40	20,90 ^a	2,65	12.65
1	Chuquibambilla	M	40	21,15 ^a	2,65	12.52
2	La_Raya	H	40	21,22 ^a	2,65	12.48
1	La_Raya	H	40	21,22 ^a	2,65	12.48
1	Chuquibambilla	H	40	21,40 ^a	2,65	12.38
2	La_Raya	M	15	21,85 ^a	2,67	12.21
2	Chuquibambilla	M	40	21,90 ^a	2,65	12.10
2	Chuquibambilla	H	40	23,55 ^b	2,65	11.25
4	La_Raya	H	34	24,61 ^{b c}	2,68	10.88
3	La_Raya	M	8	24,71 ^{b c}	2,65	10.72
3	La_Raya	H	40	25,06 ^{b c}	2,65	10.57
4	Chuquibambilla	H	40	25,39 ^{b c}	2,65	10.43
4	La_Raya	M	6	25,63 ^{b c}	2,66	10.37
3	Chuquibambilla	H	40	25,68 ^c	2,65	10.31
4	Chuquibambilla	M	12	26,15 ^c	2,66	10.17
3	Chuquibambilla	M	3	30,53 ^d	2,66	8.71

Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ($p < 0,05$)

La finura al hilado de la fibra de alpacas Suri varía por efecto de la interacción edad/lugar/sexo, tal como se observa en la Tabla 5, donde los animales de 1 y 2 años de ambos sexos y lugares evidenciaron menor diámetro que oscila de 20,90 a 21,90 micras, valores estadísticamente similares, excepto las hembras de 2 años del C.E. Chuquibambilla mostró un valor superior (23,55 micras), mientras las alpacas de 3 a 4 años tanto machos y hembras tuvieron valores de 24,61 a 26,15 micras y 3 reproductores machos del CE Chuquibambilla mostró el diámetro más alto de 30,53 micras ($P < 0,05$).

Los resultados encontrados se asemejan al trabajo de Díaz, (2014) en el sector Chocomaquilla, del distrito Macusani, donde en las alpacas Suri encontró valores de finura al hilado de $20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$., igualmente Calsin (2017), reporta para la finura al hilado de la fibra de alpacas Suri $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$, siendo la finura al hilado de alpacas del CIP La Raya $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$ y CIP Chuquibambilla $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$. Calsin, (2017) indica que la finura al hilado de fibra de alpacas fue similar en las cuatro épocas del año; por lo que mostraría el mismo rendimiento cuando es hilado y convertido en hilo, resultados



similares a lo referido por Manso (2011); además, mide la procesabilidad de la fibra tal como señala Lupton et al., (2006) y es una característica fuertemente heredable tal como refieren Butler y Dolling (1995); se usa con la finalidad de demostrar la influencia de los cambios del diámetro medio de la fibra y el coeficiente de variación del diámetro medio sobre la uniformidad de los hilados tal como menciona Anderson (1976); y por lo tanto en la uniformidad de los hilados y la procesabilidad de la fibra de alpacas Suri. Estos valores observados probablemente se deben al efecto de la variación ecológica y épocas del año; como es la época Lluviosa (enero a marzo); intermedio lluvia-secano (abril a junio); seco (julio a setiembre); seco e intermedio seco-lluvia (octubre a diciembre), y el uso del equipo OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999).

4.5. ÍNDICE DE CURVATURA

Los resultados para el índice de curvatura de la fibra en alpacas de la raza Suri de los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla se muestran en la Tabla 6, y el análisis de varianza (Anexo 5), se encontró diferencias altamente significativas en el coeficiente de variación de la fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factor edad ($P < 0.01$); mientras que los otros factores como; lugar, sexo, y las interacciones edad/lugar, edad/sexo, lugar/sexo, edad/lugar/sexo no tuvieron efecto ($P > 0.05$).



Tabla 6. Índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpacas Suri según Edad.

Edad (Años)	N	Promedios	D.S.	C.V. (%)
4	92	17,23 ^a	3.45	20.02
3	91	17,34 ^a	4,38	25.25
2	135	19,10 ^b	2,78	14.55
1	160	20,57 ^c	2,52	12.25

Los valores del índice de curvatura de la fibra de alpacas Suri por efecto edad (1 y 2 años) en los dos lugares (Tabla 6) evidenciaron mayor índice de curvatura como 19,10 y 20,57 °/mm y estos fueron diferentes estadísticamente; no obstante que, las alpacas de 4 y 3 años mostraron valores inferiores como 17,23 y 17,34 °/mm, respectivamente ($P < 0,05$).

