



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 LLAMA
Q'ARA (*Lama glama*) ANTES Y DESPUES DE DESCERDADO EN
CIP - QUIMSACHATA DEL INIA – PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. GUALBERTO PAUCAR CAHUANA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

*Con todo el amor del mundo a mis queridos y adorados padres: **Humberto y Teodora**, por su gran sacrificio y apoyo constante, para ver realizado mi anhelo de ser profesional, a ustedes mi eterna gratitud.*

*Con inmensa gratitud a mis queridos hermanos: **Roger, Gladys, Juan Humberto, Doris y Cathia**, que en todo momento supieron brindarme su apoyo y aliento a ellos mis más sinceros agradecimientos.*

*A mí querida y adorada hija **Angela Camila** por ser el mejor regalo que Dios me dio y ser el motivo de mi superación personal.*

Gualberto.



AGRADECIMIENTOS

MIS PROFUNDOS AGRADECIMIENTOS:

A la primera casa de estudios Universidad Nacional del Altiplano - Puno, a la gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quien es alma mater de mi formación profesional.

Mi sincero agradecimiento al Dr. JULIO MALAGA APAZA, por dirigirme el presente trabajo de investigación, por su constante apoyo intelectual, su aporte científico para que el trabajo sea publicado.

A los docentes que conformaron el Jurado: Drs. ROBERTO FLORO GALLEGOS ACERO, GERARDO GODOFREDO MAMANI CHOQUE, y EDWIN ORMACHEA VALDEZ, agradecerles por sus orientaciones y críticas constructivas en el proceso de investigación.

Al MVZ. RUBEN HERBERT MAMANI CATO, por ser asesor del presente trabajo de investigación.

Al INIA, al CIP Quimsachata, a todas las personas que conforman este gran equipo, por la ayuda recibida, tanto técnica como humana, en donde obtuve la información y la base de datos para desarrollar la parte empírica de la investigación.

Al cuerpo de docentes de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por sus valiosas enseñanzas y guía en el logro de mi profesión.

Finalmente, a todas las personas y amigos; que directa e indirectamente contribuyeron a la culminación del presente trabajo

Gualberto.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	11
ABSTRACT	12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1.1 Objetivo general	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO	16
2.1.1 Población y distribución de Llamas.	16
2.1.2. Tipos de llamas.....	17
2.1.3. Características físicas de la fibra en llamas	18
2.1.4. Caracteres de calidad de fibra de llamas	19
2.1.5. Diámetro medio de fibra (MFD)	20
2.1.6. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVMDF).....	20
2.1.7. Finura al hilado.....	21



2.1.8. Factor de confort (FC)	22
2.1.9. Índice de curvatura	23
2.1.9. Método de análisis del diámetro de fibras	24
2.1.10. Método del OFDA (Optical Fibre Diameter Analyser).....	26
2.2. ANTECEDENTES.....	27
2.2.1. Diámetro medio de fibra (DMF).....	27
2.2.2. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVMDF)	31
2.2.3. Finura al hilado	32
2.2.4. Factor de confort (FC).....	33
2.2.5. Índice de curvatura.....	36
2.2.6. Correlaciones de las características.....	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE ESTUDIO	40
Ubicación política.....	40
3.2 MATERIAL DE ESTUDIO	41
3.3 MATERIALES	42
3.3.1 Instalaciones	42
3.3.2 Materiales de campo y laboratorio	42
3.3.3 Equipos	43
3.4 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	44
3.4.1 Método de colecta de muestras.....	44
3.4.2 Lavado	44
3.4.3 Secado.....	44
3.4.4 Análisis con el equipo OFDA antes y después del descerdado.....	45
3.4.5 Procedimiento del análisis de muestra.....	45
3.4.6 Descerdado	45



3.4.7 OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser).....	46
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	46
3.5.1. Análisis de varianza.....	46
3.5.2 Análisis de correlación	47
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. CARACTERISTICAS TEXTILES DE LA FIBRA SEGÚN SEXO	48
4.1.1 Diámetro de fibra.....	49
4.1.2 Coeficiente de variabilidad del diámetro de la fibra.....	51
4.1.3 Finura al hilado de la fibra.....	52
4.1.4 Factor de confort de la fibra	53
4.1.5 Índice de curvatura de la fibra	55
4.2 CORRELACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DE LA FIBRA	57
4.2.1 Correlación de la media del diámetro de fibra con factor de confort	58
4.2.2 Correlación de la media del diámetro de fibra con finura al hilado	59
4.2.3 Correlación de finura al hilado y factor de confort	60
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS	73

Área: Tecnología de fibra

Línea: Características de la fibra

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de marzo del 2021.



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MEDIA DEL DIÁMETRO DE FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS	73
ANEXO B. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COEFICIENTE DE VARIABILIDAD DE LA MEDIA DEL DIÁMETRO DE FIBRA DESCERDADA	73
ANEXO C. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONFORT DE LA FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS	73
ANEXO D. ANÁLISIS DE VARIANZA DE FINURA AL HILADO DE LA FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS	73
ANEXO E. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ÍNDICE DE CURVATURA DE LA FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS.....	74
ANEXO F. FOTOGRAFÍA DEL MAJADA DE LLAMAS QÁRA.....	74
ANEXO G. LAVADO DE FIBRA DE LLAMA	75
ANEXO H. MATERIALES DE TRABAJO	75
ANEXO I. CORTADORA.....	76
ANEXO J. EQUIPO DE LECTURA DE MEDICIONES.....	76
ANEXO K. PROCEDIMIENTO DE LECTURA	77
ANEXO L. OBTENCIÓN DE DATOS.....	77



ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Distribución de muestras de fibra en llamas Q'ara para el estudio, según sexo.	42
Tabla 2. Características textiles de la fibra de llama antes y después del descordar según y sexo.....	48
Tabla 3. Correlaciones de las características de calidad de la fibra de llama después del descordado.....	57



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Correlación entre el diámetro de fibra con factor de confort	58
Figura 2. Correlación entre el diámetro de fibra con finura al hilado	59
Figura 3. Correlación entre el factor de confort y finura al hilado	60



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

OFDA: Equipo analizador óptico del diámetro de fibra

μ : Micras

r : Coeficiente de correlación

mnm : Metros sobre el nivel del mar

DCA : Diseño completamente al azar

% : Porcentaje

$P > 0.05$: No Existe diferencia significativa de promedios al 95% de certeza

$P < 0.05$: Si Existe diferencia significativa de promedios al 95% de certeza

$P < 0.01$: Si Existe diferencia altamente significativa de promedios al 95% de certeza

INEI : Instituto Nacional de Estadística e Informática

CSA : 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.

gr : Gramo.

IC : Índice de Curvatura.

mm : Milímetro.

$m\mu$: Micrómetros.

SF : Finura al hilado.

fh : Finura al hilado



RESUMEN

El estudio fue realizado durante el periodo el 2019, en el anexo Quimsachata de la Estación Experimental INIA Illpa – Puno, que está ubicado en el distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa y el distrito de Cabanillas de la provincia de San Román Región - Puno; con el objetivo de determinar las características textiles de la fibra del tipo de llama Q'ara (*Lama glama*) antes y después de descerdado. Se tomaron 60 muestras de fibra de la región del costillar medio, las cuales se rotularon con su identificación y posteriormente fueron sometidos a un lavado con baño térmico; las muestras de fibras antes de descerdar y después del descerdado fueron medidas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser) por el método Snippet. Los datos de las variables se procesaron en un diseño completamente al azar, y se compararon las medias utilizando la prueba estadística de “t” (student) y para estimar el grado de asociación de las variables fue analizado mediante correlación simple de Pearson. Los valores promedio encontrados para diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de llamas Q'ara sin descerdar fue $27.93 \pm 0.37 \mu\text{m}$, $33.83 \pm 0.68\%$, $70.62 \pm 1.73\%$, $30.92 \pm 0.38 \text{ }^\circ/\text{mm}$ y $26.34 \pm 0.60 \mu\text{m}$ respectivamente y los promedios de muestras descerdada para el diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado fueron $25.43 \pm 0.40 \mu\text{m}$, $23.86 \pm 0.35\%$, $79.62 \pm 1.89\%$, $25.44 \pm 0.41 \text{ }^\circ/\text{mm}$ y $30.91 \pm 0.71 \mu\text{m}$, respectivamente. La correlación entre diámetro de fibra y el factor de confort fue alta y negativa -0.98; diámetro de fibra y finura al hilado fue alta y positiva 0.83; factor de confort y finura al hilado fue alta y negativa -0.81. Se concluye que la fibra descerdada posee características textiles para ser utilizado en la confección de prendas de vestir con una calidad aceptable.

PALABRAS CLAVE: Característica textiles, fibra deserdada, llamas Qára.



ABSTRACT

The study was carried out during the period 2019, in the Quimsachata annex of the INIA Illpa - Puno Experimental Station, which is located in the Santa Lucia district, Lampa province and the Cabanillas district of the San Román Region -Puno province. ; with the objective of determining the textile characteristics of the fiber of the type of flame Q'ara (Lama glama) before and after descordado. Sixty fiber samples were taken from the region of the middle rib, which were labeled with their identification and were subsequently subjected to a washing with a thermal bath; the fiber samples before de-stripping and after de-stripping were measured with the OFDA 2000 equipment (Optical Fiber Diameter Analyzer) by the Snippet method. The data of the variables were processed in a completely randomized design, and the means were compared using the statistical test of "t" (student) and to estimate the degree of association of the variables it was analyzed by means of simple Pearson correlation. The average values found for mean fiber diameter, coefficient of variability, comfort factor, index of curvature and fineness to the Q'ara flame yarn without descorde was $27.93 \pm 0.37\mu\text{m}$, $33.83 \pm 0.68\%$, $70.62 \pm 1.73\%$, $30.92 \pm 0.38^\circ / \text{mm}$ and $26.34 \pm 0.60\mu\text{m}$ respectively and the averages of descorda samples for the mean fiber diameter, coefficient of variability, comfort factor, curvature index and yarn fineness were $25.43 \pm 0.40\mu\text{m}$, $23.86 \pm 0.35\%$, $79.62 \pm 1.89\%$, $25.44 \pm 0.41^\circ / \text{mm}$ and $30.91 \pm 0.71\mu\text{m}$, respectively. The correlation between fiber diameter and the comfort factor was high and negative -0.98; fiber diameter and yarn fineness was high and positive 0.83; comfort factor and yarn fineness was high and negative -0.81. It is concluded that the descordado fiber has textile characteristics to be used in the manufacture of clothing with an acceptable quality.

KEYWORDS: Textile characteristic, woven fiber, Qára flames.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú la crianza de llamas y alpacas, es considerada una de las actividades de mayor importancia e impacto para el desarrollo de la población alto andina; sin embargo, los criadores de llamas viven en condiciones de pobreza y de extrema pobreza, situación que se hace necesario revertir en torno a sus potencialidades. El uso eficiente y eficaz sería el aprovechamiento de las llamas Q'ara no sólo para carne, sino también para fibra, y en este último caso, dándole un valor agregado que conlleve a la venta de slivers, tops y prendas de vestir, los cuales mejorarían enormemente sus ingresos del productor llamero, que conllevarían a la mejora de calidad de vida de estos pobladores de la zonas alto andinas del País.

El país siendo el segundo productor mundial de llamas con alrededor de 1.5 millones de animales (Bolivia acoge cerca de 2.5 millones de llamas), la fibra producida por ellos es poco aprovechada, debido a su escasa costumbre de extracción (no esquilan llamas), y si lo hacen la poca cantidad de fibra que se esquila es utilizada para el consumo doméstico y sólo un mínimo porcentaje es comercializado en mercados locales. Los compradores y productores de fibra coinciden en que existe una demanda de fibra de llama, pero por razones de bajos índices de extracción, fluctuación de calidad y cantidad, no se aprovecha ese potencial (Pinares *et. al.*, 2014).

Una característica propia de la fibra de Camélidos Sudamericanos (CSA) es la presencia de un paño grueso y suave mezclado. Esta es la razón de su tratamiento textil que requiere el descordado para lograr un producto de calidad superior; ya que este



proceso, consiste en la eliminación de las fibras más gruesas (Frank *et al*, 2013). Existen muy pocos trabajos de investigación orientados a la maximización de los sistemas de producción de la fibra de llama. La transformación de la fibra de llama necesita pasar por diferentes procesos para los cuales existen maquinarias que permiten procesar gran cantidad de materia prima, el proceso de descordado disminuye la cantidad de cerdas por el cual la fibra de llama llegaría a tener un promedio mayor a comparación de las alpacas.

Los mercados nacionales e internacionales reconocen y valoran la fibra de llama por ser muy finas y suaves. La crianza de la llama Q'ara puede también ser otra alternativa que permita mejorar la calidad de vida de las familias acentuadas en la región alto andina, mediante el descordado manual de la fibra se pueden generar nuevas fuentes de empleo, y la apertura de nuevos flujos de ingreso económico; así mismo, le permitirá mejorar la calidad textil de su fibra. Por ello resulta de interés conocer las características textiles de la fibra de llama Q'ara por efecto del descordado, lo cual permitirá mejorar el potencial que tiene esta materia prima para su utilización y transformación en beneficio de los productores de las distintas zonas alto andinas, un pequeño porcentaje es comercializado en mercados locales. Por lo referido, el presente estudio responderá al objetivo general, que es determinar las características textiles de la fibra de llamas del tipo Q'ara antes y después de descordar.



1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Objetivo general

Determinar las características textiles de la fibra del tipo de llama Q'ara (*Lama glama*) antes y después de descordado en el CIP - Quimsachata del INIA – Puno.

1.1.2 Objetivos específicos

Determinar las características textiles: el diámetro medio de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF (CV MDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) en llamas del tipo Q'ara antes y después del descordado según sexo del animal.

Determinar el grado de asociación entre el diámetro de fibra y el factor de confort, diámetro de fibra e índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) en la fibra de llamas del tipo Q'ara.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1 Población y distribución de Llamas.

En la actualidad, las llamas están distribuidas casi en todos los continentes, excepto Asia; sin embargo, los países de Bolivia 2'834,768 y Perú 1'226,231 resaltan con la mayor población a nivel mundial; Argentina 186,402 llamas y Chile 50,132 Llamas. En el Perú, el departamento de mayor población de llamas es la región Puno con 359 786 llamas que representa el 35.70 % a nivel del país.