Los resultados son superiores a los reportados por Calsin (2017) donde trabajo en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla y CIP La Raya quien afirma que el índice de curvatura de fibra promedio general fue de $17,10 \pm 4,33$ °/mm, donde presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CIP Chuquibambilla con $15,88 \pm 4,21$ °/mm a comparación con alpacas del CIP La Raya con $18,32 \pm 4,14$ °/mm. Del mismo modo resultados reportados por Holt (2006) quien afirma que la fibra de alpaca Suri (15 °/mm a 35 °/mm) tiene menor curvatura que la Huacaya (25 °/mm a 60 °/mm); por lo que el promedio del estudio está dentro de los reportes del índice de curvatura de alpacas Suri. Al respecto, Fish et al. (1999), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy transcendental en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20°/mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de 40 – 50 grados/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grados/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).



Holt, 2006), menciona que el índice de curvatura es estudiado con mayor interés en los países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu et al., (2004), Wang et al., (2004), Lupton et al., (2006), McGregor (2006), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8 grad/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 contra 25 a 60 grad/mm respectivamente por lo que, en EE.UU., se encontró en alpacas, valores de 34.6grad/mm, 33.7grad/mm, 29.4grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton et al., 2006).

Sin embargo, Holt, (2006) en Australia encontró resultados en promedio de 15,55°/mm en alpacas de la raza Suri, resultado que en relación al presente trabajo de investigación es menor, debido a que la fibra de esta raza no presenta rulos o es muy bajo. En relación al factor edad, los resultados obtenidos son menores a los resultados encontrados por Lupton et al., (2006) en EE.UU. y Holt, (2006) en Australia de 34.60°/mm, 33.70°/mm y 29.4°/mm para 1, 2 y 3 años respectivamente. Así también Holt, (2006) en Australia encontró resultados de 22.28°/mm, 24.26°/mm, 25.78°/mm, 27.02°/mm y 28.38°/mm para 1, 2, 3, 4, y más de 5 años de edad respectivamente. Estos reportes hacen referencia a el efecto de la variación ecológica y épocas del año; Lluvia (enero a marzo); intermedio lluvia-secano (abril a junio); seco (julio a setiembre); seco e intermedio seco-lluvia (octubre a diciembre), y el uso del equipo OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999).

4.6. LONGITUD DE MECHA

Los resultados para la longitud de mecha en alpacas de la raza Suri de los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla se muestran en la Tabla 7. Al análisis de varianza (Anexo 6), se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación de longitud de mecha de la fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como edad y lugar ($P < 0.01$), sexo ($P > 0.05$) y las interacciones edad/lugar ($P < 0.01$), edad/sexo, lugar/sexo y edad/lugar/sexo ($P > 0.05$).

Tabla 7. Longitud de mecha (cm) de la fibra de alpacas Suri según interacción edad/lugar.

Edad (años)	Lugar	N	Media	D.S.	C.V. (%)
1	La_Raya	80	9,56 ^a	16,54	17,28
4	La_Raya	40	11,06 ^b	23,14	20,91
2	La_Raya	55	11,26 ^{b c}	18,54	16,45
3	La_Raya	48	11,59 ^{b c}	22,17	19,12
4	Chuquibambilla	52	11,87 ^c	19,61	16,51
3	Chuquibambilla	43	12,85 ^d	32,45	25,25
1	Chuquibambilla	80	13,58 ^e	16,54	12,17
2	Chuquibambilla	80	15,26 ^e	16,54	10,83

Medias con letras diferentes indican significativamente diferentes ($p < 0,05$)

La longitud de mecha de la fibra de alpacas Suri por efecto de la interacción edad/lugar (Tabla 6) los animales del Centro Experimental La Raya de 1 y 4 años evidenciaron menor longitud que varía de 9,56 a 11,59 cm, estos fueron diferentes estadísticamente; no obstante que, las alpacas del Centro Experimental Chuquibambilla reflejaron mayor longitud como los de 1 y 2 años lograron mayor crecimiento de fibra de 13,58 y 15,26 cm que fue superior al 3 a 4 años 11,87 y 12,85 cm, respectivamente ($P < 0,05$).

La longitud de fibra constituye uno de los elementos básicos que determina el tipo de proceso industrial, existe una relación directa entre el diámetro y la longitud de fibra, a mayor longitud de fibra mayor diámetro, varía en función a la zona, los animales del



Centro Experimental Chuquibambilla superan en 2,39 cm a los del Centro Experimental la Raya; esta diferencia se debe probablemente al factor alimentación; los elementos nutritivos que constituyen la alimentación son considerados como los de mayor influencia en la longitud de fibra, se estima que el crecimiento mensual de la fibra de alpaca es de un cm por mes tal como refiere Quispe et al. (2009).