Según (INEI, 2015), la población nacional de llamas en el Perú, es de 746 269 comparado con los censos anteriores de 1994 y 1972 (1' 005 902 y 1' 194 471 llamas respectivamente), nos indica que la cantidad de productores agropecuarios dedicado a la crianza de llamas cada vez es menor, por la escasa rentabilidad de su fibra, no existe un mercado fluido de comercialización para la carne, pieles y cuero, la utilización masiva de los medios de transporte mecanizados, ha desplazado su utilidad como animal de carga. La mayor parte de la crianza y población de llamas está concentrada en las regiones quechua, Suni, Puna y Janca, es decir, en los departamentos de Puno (237 669), Cusco (121 898), Arequipa (102 536) y Huancavelica (54 600), que representan el 31.8%,16.3%, 13.7% y 7.3%. Sin embargo, los departamentos de Pasco (43 970) y Junín (36 094), tienen poblaciones más bajas, que representan el 5.9% y 4.8%, a pesar de tener ambientes adecuados para la crianza de llamas y una calidad genética importante.



2.1.2. Tipos de llamas

Tanto las razas de alpacas como de llamas son razas primitivas o primarias, que derivan de la primera diferenciación intra específica post - domesticatoria. Debido a la falta de un programa de selección unívoco y claro, porque no existe una asociación de criadores, un libro genealógico, ni registros anagráficos serios. Se diferencian dos razas primarias basados en el tipo de vellón y la disposición de las fibras en el animal, que dan un aspecto fenotípico diferenciado en alpacas; Huacaya y Suri y en llamas; Ch'acu y Q'ara, aunque existen pequeñas poblaciones de llamas conocidos como ecotipos con características fenotípicas propias y únicas que son desconocidos o escasamente documentados (Renieri *et al.*, 2009).

Se reconocen dos fenotipos de llamas: Q'ara y Ch'acu, notoriamente diferenciadas, las primeras por su menor rendimiento en vellón y menor calidad de fibra (Iñiguez *et al.*, 1998; Stemmer *et al.*, 2005; Wheeler, 1991), considerada productora de carne y además por su mayor fortaleza corporal es el más indicado como animal de carga (Franco *et al.*, 1998), mientras que la segunda produce un vellón de mayor peso y con menor medulación (Stemmer *et al.*, 2005).

Diversos autores mencionan que en llamas existen dos tipos diferentes de llamas k'ara y ch'aku. Maquera (1991), Wheeler *et al.* (1995), Barros (1997) y Franco *et al.* (2009), (reglamento de registros genealógicos en alpacas y llamas (RGALLP, 2011) en su segundo artículo (Decreto Supremo N° 013-2011-AG). Del mismo modo, diversos autores entre ellos Maquera (1991), Iñiguez *et al.* (1998), Franco *et al.* (2009), señalan un tercer tipo, el Intermedio. Por el cual, se describen las principales características que cada tipo Presenta: Ch'aku: También llamada



"Chaco", "Cha'co", "Tkaja", "Chaku" y "Lanuda", presenta una mayor cobertura de vellón que las llamas K'ara, con fibras levemente rizadas y uniformes al tacto que cubren la parte posterior de la cabeza, cuello, cuerpo y los dos tercios superiores de los cuatro miembros. En comparación con las K'ara, presentan menor cantidad de pelo grueso y variabilidad en su finura (Maquera 1991 y Franco *et al.*2009).

K'ara: También llamada "Gala", "Ccara", "Gara" y "Pelada"; presenta un vellón menos abundante que las Ch'aku (especialmente en cuello y extremidades) distribuido en dos capas: una inferior con fibra fina y densa que cubre toda la superficie del cuerpo y una superior compuesta por fibras más gruesas y largas que se aprecian sobre el vellón como cerdas en baja densidad. El vellón cubre el tronco, flancos, grupa y parte superior de las extremidades, mientras que el resto del cuerpo está cubierto por pelos cortos y apretados, con una frente limpia sin pelos (Maquera 1991, Barros 1997 y Franco *et al.* 2009). El Intermedio, no presentan mechadas de fibra en orejas y cabeza, muestran una menor cobertura de vellón en la mitad superior del cuello, dándole una apariencia piramidal en su base. En algunos casos, exhiben en su cara dorsal (frente y zona nasal) cerdas que sobresalen de las fibras finas, no observados en llamas K'ara y Chaqu (Maquera, 1991).

2.1.3. Características físicas de la fibra en llamas

La fibra animal con base en la proteína queratina se caracterizan por su gran higroscopicidad, esto significa que puede absorber la humedad del cuerpo sin generar sensación de discomfort. La fibra de los Camélidos son meduladas lo cual implica que además pueden almacenar agua en los espacios vacíos, lo cual hace que aumente su rigidez. Además de la higroscopicidad la suavidad y el volumen junto



con el brillo tienen efecto en la calidad del hilo y la tela (Frank, 2013). La fibra de Alpaca es inusualmente fuerte y resistente, su fuerza no disminuye con la finura, haciéndola por lo tanto ideal para el proceso industrial. El pelo de Alpaca es tres veces más fuerte que el de la oveja, y siete veces más caliente. (Rojas, 2006).

2.1.4. Caracteres de calidad de fibra de llamas

Las características de importancia en la fibra de camélidos sudamericanos domésticos se pueden dividir en características tecnológicas (Diámetro de fibra y peso de vellón), características textiles (coeficiente de variación, factor de confort y picazón, índice de curvatura, finura al hilado) y otras (porcentaje de medulación, punto de rotura, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión y rendimiento al lavado). Existen factores que afectan a la calidad y a la cantidad de fibra que son; factores medioambientales o externos (alimentación, localización geográfica, frecuencia de esquila, precipitación pluvial) y factores internos o genéticos (sexo, edad, raza, sanidad, estado fisiológico, condición corporal y color del vellón) (Quispe, 2010).

En forma general, se sabe que el vellón de la llama tiene dos tipos de fibra: las cerdas (fibra gruesa, fibra objetable o pelo) y el down (fibra fina), siendo esta última de buena calidad (Frank et al., 2011; Mamani, 2012). La fibra en broza puede tener valores de diámetro medio de fibra (DMF) menores a 23 μm (Coates y Ayerza, 2004) pero con tendencia a aumentar con la edad y la esquila (Mancilla, 1988).



2.1.5. Diámetro medio de fibra (MFD)

Es el grosor, calibre o finura de la fibra y es el factor determinante en las posibilidades de manufactura y en el valor del producto final (Von Bergen, 1963). Determina el precio de la fibra en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso de vellón. El diámetro de fibra disminuye en dirección antero posterior e incrementa dorso ventralmente y considera que la zona del costillar medio es la más representativa, mide la finura de la fibra, expresado en micras (Villaroel, 1959).

El diámetro promedio de las fibras – MFD (por sus siglas en inglés) es el espesor promedio de una muestra de fibras medido en micrones. Un micrón es una millonésima parte de un metro. A medida que avanza la edad aumenta el diámetro de fibra y alude que es similar al de las alpacas, pero, la desviación estándar es diferente, ya que en alpacas son menores lo cual indica la mayor uniformidad de las fibras, mientras que la desviación estándar en llamas es muy elevada indicando así que el diámetro es muy heterogéneo debido a la presencia de bastante Kemps. Llegando a la conclusión que en el factor sexo no existe diferencia significativa; sin embargo, para el factor edad si existió diferencia significativa (Rojas, 2006).

2.1.6. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CV MDF)

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



vellón. Dentro de una mecha el diámetro de fibra puede tener un coeficiente de variación tan bajo como 14% en la lana. Muchas características del procesamiento y propiedades de los tejidos dependen primariamente del diámetro promedio de fibra, pero también son afectados por la dispersión del diámetro. Esta última variación es atribuible a factores ambientales a través del año. Así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse (Lupton *et al.*, 2006).

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

2.1.7. Finura al hilado

Esta característica (expresada en micrómetros), del inglés “spinning fineness”, provee un estimado del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra y el coeficiente de variación (Quispe *et al.*, 2013) y es una característica fuertemente heredable. La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (Lupton *et al.*, 2006).



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. 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).

2.1.8. Factor de confort (FC)

Se define como el porcentaje de las fibras menor que 30 μm que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μ el factor picazón (FP) es muy evidente. Por lo tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones que tengan FC igual o mayor a 95% con FP igual o menor a 5%. Estos dos caracteres son parámetros que valoran la unión de las variables que intervienen en los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2008). Se sabe que mientras las fibras tienen menor diámetro el confort es mayor. El factor de picazón (FP) no es un carácter técnico de la fibra, sino que más bien está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario. Si el FP está por debajo del



2%, no produce efectos de escozor y es un producto que puede estar en contacto directo con la piel (Frank, 2013).

Hansford, (1996), reportó que lanas con baja frecuencia de curvaturas o rizos y alta definición de rizo conlleva a obtener una longitud media de fibra más larga en los tops (cinta de fibra obtenida después del peinado). Para las lanas superfinas, una menor frecuencia de rizos en la fibra da lugar a una mayor uniformidad de hilados y menor número de terminales salientes en la hilatura (Wang et al., 2004).

2.1.9. Índice de curvatura

El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras de lana. Esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (Fish et al., 1999). El rizado de la lana, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como el OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y Laser Scan, ambos de fabricación australiana (Quispe *et al.*2008).

La importancia de una baja curvatura radica en un mayor largo de mecha, mayor altura media en los tops, menor porcentaje de blousse, mejora la performance al hilado, mejora el tacto o suavidad en tejidos. El grado de curvatura está asociado al crimp o rizo de las mechas, se mide en grados por milímetros; y la otra escala, teniendo en cuenta el ángulo de curvatura ($^{\circ}$ grados) por unidad de longitud de arco



es en mm (Elvira, 2005). El rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en referencia al procesamiento. El rizo en una mecha de lana puede ser expresado en función a la definición del rizo, descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que lanas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres, y a la frecuencia del rizo definido como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características, junto con el color de la grasa, la longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el estilo de la lana, el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos de lana final.(Fish *et al.*, 1999).

La curvatura de las fibras puede ser en tres dimensiones, debido a que las fibras se encuentran flexionadas y torcidas a lo largo de su longitud. Sin embargo, debido a que la mayor parte de la curvatura ocurre en un plano y teniendo la flexión la mayor contribución, la forma de la fibra puede ser representada en una forma de onda bidimensional. Existen relaciones directas entre el IC de la fibra con la frecuencia de rizos en la mecha y con la resistencia a la compresión (los coeficientes de correlación varían entre 0.8 y 0.9). También existe una fuerte relación entre la media del diámetro de fibra y la curvatura de la fibra, donde fibras con alta curvatura tienen fibras con menor diámetro (Fish *et al.*, 1999).

2.1.9. Método de análisis del diámetro de fibras

Con el objeto de caracterizar cada vez más precisa y completa a la lana sucia como materia prima textil es que se fueron desarrollando tecnologías muy



sofisticadas para describir el diámetro medio de fibras, su distribución y parámetros asociados. Es así como surgieron dos tecnologías que comenzaron a competir a principios de la década del 90, una de ellas sustentada como método de lectura a través de rayo láser, denominado Sirolan Laserscan. El desarrollo del Laserscan comenzó en el año 1971 fue evolucionando y terminó siendo un instrumento aprobado por IWTO en 1995. El OFDA fue un instrumento que se basó en la tecnología de digitalización de imágenes e analizador óptico de las mismas, su modelo precursor fue el OFDA 100, más contemporáneo que el Laserscan, donde ambos equipos fueron incorporándose a los laboratorios textiles y de fábricas alrededor del mundo, existiendo mayor preferencia en los establecimientos textiles europeos por el OFDA 100. En los últimos años estos instrumentos fueron evolucionando en Australia con el objeto de poder realizar mediciones de fibras a campo (On-Farm Fibre Measurement OFFM) y surgieron nuevas versiones de ambos las cuales están compitiendo en el mercado. Uno de ellos es el denominado Fleecescan modelo a campo del Laserscan, el cual no es tan práctico y versátil como el modelo desarrollado por Interactive Wool Group (IWG) denominado OFDA 2000 (Elvira, 2005).

El diámetro de fibra constituye la medida objetiva de mayor importancia. De ahí que se ha desarrollado varios métodos de medición. En un principio se empleaban los microscopios de proyección (lanómetros), pero debido a su mayor laboriosidad se buscaron otros métodos más precisos y rápidos. El Air Flow fue un avance importante en este sentido. Sin embargo, a pesar de su rapidez y precisión, este no informaba la frecuencia de los distintos diámetros presentes en la muestra. En los últimos años, se ha extendido el uso de nuevos instrumentos de medición, el



Laserscan y el OFDA. Estos instrumentos además de ser rápidos y precisos, proporcionan una información adicional sobre la frecuencia de los diámetros y su variabilidad (Arcidiácono *et al.*, 2013).

2.1.10. Método del OFDA (Optical Fibre Diameter Analyser)

Uno de los métodos de medición de diámetro de fibra es el OFDA 2000, es un método que permite utilizarse dentro del centro de producción, este método es capaz de medir el diámetro de muestras de vellón sucio. Durante el proceso de la medición muestra la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra. Requiere de un calibrador de temperatura y humedad relativa que debe ser ajustado según las condiciones ambientales de la instalación y así las muestras son previamente acondicionadas al medio ambiente (McColl, 2005). Mide fibras con diámetro desde 4 hasta 300 micras, y en cada lectura se obtiene el promedio de diámetro, desviación estándar, curvatura, índice de confort, y también se obtiene un histograma con las observaciones señaladas (Hansford, 1996).

El OFDA 2000 es un instrumento que permite medir las características de fibras a lo largo de las mechas sucias en tiempo real. El equipo está diseñado para trabajar en condiciones desfavorables, está constituido de una forma muy robusta, y tiene una excelente rapidez. Es un equipo absolutamente portátil pesa 17 kg, posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales un procesador equipado con Windows 98, donde hace correr por su software (Baxter, 2002). En el caso del OFDA 100 las fibras se cortan en snippets de 2 mm de longitud y son extendidas sobre un portaobjetos de vidrio, luego son identificadas y medidas individualmente



los resultados son confiables, debido al gran número de mediciones realizadas (Grishanov *et al.*, 2006).

2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. Diámetro medio de fibra (DMF)

Mancilla, W. J. (2017), realizó estudio sobre las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, con 108 muestras de fibra procesadas en el laboratorio fibras animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, y un análisis utilizando el equipo OFDA 2000 del Gobierno Regional de Puno. La información procesada en un arreglo factorial 2 x 2 dentro del diseño completo al azar, mediante el procedimiento GLM del SAS, versión 9.0. Los resultados de diámetro promedio de fibra de llamas fueron de 19.96 ± 2.12 y 24.59 ± 2.37 μm , en llamas Ch'acu y Q'ara, respectivamente. Se concluye que el diámetro de fibra muestra diferencia por influencia del factor tipo de llama ($P \leq 0.05$), el factor sexo no influye en la variación ($P > 0.05$).