Existe poca información sobre la tasa de crecimiento de la longitud de fibra de alpaca Suri, especialmente durante el primer y segundo año de vida, los resultados del estudio son similares a los reportados por Quispe et al. (2014). Quienes determinaron el crecimiento de fibra mensual de alpaca de dos genotipos (Suri y Huacaya) en los Andes Altos del Perú; el perfil del crecimiento de la longitud de fibra determinada a lo largo del año en el genotipo Suri tuvo un crecimiento del 20 % mayor que el genotipo Huacaya, el crecimiento del genotipo Suri fue de 1,34 cm/mes. La longitud de fibra del estudio es similar a alpacas de un año de edad en Australia reportada por McGregor (2006), indicando que la longitud de fibra de alpacas Suri fue 3,2 cm más largo que la alpaca de Huacaya; la diferencia aparente en la longitud de fibra entre Suri y Huacaya pueden estar relacionadas con la curvatura natural o fricción de fibra. Estas diferencias reportadas por diversos autores hacen referencia a lo determinado en la presente investigación que los factores del efecto de la variación ecológica y épocas del año; Lluvia (enero a marzo); intermedio lluvia-secano (abril a junio); seco (julio a setiembre); seco e intermedio seco-lluvia (octubre a diciembre), causa variación en los resultados y el uso del equipo OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999).



V. CONCLUSIONES

1. El diámetro de fibra, factor de confort y finura al hilado muestran diferencias significativas por efecto de la interacción edad/lugar/sexo ($P < 0.05$), mientras el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, el índice de curvatura se reflejan diferencias por efecto edad de alpacas Suri en los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla.
2. La longitud de mecha de los animales mostró variabilidad por efecto de factores edad/lugar.



VI. RECOMENDACIONES

Los valores encontrados de las variables en estudio deben ser utilizados en cada centro experimental como base para iniciar en la población de alpacas un plan de mejora genética de las características de importancia económica.

Realizar mayores estudios respecto al índice de curvatura en alpacas de la raza Suri, por cuanto no se conoce muy bien si tiene una relación directa o indirecta con el diámetro de fibra.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. (1981). “Dimensiones Físicas de la Fibra de Alpaca en la CAP”. Huaycho Ltda.
N° 44. Tesis FMVZ – UNTA -PUNO.
- Anderson, S. (1976). The Measurement of Fibre Fineness and Length: The Present Position. *J.Text. INST.*, 67: 175-180.
- Apaza, E., U. Olarte & Clavetea. (1998). Densidad folicular y dímetro de fibra en alpacas Huacaya. *ALPAK´A*. volumen VII, revista de IIPCFMVZ UNA-PUNO.
- Arango, S. (2016). Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis de Ingeniero Zootecnista de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima.
- Aylan-Parker, J., y McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Mall Rumin. Res.*, 44, 53–64.
- Bardsley, P. (1994). “The collapse of the Australian wool reserve pricescheme”.
- Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Edit. Univ. Nac. Del Altiplano, Puno, Perú.
- Baxter, B. And. D. Cottle. (1997). “Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding”. International Wool Organisation Technical Committee Meeting, Boston, USA.
- Braga, W., Leyva, V. and Cochran, R. (2007). The effect of altitude on alpaca (Lama pacos) fiber production. *Small Ruminant Research* In Press, Corrected Proof. Pg. 1-6.



- Brims, M., Peterson, A., & Gherard, S. (1999). Introducing the OFDA 2000 for rapid measurement of diameter profile on greasy wool staples. International Wool Textile Organization. Western Australia: Report No RWG 04.
- Briosio, D. (1963). “Estudio sobre la relación entre la edad de la alpaca con el diámetro de la fibra y la longitud de mecha”. Tesis Facultad de Zootecnia UNA, LIMA – PERU.
- Calle, R. (1982). “Producción y Mejoramiento de la Alpaca”. LIMA – PERU.
- Calsin C., Bilo W. (2017). “Determinación del efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas de la raza suri en los CIPS Chuquibambilla y la Raya”, Tesis de pos grado. UNA-Puno. Perú.
- Calle, R. (1982). Producción y Mejoramiento de la Alpaca. UNA - La Molina. Lima - Perú.
- Canahua, Z. F. (1970). “Evaluación Mapeo Agrostológico de los pastizales de Chuquibambilla”. Puno Perú.
- Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos. En C. Novoa y A. Flórez (Eds.), Producción de rumiantes menores: alpacas (pp. 295 - 356). RERUMEN. Lima. Perú.
- Cervantes, I. Pérez C., Morante, R., A. Burgos, A., Salgado, C., Nietoa, B., Goyachec, F., Gutiérreza, J.P. 2010. Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. Small Ruminant Research. Volume 88, Issue 1, Pages 6-11.
- Condorena, N. (1985). “Concepto del Sistema estabilizado como teoría de organizacion y de producción en la crianza de alpacas”. Talleres K’ayra. UNSAAC – CUZCO – PERU.



- Checmapocco, O., Calsin, B., Quispe, J. y Maquera, Z. (2013). Peso de vellón y efecto del sexo y zona corporal en el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad y factor de confort en alpacas suri a la primera esquila de la asociación Urinsaya puna-Nuñoa. *Revista de Investigaciones Allpak´a*, Vol 18(Nº 01), pp 75-80.
- Davison, I. (2004). *Fibre Measurement*. In: *The international Alpaca handbook*. Published in Australia by: Alpaca consulting services of Australia. Printed in China by Everbest printing Co., Ltd.
- D. Bruce. (2000). “Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zeland”. *Small Rumin. Res.*, 37:189-201.
- De Groot, G. J. (1995). The Effect of coefficient of Variation of Fibre diameter in Wool tops on Yarn and Fabric Properties. *J. Text. Inst.*, 86(1), 164–166.
- Diaz, J. (2014). Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla – Carabaya. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. FMVZ. UNA – PUNO.
- D.S. 013-2011-AG. (2011). Reglamento de los Registros Genealógicos de Alpacas y Llamas del Perú – RGALLP.
- FAO, (2005). “Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú”. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/2914. Lima Perú.
- Fish, V. E., Mahar, T. J., & Crook, B. J. (1999). Fiber curvature morphometry and measurement. International WoolTextileOrganization. Nice Meeting. Report No CTF 01.



- Flores, A. (2006). “Determinación del Diámetro de Fibra y Longitud de Mecha en Alpacas (Vicugna Pacos) de la Provincia de Tarata - Tacna”. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNJBG-Tacna.
- Flores, A. (2009). “Determinación del Diámetro de Fibra y Longitud de mecha en Alpacas (Vicugna Pacos) de la Provincia de Tarata – Tacna”. Tesis de Médico veterinario y Zootecnista de la EMVZ de la UNJBG – Tacna.
- Flores, W. (2017). Perfil de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del distrito de Corani – Carabaya. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista FMVZ. UNA – PUNO.
- Garcia Y. Noemi M. (2019). “Características textiles de la fibra de alpacas hembras suri del CIP-Chuquibambilla”. Tesis de Pre grado FMVZ. UNA-Puno.
- Genghini, Bonvillani, R. A., Wittouck P. y Echevarría A. (2002). Caracteres cuantitativos en poblaciones: valor fenotípico y valor genotípico. Cursos de Introducción a la Producción Animal.
- Gil Q. Ruben, (2017). “Evaluación de las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, Puno”. Tesis de Pre grado FMVZ. UNA-Puno.
- Hansford, K. A. (1997). Wool strength and topmaking. Wool Technology and Sheep Breeding.
- Hoffman E, Fowler ME. (1995). Fiber. In: The alpaca book. USA: Ed. Clay Press. p 44-84.



- Holt C. (2006). A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature. A report to the Australian alpaca association. [Internet]. Disponible en: [http://www.cameronholt.com/Crimp Relationships.pdf](http://www.cameronholt.com/Crimp_Relationships.pdf)
- Holt, C. (2007). "A survey of the relationships of crimp frecuencia, micron, character y curvature de fibra. A report to the Australian Alpaca Association". Pambula Beach NSW. Australia.
- Ibañez, V. (2009). Métodos Estadísticos. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela de Post Grado. Maestría en Ganadería Andina. Editorial Universitaria. Primera edición.
- INEI. (2012). Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO).
- INEI Y MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1996). "Censo Nacional Agropecuario" - Resultados Definitivos Departamento de Huancavelica. Lima.
- IV CENAGRO. (2013). IV Censo Nacional Agropecuario. INEI. Lima, Perú.
- Jarvis.W. C. (2004). Introduction to genetic of improving alpacas: In The international alpaca handbook. Alpaca Consulting services of Australia.
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Bruford, M. W., Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>.
- Laime, F. M., Pinares, R., Paucara, V., Machaca, V. y Quispe, E. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de



descerdar. Rev. Inv. Vet. Perú; 27(2): 209-217

<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11643>

Lee, G., K. Thornberry y A. Williams. (2001). The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feed intake is increased. Aust.

Liu, X., Wang, L., & Wang., X. (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers.

Lopes P, Pieres A, Filho J, Tores R. (2005). Teoria do melhoramento animal. Belo Horizonte, Brasil: FEPMVZ. 118 p.

Lupton, C. J., McColl, A., & Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Ruminant Research, 64(3), 211–224.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>.

Lupton C.J., McColl A. (2011). Measurement of luster in Suri alpaca fiber. Small Ruminant Research. Volume 99, Pages 178-186.

Machaca, V., Bustinza, V., Corredor, F. V. Paucara, V., Quispe E., Machaca, R. (2017). Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurimac, Perú. Rev Inv Vet Perú; 28(4): 843-851.

Mccolla. (2004). Methods for measuring microns. Alpacas Magazine. Herd Sire 164-168.

McColl,. Yocom – McColl (2004). Testing Laboratories, Inc.: Methods for Measuring Micron. <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/Html/MeasuringMicrons.htm>
fecha de última visita. 15/02/2014.

McGregor B.A. y Butler K.L. (2004). Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. Aust. J. Agric. Res. 55: 433-442.