En vellones de llamas del CIP La Raya UNA - Puno señalan que el promedio de finura de las fibra de las llama Ch'aku y Q'ara es 19.15 ± 1.56 μm y 21.59 ± 1.31 μm respectivamente con diferencia estadística significativa (Mamani, 2012) Se ha determinado que la finura de la fibra de llama argentina sería similar a la señalada para llamas peruanas (Quispe *et al.*, 2009, Pinares *et al.*, 2014) y bolivianas, pues presentan un diámetro medio de 23.27 μm , donde cerca del 78 % es menor a 25 μm (Martínez *et al.* 1997; Cochi, 1999). Asimismo, Stemmer *et al.* (2005) señalan un diámetro medio de 22.16 μm .



En estudios en el centro del Perú se analizaron vellones de llamas Ch'aku a la primera esquila de 1 a 2 años, donde se encontró valores de MDF de las fibras sin descender de 22.49 μm (Laime Huarcaya, Flor de María, Pinares Huamaní, Paucara Oca, Machaca Machaca, & Quispe Peña, 2016). No obstante, Martínez *et al.* (1997) y Cochi (1999) indican valores más altos de MDF (entre 31.2 y 36 μm), lo cual se debería al tipo, origen y edad de los animales en estudio.

En cuanto al efecto sexo, se tiene que los machos tienen un promedio de 24.53 micras y las hembras de 23.65 micras, el cual no presenta diferencia estadística significativa; pese a un aparente mayor diámetro en machos (Mancilla, 1988).

El diámetro promedio general de fibra es de 23.32 micras con un C.V. 7.94%; para el tipo Q'ara 23.62 ± 0.22 y para Ch'acu de 23.02 ± 0.21 micras; y para el efecto sexo obtuvo un promedio de 23.27 ± 0.21 y 23.27 ± 0.31 micras para macho y hembra respectivamente (Pari, 1993).

De manera similar se obtuvo un promedio general de diámetro de fibra descordada en la zona del cuello de 26.35, la paleta 22.68, el costillar medio 22.96, el muslo 22.63 y el vientre 28.52 micras con una alta significancia entre variedades y edades ($P \leq 0.01$) y favorable a la variedad Ch'acu y jóvenes (Nina, 1993).

Al evaluar en tres comunidades del departamento de Puno con un total de 240 llamas agrupadas por tipo, sexo y edad, se obtuvo el diámetro de fibra de 22.63 ± 2.12 y 22.82 ± 2.37 micras para llamas Q'ara y Ch'acu respectivamente, no



habiendo diferencias estadísticas ($P > 0.05$) ni entre sexo, pero si hubo entre edades ($P \leq 0.05$) (Chura, 2003).

El DMF de las llamas Ch'aku hembras fue $23.63 \mu\text{m}$ (Ampuero et al., 2015) es mayor a las reportadas por (Iñiguez L.C. et al., 1998) y (Wurzinger et al., 2006), en llamas Th'ampulli hembras en Bolivia (21.6 y $21.9 \mu\text{m}$ respectivamente); pero es inferior a la encontrada por (Frank *et al.*, 2011) con $26.2 \mu\text{m}$ en Argentina; para esta variable se hallaron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre edades y región de muestreo, siendo los animales de 2D más finos y finos al igual que la zona de la paleta izquierda y derecha de los animales. (Cancino, Rebuffi, & Aller, 2001; Iñiguez L.C. *et al.*, 1998; Wurzinger *et al.*, 2006), también encontraron diferencias significativas entre edades, siendo los animales más jóvenes más finos; las diferencias en el DMF se deberían a factores ambientales (oferta forrajera) y genéticos, muy disímiles en todos los casos (Ampuero *et al.*, 2015).

El diámetro es la fibra es la finura de la fibra y se mide en micras, constituye una medida que define el uso manufacturero de una fibra textil. El diámetro de la fibra es uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, porque determina el precio del vellón en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso del mismo (Carpio, 1991).

W., Calsín, B., Quispe, J. (2012) reporta el Diámetro media de fibra y pelos de llamas Q'ara del CIP la raya de laUNA-Puno, vellones de llamas Q'ara el promedio de finura de la fibra de la llama Q'ara es $21.59 \pm 1.31 \mu\text{m}$.



Maquera, E. (1991). En trabajos de persistencia fenotípica y caracterización de los tipos de llama Q'ara y lanuda, en el CIP La Raya UNA - Puno, al evaluar el diámetro de fibra descerdada en llamas Q'aras, encontró promedio de 21.02 μm , para animales de un año de edad, y en los animales de dos años 25.47 μm .

Ayala, C. (1992). Crecimiento de fibra y peso vivo en llamas de la estación experimental Patacamaya Bolivia, reportó un promedio del diámetro de fibra descerdada de 22.70 μm , para animales de dos años de edad, no encontrando diferencias significativas ($p>0.05$) entre sexos.

Frank, E. N., Hicka, M.V. & Adotb, O. (2013). En su trabajo "Determination of dehairing, carding, combing and spinning difference from Lama type of fleeces", trabajando con vellones de llama de diferentes tipos, encuentran MDF (diámetro medio de fibra) y CVMDF (coeficiente de variación del diámetro medio de fibra) de 22.83 μm y 41.30%, 24.15 μm y 27.60%, 21.4 μm y 35.40%, 23.83 μm y 23.04%, y 24.01 μm y 24.03%, respectivamente para vellones de doble capa, de simple capa, de capa intermedia, semirizada y rizada.

(Laime *et. al.*, 2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de Descerdar, trabajando con vellones de llamas en Apurímac señalan, que la fibra descerdada es de mejor calidad, disminuyendo la MDF (0.70 μm), el CVMDF (1.8%) y la FH (1.06 μm) e incrementando el FC (2.74%) y el IC (4.66°/mm).



Quispe, E.C.; Chipa, L. y Pinares, R. (2015) Análisis económico y de la producción del descordado manual de la fibra de llamas (*Lama glama*) Ch'aku, trabajando con llamas Evaluaron el efecto de las diferentes zonas del vellón de llama sobre el rendimiento al descordado manual, así como para realizar una evaluación económica señalan, que al descordado manual de la fibra de llama se obtiene un alto rendimiento de fibra fina ($68,60 \pm 2.54\%$) y que la eficiencia por los descordadores no es buena ($9,9 \pm 1,1$ g/persona/h).

2.2.2. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDMF)

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

En el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc (CIDCS - Lachocc) , se encontró CVDMF de $19.08 \pm 1.73\%$ resultaría ser bastante buena para las exigencias de la industria textil (Paucar *et al.*, 2015)

El CVDMF 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; B. McGregor, 2002; B. McGregor & Butler, 2004; X. Wang, Wang, & 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 (Laime *et al.*, 2016).

Mancilla, W. J. (2017), hizo estudió las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, con 108 muestras de fibra procesadas en el laboratorio fibras animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, y un análisis utilizando el equipo OFDA 2000 del Gobierno Regional de Puno. La información procesada en un arreglo factorial 2 x 2 dentro del diseño completo al azar, mediante el procedimiento GLM del SAS, versión 9.0. Los resultados del coeficiente de variabilidad de la fibra para llamas Ch'acu de 35.61% y en llamas Q'ara de 48.35 %. Se concluye que el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra varía por influencia del factor tipo ($P \leq 0.05$), el factor sexo no influye en la variación ($P > 0.05$).

2.2.3. Finura al hilado

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 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 al 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).