- McGregor B.A. (2006). Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin. Res.*, 61: 93-111.
- McGregor, B. A. (2010). "Influence of stocking rate and mixed grazing of Angora goats and Merino sheep on animal pasture production in southern Australia". 3. Mohair and wool production and quality. *Small Ruminant Research*. 50, 168-176.
- Mamani, A. (2009). "Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal". Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNA-Puno.
- Marín, E. (2007). Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- MINAGRI. (2016). "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera"
- MINAGRI. (2017). "Boletín Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera". Datos Boletín IV Trimestre.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2003). Portal agrario. www.Minag.gob.pe.
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E., & Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica, (March).
<https://doi.org/10.5424/sjar/2008061-5258>



- Montesinos, R. (2000). Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de Germoplasma Quimsachata, ILLPA – INIA – Puno. Tesis FMVZ – UNA – Puno.
- Morante, R., F. Goyache, A. Burgos, I. Cervantes, M. A. Péres-Cabal, J. P. Gutiérrez. (2009). Genetic improvement for alpaca fiber production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 37–43.
- Morante, R., Burgos, A., Gutierrez, J.P., (2012). Producing alpaca fibre for the textile industry. In book: *Fibre production in South American camelids and other fibre animals*, pp.35-40.
- Mueller, J. (2007). “Novedades en la determinación de diámetros de fibra y su Fibra y su relevancia en programas de selección INTA Bariloche”.
- ONUDI. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2006). “Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú”. Informe. Subdivisión de Promoción de Inversión y Tecnología. ONUDI. [Internet]. 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.unido.org>
- Olarte U, Rojas R, Luque N. (2014). Perfil de diámetro de fibra en alpacas suri del centro de Investigación y Producción Chuquibambilla Puno. *Revista ALLPAKA Vol 18 N° 1*, 39-49.
- Ormachea, E. (2012). Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. *Revista ALLPAK´A Del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos*, 16, 83–92.



- Ormachea, E., Calsín, B. y Olarte, C. (2015). Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 17(2), 215-220.
- Pinazo, R. (2000). Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E. La Raya. Tesis FMVZ – UNA – Puno.
- Ponzoni, R. W., Grimson, R. J., Hill, J. A., Hubbard, D. J., McGregor, B. A., Howse, A., Carmichael, I. y Judson, G. J. 1999. The inheritance of and association among some. Production traits in young Australian alpacas. En: <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>. Accesado el 16 de Abril de 2009.
- Ponzoni, R. W. (2000). Genetic improvemet of Australian Alpacas: present state and potencial developments. *Proc. Aust. Alpaca Assoc.*, 71–96.
- Poppi, D. P., y McLennan, S. R. (2010). Nutritional research to meet future challenges, *Anim. Prod. Sci*, 329–338.
- Quispe, E., L. Alfonso, A. Flores y H. Guillen. (2007). I Simposium Internacional de Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. p180.
- Quispe, E., A. Flores Y J. Mueller. (2009). La fibra de la alpaca: contribución de su conocimiento a través de proyecto contrato 2006-00211-INCAGRO.
- Quispe, E.C. (2010). Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Libro de Conferencias Magistrales del International Simposiumon Fiber South American Camelids. Huancavelica-Perú.



- Quispe E.C., Quispe, R., (2016). Componentes de varianza y repetibilidad de características productivas y textiles de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) Huacaya criados a nivel comunal. ISSN 1022-1301. 2016. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 24(4):217-224.
- Renieri. C., Frank, E.N., Rosati, A.Y. y Antonini, M. (2009). Definición de Razas en Llamas y Alpacas. *Animal Genetic Resources Information*. Pág.45, 45-54. Arequipa. p 21-35.
- Rodriguez, T. (2006). "Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descordada y clasificada". Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA (Bolivia).
- Rogers, G. E. (2006). *Biology of the wool follicle: annex cursorion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered*.
- Roque, L. y Ormachea, E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(4): 1325-1334 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>
- Rowe, J. B. (2010). *The Australian sheep industry – undergoing transformation, 2008*, 991–997.
- Sacchero, D. (2008). "Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos". Grafica Industrial IERL - Huancayo- Perú.
- Safley, M. (2005). "Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)" with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. [www. Journal Alpaca of Fiber](http://www.JournalAlpacaofFiber).



- Safley, M. (2006). "Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)" with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. www. Journal alpaca of fiber.
- SENAMHI. (2016). Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. www senamhi. gob, pe.
- Siguayro, R., y Gutiérrez., A. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku (lama glama) y la alpaca huacaya (lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. Perú.
- Siña, M. (2012). Características físicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Susapaya, provincia de Tarata. Tesis. Escuela Académico Profesional de M.V.Z. FCA. UNJBG – Tacna – Perú.
- Solís, R. (1997). Producción de camélidos sudamericanos. In UNDAC – Cerro de Pasco – Perú.
- Sumar, J. (1990). "Producción de Alpacas". 2da Edición. UNMSM - Lima - Perú.
- Sumar, J. (2007). "Realidad y mitos sobre los camélidos sudamericanos. XX Reunión ALPA", XXX Reunión APPA Cusco, Perú.
- Sumar, J. (2007). "Realidades y mitos sobre los camélidos sudamericanos". XX reunión ALPA, XXX Reunión APPA Cusco Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Su pi. 1).
- Sumar, J. Y GARCÍA, M. (1987). "Fisiología de la Reproducción de la alpaca". Resúmenes de Investigación, IVITA- U.N.M.S.M. Lima- Perú.
- Tapia, M. (1999). Tecnología de Fibras Animales. FMVZ – UNA – Puno – Perú.



- Tiella I., Mendoza G., Paucar R., Espinoza M., Paucar Y. (2015). Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos – Huancavelica. Sitio argentino de producción animal. www.produccion-animal.com.ar.
- Tuckweell Chris. (1997). Genetic improvement in the alpaca industry. In: A paper for the Alpaca Owners and Breeders Association 1997 Annual Conference, June 11 -15, 1997. Pueblo, Colorado.
- Van Vleck LD, Pollack EJ, Oltenacu EAB. (1987). Genetics for the animal sciences. New York: Freeman WH. 391 p.
- Vásquez, R., Gomez, E. y Quispe, E. C. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurimac. *Rev. Inv. Vet. Peru*, 26 (2), 213 – 222.
- Velarde O. J. J. (2011). Diámetro de fibra y porcentaje de pelos de alpacas hembras de raza Suri. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ- UNA Puno.
- Vilcanqui, H. (2008). Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Tesis de Magíster Scientiae En Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Villarroel, L. J. (1959). “Estudio sobre la fibra de alpaca”. Resumen I parte UNA. La Molina – LIMA.
- Wang, L. J., Liu, X., & Wang, X. G. (2004). Changes in fiber curvature during the processing of wool and alpaca fibres and their blends. College of Textiles.



- Warn, L. K., Geenty, K. B., & Eachern, S. M. (2006). Wool meetsmeat: Tools for a modern sheep enterprise., In: Cronjé.
- Watts, J., and Hichs, J. (2004). The Soft Rolling Skin (SRS) Breeding System for Alpacas. In: The international Alpaca handbook. Published in Australia by: Alpaca consulting services of Australia. Printed in China by Everbest printing Co., Ltd.
- Wheeler, J. (1995). Camélidos sudamericanos, pasado, presente y futuro. Revista Stade Camélidos Ciencia. Biol.J. Linn Soc., 54, 271–295.
- Wood, E. (2003). “Textile properties of wool and other fibers. Wool Tech. Sheep Breed”.
- Wulij, T., G.H. Davis, K. G. Dodds, R. Turner, R.N. Andrews AND G. (2000). “Production, Performance, Repeatability Estimates for Live Weight and Fibre Characteristics of Alpacas in New Zealand”. Small Rumian. Rev. 37:189-201.1.



ANEXOS

Anexo 1. ANVA para el diámetro de la fibra (μ) de alpaca Suri según Edad/lugar/sexo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1947,11	15	129,81	23,90	<0,0001
Edad	1325,42	3	441,81	81,34	<0,0001
Lugar	86,29	1	86,29	15,89	0,0001
Sexo	27,64	1	27,64	5,09	0,0246
Edad*Lugar	57,43	3	19,14	3,52	0,0150
Edad*Sexo	57,19	3	19,06	3,51	0,0153
Lugar*Sexo	12,20	1	12,20	2,25	0,1346
Edad*Lugar*Sexo	101,98	3	33,99	6,26	0,0004
Error	2509,52	462	5,43		
Total	4456,63	477			

Anexo 2. ANVA para coeficiente de variabilidad (μ) de la fibra de alpaca suri.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	602,09	15	40,14	3,79	<0,0001
Edad	277,00	3	92,33	8,71	<0,0001
Lugar	4,36	1	4,36	0,41	0,5217
Sexo	11,37	1	11,37	1,07	0,3009
Edad*Lugar	21,42	3	7,14	0,67	0,5686
Edad*Sexo	49,69	3	16,56	1,56	0,1978
Lugar*Sexo	12,58	1	12,58	1,19	0,2766
Edad*Lugar*Sexo	36,10	3	12,03	1,13	0,3345
Error	4898,12	462	10,60		
Total	5500,22	477			

Anexo 3. ANVA para factor de confort (%) de la fibra de alpaca suri.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8818,45	15	587,90	14,42	<0,0001
Edad	6696,35	3	2232,12	54,73	<0,0001
Lugar	1006,14	1	1006,14	24,67	<0,0001
Sexo	508,76	1	508,76	12,47	0,0005
Edad*Lugar	1019,36	3	339,79	8,33	<0,0001
Edad*Sexo	1020,98	3	340,33	8,34	<0,0001
Lugar*Sexo	315,83	1	315,83	7,74	0,0056
Edad*Lugar*Sexo	1346,09	3	448,70	11,00	<0,0001
Error	18841,74	462	40,78		
Total	27660,19	477			