2.2.4. Factor de confort (FC)

Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor. Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 %. (B. McGregor & Butler, 2004) en estudio



realizado en el centro del Perú se reporta el FC de 89.53 y 82.27 % para fibra pre y post descordado respectivamente teniendo la mayor variación relativa el FC (3.06%) (Laime, *et al.*, 2016).

(Quispe *et al.*, 2009), estudió en 8 comunidades de la región de Huancavelica en alpacas 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 y el factor de confort es mayor. Asimismo existe una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre ésta característica (Quispe *et al.*, 2009) En estudios en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 1999). Trabajos similares en alpacas criados en EEUU sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca huacaya en los Estados Unidos, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de $68.39 \pm 25.05\%$. (Lupton *et al.*, 2006).

En relación al FC $85.80 \pm 12.52\%$, éste, es menor a los reportes de Quispe (2014) 94.8% respectivamente) en llamas de Bolivia, y en estas variables también se hallaron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre edades y región de muestreo. El FC es mayor en llamas de 2D y de la zona de PI y PD pero son bajos (85.8% en promedio) debido a que las muestras fueron evaluadas sin descordar. (Ampuero *et al.*, 2015).



El factor de confort (FC) se define como el porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad (McLennan y Lewer, 2005). Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces muchos consumidores se verán incómodos con su prenda y sentirán una sensación de picazón. De ahí que al porcentaje de fibras mayores a 30 μm se le conozca como el factor de picazón (FP), por ello la industria textil de prendas prefiere vellones que tengan un factor de confort igual o mayor a 95%, con un factor de picazón igual o menor a 5% (Quispe *et al.*, 2013). Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5%. Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2008). A fin de estimar componentes de varianza fenotípica, correlación fenotípica y repetibilidad de media de diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF (CVMDF), peso de vellón (PVe), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM), se realizó un ensayo con 41 alpacas (22 machos y 19 hembras) en los años 2009 y 2010, en la comunidad Santo Domingo de Cachi, Junín, Perú, encontrando resultados para las características productivas y textiles de la fibra de alpaca según año de esquila y sexo, para el factor de confort se encontró $97.33 \pm 2.63\%$ en machos y en hembras se encontró $97.37 \pm 3.42\%$.

Mancilla, W. J. (2017), estudió las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, con 108 muestras de fibra procesadas en el laboratorio fibras animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del



Altiplano Puno, y un análisis utilizando el equipo OFDA 2000 del Gobierno Regional de Puno. La información procesada en un arreglo factorial 2 x 2 dentro del diseño completo al azar, mediante el procedimiento GLM del SAS, versión 9.0. Los resultados del factor de confort de la fibra de llamas fueron de 90.27%, con valores que varían desde 52.2 a 97.3%; en llamas Ch'acu se tiene un factor de confort de 92.82 % y en llamas Q'ara se tiene un factor de confort de 88.15%. Se concluye que el factor de confort de la fibra muestra variabilidad por influencia del factor tipo ($P \leq 0.05$), el factor sexo no influye en la variación ($P > 0.05$).

2.2.5. Índice de curvatura

El estudio se realizó 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 (CVMDF), peso de vellón (PVe), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM), donde se encontró los índices de curvatura promedio de $30.95 \pm 6.05^\circ/\text{mm}$, 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 $30.70 \pm 0.85^\circ/\text{mm}$ y $31.26 \pm 0.92^\circ/\text{mm}$ para machos y hembras respectivamente (Quispe y Quispe 2016).

En llamas Chaku en el centro del Perú se encontraron valores de 37.77 y 42.43 $^\circ/\text{mm}$ para fibra pre y post descordado respectivamente, No obstante, la baja eficiencia del descordado manual, convendría la implementación del descordado mecánico y una selección genética (Frank *et al.*, 2011).



El IC en alpacas ha sido estudiado en Perú por Siguayro y Gutiérrez., (2010), quienes encuentran valores entre 47.66 y 54.01°/mm en alpacas, mientras que Quispe, (2010), encuentra una media de 38.8°/mm. Así también, el IC está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu *et al.*, (2004); Lupton *et al.*, (2006); McGregor, (2006); Wang *et al.*, (2004), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8 °/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 contra 25 a 60 °/mm respectivamente (Holt, 2006), mientras que la lana de ovino tiene mayor índice de curvatura que la fibra de alpaca (Liu *et al.*, 2004; L. Wang *et al.*, 2004), pero menor que la de vicuña (Quispe *et al.*, 2010).

Mancilla, W. J. (2017), estudió las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, con 108 muestras de fibra procesadas en el laboratorio fibras animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, y un análisis utilizando el equipo OFDA 2000 del Gobierno Regional de Puno. La información procesada en un arreglo factorial 2 x 2 dentro del diseño completo al azar, mediante el procedimiento GLM del SAS, versión 9.0. Los resultados del índice de curvatura de la fibra de llamas fueron de 32.60 ± 5.07 °/mm; con valores de 29.67 ± 4.66 °/mm 35.08 ± 3.98 °/mm en llamas Ch'acu y Q'ara, respectivamente. Se concluye que índice de curvatura varía por influencia del factor tipo ($P \leq 0.05$), el factor sexo no influye en la variación ($P > 0.05$).



2.2.6. Correlaciones de las características

En un trabajo realizado en 74 alpacas huacaya blanco de un año de edad en el Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, para determinar las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas. Las correlaciones fenotípicas fueron: -0.96 y -0.90 para la media del diámetro de fibra e índice de curvatura (MDF-IC) y -0.69 y -0.62 para la media del diámetro de fibra y el factor o índice de confort (MDF-ICF), así mismo, 0.70 y 0.55 (IC-ICF) para índice de curvatura y factor o índice de confort (Ticlla *et al.*, 2015) en machos y hembras respectivamente.

El estudio se realizó 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 la correlación fenotípica entre el promedio de diámetro de fibra y el índice de curvatura en -0.69 para alpacas del sexo macho y para alpacas del sexo hembra fue de -0.62, esto nos indica que a medida que aumenta el promedio de diámetro de fibra disminuye el índice de curvatura.

Según Roque, L., y Ormachea, E., (2018) en Alpacas de la raza Huacaya encontró una correlación negativa y moderada entre el diámetro de fibra con el



índice de curvatura -0.40 y factor de confort -0.58 , en tanto que se observó una correlación alta entre diámetro de fibra y finura al hilado 0.75 .



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Anexo Quimsachata, del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA ILLPA – Puno, que se encuentra ubicada entre los distritos de Santa Lucía y Cabanillas de las provincias de Lampa y San Román de la región Puno, respectivamente a 15° 47'41'' Latitud Sur y 70° 37' 25'' Longitud Oeste de Greenwich (INCAGRO, 2007) a una altitud promedio de 4,210 msnm. La temperatura media anual es de 7°C (fluctúa entre 3°C y 15°C), con una humedad relativa de 40% y con una precipitación pluvial anual de 400 a 688.33 mm³, y tiene una extensión total de 6,281.5 hectareas. Y cuya ubicación política y geográfica se menciona a continuación:

Ubicación política

- Región : Puno
- Provincia : Lampa y San Román
- Distrito : Santa Lucia y Cabanillas
- Región : Puno

Las llamas se manejan bajo el sistema de pastoreo extensivo, que se alimentan a base de pastos naturales; las principales especies de pastos naturales que son consumidas por las llama durante la época de lluvias y de secano son: *Calamagrostis rigencens*, *Stipa ichu*, *Maergericarpus pinnatus*, *Festuca dolichophyla*, *Calamagrostis sp*, *Hipchoeris stenocephala*, *Eleocharis albibracteata*, *Alchemilla pinnata*, *Trifolium amabile*, *Stipa*



brachiphylla, *Calamagrostis vicunarum*, *Bromus lanatus*, *Poa sp*, *Ranunculus uniflorus* y una variedad de Tolas (Miranda F., 1998).