Anexo 4. ANVA para finura al hilado (μ) de la fibra de alpaca suri.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1877,99	15	125,20	17,59	<0,0001
Edad	1257,09	3	419,03	58,87	<0,0001
Lugar	105,80	1	105,80	14,86	0,0001
Sexo	20,83	1	20,83	2,93	0,0878
Edad*Lugar	64,06	3	21,35	3,00	0,0303
Edad*Sexo	60,81	3	20,27	2,85	0,0372
Lugar*Sexo	7,09	1	7,09	1,00	0,3187
Edad*Lugar*Sexo	88,60	3	29,53	4,15	0,0064
Error	3288,75	462	7,12		
Total	5166,74	477			

Anexo 5. ANVA para índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpaca suri.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	987,10	15	65,81	9,79	<0,0001
Edad	608,91	3	202,97	30,19	<0,0001
Lugar	43,65	1	43,65	6,49	0,0112
Sexo	0,71	1	0,71	0,11	0,7457
Edad*Lugar	42,56	3	14,19	2,11	0,0982
Edad*Sexo	24,44	3	8,15	1,21	0,3050
Lugar*Sexo	0,56	1	0,56	0,08	0,7738
Edad*Lugar*Sexo	37,84	3	12,61	1,88	0,1328
Error	3106,31	462	6,72		
Total	4093,41	477			

Anexo 6. ANVA para longitud de mecha (mm) de la fibra de alpaca suri.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161923,90	15	10794,93	39,47	<0,0001
Edad	21857,97	3	7285,99	26,64	<0,0001
Lugar	38545,43	1	38545,43	140,93	<0,0001
Sexo	284,38	1	284,38	1,04	0,3084
Edad*Lugar	14861,17	3	4953,72	18,11	<0,0001
Edad*Sexo	671,56	3	223,85	0,82	0,4841
Lugar*Sexo	99,31	1	99,31	0,36	0,5471
Edad*Lugar*Sexo	425,03	3	141,68	0,52	0,6701
Error	126361,09	462	273,51		
Total	288284,99	477			

ANEXO A. Animales para el muestreo del Centro Experimental Chuquibambilla.



ANEXO B. Animales para el muestreo del Centro Experimental la Raya.



ANEXO C Toma de muestra de fibra en el Centro Experimental Chuquibambilla.



ANEXO D. Toma de muestra de fibra en el Centro Experimental la Raya.



ANEXO E. Obtención de las muestras de fibra.



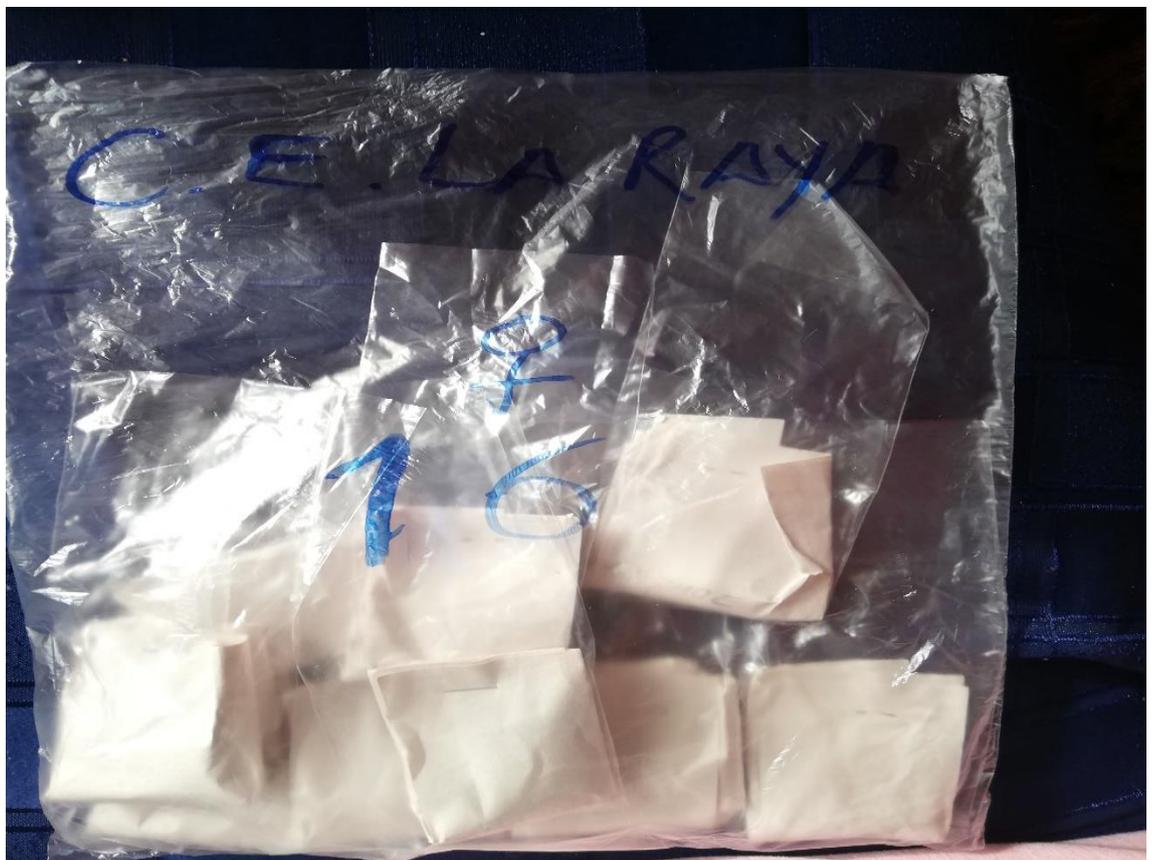
ANEXO F. Identificación y rotulado de muestra para su posterior análisis.