Las muestras de fibra de las alpacas se analizaron en el Laboratorio de Fibras y Mejora Genética del Anexo Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria Illpa – Puno.

3.2 MATERIAL DE ESTUDIO

El tamaño de muestra se determinó mediante el método del muestreo al azar probabilístico, tomando como referencia para el cálculo una proporción de machos de 19.5% que se encuentra en los archivos de contada anual del Anexo Quimsachata, con un nivel de confianza de 95% y un error de precisión de 5%, mediante la siguiente fórmula (Calzada, 1992).

$$n = \frac{Z^2(p)(q)}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2(0.195)(0.795)}{0.1^2} = 59.6$$

n = Número de animales (muestra)

Z² = Valor de Z al 95 % de confiabilidad

P = Proporción esperada (0.195)

q = 1 – p (diferencia de proporción)



d^2 = Grado de precisión del muestreo al 90%

Tabla 1. Distribución de muestras de fibra en llamas Q'ara para el estudio, según sexo.

Sexo	Macho	Hembra
Número	30	30
Total		60

3.3 MATERIALES

3.3.1 Instalaciones

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de fibras y mejoramiento genético del anexo Quimsachata del INIA ILLPA – Puno.

3.3.2 Materiales de campo y laboratorio

Los materiales de campo usado para el muestreo y análisis de las fibras de Llamas Qara fueron:

- Tijera para muestreo (metálico)
- Bolsas ziyoloc (4x10)
- Marcadores
- Cubre bocas (descartable)
- Protectores de cabello (descartable)
- Guantes



- Guardapolvo
- Detergente no enzimático
- Papel de terciopelo (3M)
- Tela piel durazno color negro(3m)
- Tela piel durazno color blanco (3 m)
- Pinzas
- Regla milimetrada de 30 cm

3.3.3 Equipos

Los usados para el análisis de las fibras de Llamas Qara fueron:

- Equipo OFDA 2000 Optical Fibre Diameter Analyser
- Balanza analítica
- Computadora
- Cámara fotográfica automática
- Baño María
- Lámpara
- Estufa



3.4 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.4.1 Método de colecta de muestras

El muestreo se realizó en llamas Qara, obteniéndose una cantidad de 10 g de fibra aproximadamente, de la región del costillar medio según Mc Gregor (2012); luego fueron colocados en bolsas de polietileno previo rotulado en forma individual, con los datos de arete, tipo, sexo y color, para posteriormente ser llevados al Laboratorio de fibras del Anexo Quimsachata, del Centro de Experimentación e Innovación Agraria INIA–ILLPA – Puno.

En el laboratorio de fibras del anexo Quimsachata las fibras provenientes del muestreo, se le dieron un nuevo rotulo único para el proceso posterior.

3.4.2 Lavado

El lavado de las muestras se ha realizado en un baño térmico (Baño María) de 65 a 70 °C, para este proceso se hizo con mucho cuidado de no enredar las fibras de la muestra una con otras, se le enjuago con agua a choro continuo, hasta retirar todo el detergente.

3.4.3 Secado

El secado se realizó sobre una mesa bajo sombra con la identificación respectiva de la muestra.



3.4.4 Análisis con el equipo OFDA antes y después del descerdado

Las mediciones de las variables como es el promedio del diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de la fibra se realizó utilizando el equipo OFDA 2000 siguiendo la metodología recomendada por Brims *et al.*, (1999).

3.4.5 Procedimiento del análisis de muestra

- Para iniciar el proceso de análisis realizó la calibración del equipo.
- Se procedió a preparar las mechas de muestra de fibra de llama con su respectiva identificación, se corta con una guillotina la base de la mecha, los trozos caen en una riñonera, luego con ayuda de una pinza, el material picado se le puso en el dispersador propio del OFDA, este pequeño equipo dispersa los trozos de fibra en la lámina de vidrio 70x70mm, finalmente se procede a realizar la lectura correspondiente con el OFDA 2000 este trabajo de realizo antes y después del descerdado para cada muestra.

3.4.6 Descerdado

El descerdado se realizó utilizando el método manual, de acuerdo a la forma descrita por Frank *et al.* (2012), el cual está basado en la utilización de los dedos en lugar de fórceps, con 5 a 8 movimientos de descerdado por mecha. Para una mejor separación de las fibras gruesas, se utilizaron dos fondos de papel como contraste: el fondo blanco ayudara a ubicar fibras gruesas de color negro y café oscuro; y el fondo negro para fibras gruesas blancas y café claro, con el fin de mensurar las características textiles de fibra de llamas Qára al descerdado.



3.4.7 OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser)

El equipo OFDA 2000 está basado y diseñado específicamente para el análisis de fibra de animales usando 2 milímetros de fragmentos de muestras de fibra. Permite determinar la medición de varias características como diámetro de la fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort e índice de curvatura. Su uso es exclusivamente en el laboratorio.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Análisis de varianza

Los datos fueron analizados mediante diseño completamente al azar considerando el factor sexo; cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_j$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta (diámetro de fibra, coeficiente de variación, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura).

μ = Media de la población.

α_i = Efecto del i-ésimo sexo.

ε_j = Efecto del error experimental.

Para comparar las medias del tipo de condición de fibra (con ó sin deserdar) se utilizó la prueba estadística de “t” (student); cuya fórmula es la siguiente:

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

t_c = Valor de “t” calculada

\bar{X}_1 = Promedio del diámetro de fibra sin deserdar

\bar{X}_2 = Promedio del diámetro de fibra deserdada

S_1^2 = Variancia del diámetro de fibra sin deserdar

S_2^2 = Variancia del diámetro de fibra deserdada

n_1 = N° de muestras de fibra sin deserdar

n_2 = N° de muestras de fibra deserdada

3.5.2 Análisis de correlación

Para analizar las correlaciones fenotípicas entre características textiles de la fibra de llamas Qara, se ha utilizado el coeficiente de correlación de Pearson, cuya fórmula es la siguiente:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Donde:

X: Variable fenotípica 1

Y: Variable fenotípica 2

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA SEGÚN SEXO

Los resultados del diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura de la fibra de llamas Q'ara se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Características textiles de la fibra de llama antes y después del descerdar según y sexo

Deserdado	Sexo	n	Diámetro	Coeficiente	Factor	Finura	Índice
				variabilidad	Confort	Hilado	Curvatura
Antes	Hembra	30	27.15±0.47	34.53±1.09	74.45±2.23	30.28±0.48	26.76±0.89
	Macho	30	28.73±0.55	33.13±0.80	66.78±2.50	31.55±0.58	25.91±0.80
	Total	60	27.93±0.37^a	33.83±0.68^a	70.62±1.73^b	30.92±0.38^a	26.34±0.60^b
Después	Hembra	30	24.64±0.48	23.17±0.45	83.35±2.22	24.48±0.47	30.96±1.03
	Macho	30	26.21±0.61	24.55±0.51	75.89±2.93	26.41±0.62	30.85±0.99
	Total	60	25.43±0.40^b	23.86±0.35^b	79.62±1.89^a	25.44±0.41^b	30.91±0.71^a

En la tabla 2, observamos valores de tendencia central de los variables como es el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura que estadísticamente reflejan diferencias significativas entre fibra no deserdada y deserdada ($P < 0.05$); igualmente, la fibra entre alpacas machos y hembras muestran diferencia en factor de confort antes y después del deserdado ($P < 0.05$), mientras que, el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra e índice de curvatura no muestra variación por efecto sexo animal. Las diferencias se deberían a la separación de pelos del



vellón, es por ello disminuye el promedio del diámetro de fibra e incrementa en el factor de confort.