ANEXO G. Identificación de muestra para su posterior análisis.



ANEXO H. Almacenamiento de las muestras de fibra identificadas.



ANEXO I. Equipo de análisis de fibra OFDA 2000 perteneciente al Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos PECSA - Puno.



ANEXO J. Calibración del equipo con el slide usando patrones de fibra de poliéster estándar para fibra de alpaca.



ANEXO K. Muestras recolectadas para su análisis.



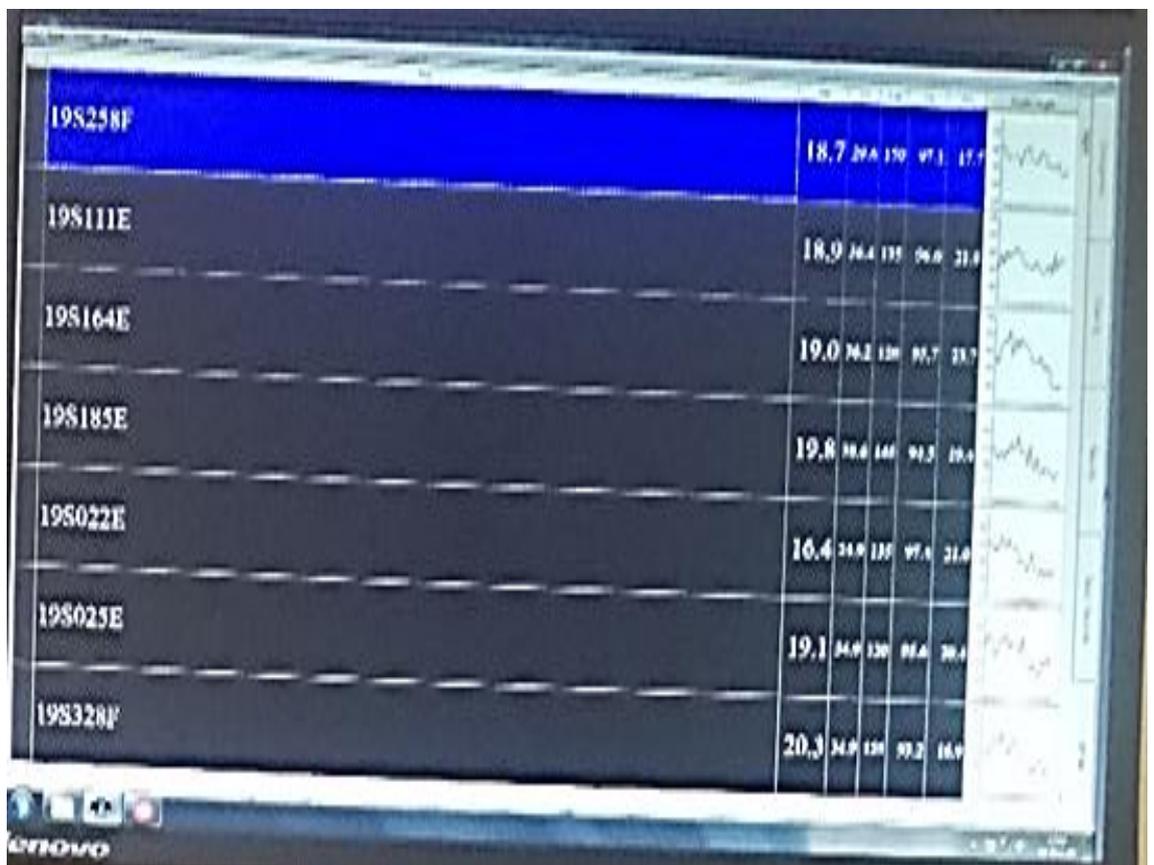
ANEXO L. Muestras para su análisis.



ANEXO M. Colocación de la muestra sobre el slide para su posterior lectura.



ANEXO N. Resultado del análisis de fibra.



ANEXO O. Croquis del área de estudio del Centro Experimental Chuquibambilla.



ANEXO P. Croquis del área de estudio del Centro Experimental la Raya.