Los estadísticos encontrados para el diámetro de fibra por efecto deserdado ha disminuido de 27.93 a 25.43 μ (2.5 μ), en coeficiente de variabilidad igualmente ha disminuido de 33.83 a 23.86 % (9.97 %) y finura al hilado disminuyó de 30.92 a 25.44 μ (5.48 μ); mientras en el factor de confort aumentó la calidad de 70.62 a 79.62 % (9.0%), y el índice de curvatura aumentó de 26.34 a 30.91 $^{\circ}$ /mm de fibra (4.57 $^{\circ}$ /mm). Estos valores encontrados en el presente trabajo de investigación superan a los reportados por Laime, F., Pinares, R., Paucara, V., Machaca, V., Quispe, E (2016) en las Características Tecnológicas de la Fibra de Llama Chaku de la región Apurímac; después de Descerdar indican que el diámetro de fibra disminuyó 0.70 μ m, el CVMDF disminuyó (1.8%) y la finura al hilado disminuyó en 1.06 μ m e incrementó el FC en 2.74% y asimismo el IC 4.66 $^{\circ}$ /mm; los mismos que se deben al factor deserdado.

4.1.1 Diámetro de fibra

Los valores del diámetro de fibra encontrado en el presente trabajo de investigación después de deserdar en llamas Qáras fue de 25.43 \pm 0.40 μ m, lo cual es similar al reporte de Mancilla, W. J. (2017), quién estudió las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, en donde de 108 muestras de fibra registra 24.59 \pm 2.37 μ m en fibra de llamas Qáras. Esta semejanza se debería a que las llamas Qáras en ambos centros no se toma en cuenta para producción de fibra.



Estos resultados son superiores al reporte de Maquera, E. (1991), donde en trabajos de persistencia fenotípica y caracterización de los tipos de llama Q'ara y lanuda, en el CIP La Raya UNA - Puno, encuentra el diámetro de fibra descerdada en llamas Q'aras un promedio de 21.02 μm , para animales de un año de edad, y para los animales de dos años 25.47 μm . Asimismo, Calsín, B., Quispe, J. (2012) reporta el diámetro media de fibra y pelos de llamas Q'ara del CIP la Raya de la UNA-Puno, es $21.59 \pm 1.31 \mu\text{m}$. Mientras Ayala, C. (1992) reportó un promedio del diámetro de fibra descerdada de 22.70 μm para llamas de dos años de edad, de la estación experimental Patacamaya Bolivia, no encontrando diferencias entre sexos.

Frank, *et al.*, (2013), trabajó con vellones de llama de diferentes tipos, en el cual encuentran MDF (diámetro medio de fibra) de 22.83 μm , 24.15 μm , 21.4 μm , 23.83 μm y 24.01 μm , respectivamente para vellones de doble capa, de simple capa, de capa intermedia, semirizada y rizada. También (Diaz, 2014), manifiesta que, 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).

Los valores de diámetro medio de fibra sin descerdar resultaron inferiores a los reportados en varios estudios que presentan valores de 22.49 μm . (Laime *et al.*, 2016); 23.63 μm (Ampuero *et al.*, 2015); 23.43 μm (Paucar *et al.*, 2015); 20.0 μm (Cancino & Mueller, 2006); 22.31 μm (Hick *et al.*, 2009); 26.42 μm (Quispe *et al.*, 2015); y 22.16 μm (Stemmer *et al.*, 2005); que difiere a los resultados del presente estudio por efecto medio ambiental.



En llamas del tipo Q'ara se encontraron valores superiores a los reportados por Mamani, (2012) de 21.59 μm , pero inferiores a los citados por Cochi, (1999) y Martínez *et al.*, (1997) quienes reportan valores entre 31.20 y 36.00 μm , la misma que se debería al origen y edad de los animales en estudio. Sumari, (1986). Sobre el particular en trabajos de vellones procedentes de llamas de diferentes departamentos del Perú, indica que el promedio de finura de las fibras de llama del tipo Q'ara es 29.9 μm (Carpio 1991), valores superiores al presente estudio. El diámetro promedio general de fibra es de 23.32 micras con un C.V. 7.94%; para el tipo Q'ara 23.62 ± 0.22 y para Ch'acu de 23.02 ± 0.21 micras; y para el efecto sexo obtuvo un promedio de 23.27 ± 0.21 y 23.27 ± 0.31 micras para macho y hembra respectivamente (Pari, 1993).

4.1.2 Coeficiente de variabilidad del diámetro de la fibra

Los valores del coeficiente de variabilidad del diámetro de la fibra encontrado en el presente trabajo de investigación como es en la fibra de llamas Q'aras sin y con deserdar fueron de 33.83 ± 0.68 % y 23.86 ± 0.35 %, respectivamente; que fueron inferiores a lo que reporta Mancilla, W. J. (2017), quién estudió las características textiles de la fibra de llamas Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, en 108 muestras de fibra registra en llamas Q'ara de 48.35 %. Frank, *et. al.*, (2013), en su trabajo con vellones de llama de diferentes tipos, encuentran CVMDF (coeficiente de variación del diámetro medio de fibra) de 41.30%, 27.60%, 35.40%, 23.04% y 24.03%, para vellones de doble capa, de simple capa, de capa intermedia, semirizada y rizada, respectivamente.



También cabe mencionar que, el CVMDF resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil 22.14% y 20.34%, indica (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

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. 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.

4.1.3 Finura al hilado de la fibra

Los valores de finura al hilado encontrado en el presente trabajo de investigación como es, en la fibra sin y con deserdar de llamas Q'ara fueron de $30.92 \pm 0.38 \mu\text{m}$ y $25.44 \pm 0.44 \mu\text{m}$; estas son superiores a lo que reporta (Layme *et al.*, 2016), quienes 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 descerdar, se tomaron muestras de 10 g de fibra de vellones de 227



llamas Chaku de la región Apurímac. Las fibras sin descender y descenderas fueron analizadas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analysis); se consideraron las variables sexo y edad, la FH de la fibra sin descender fue de $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$ y fibra descendera fue de $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$.

No obstante que, (Calsin, 2017), en 40 muestras de alpacas suri machos de dos años de edad de los centros de investigación y Producción CIP Chuquibambilla y CIP La Raya, registra finura al hilado de la fibra de $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$, y según la condición ecológica el Centro de Investigación La Raya muestra $23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$ y el CIP Chuquibambilla $23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$; la diferencia es por efecto del factor especie animal, ya que las alpacas son productoras de fibra, mientras las llamas son menos productoras de fibra.

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).

4.1.4 Factor de confort de la fibra

Los valores de factor de confort encontrado en el presente trabajo de investigación como es, en la fibra descendera de llamas hembras 83.35 ± 2.22 y machos $75.89 \pm 2.93 \%$, estos fueron inferiores a lo que reporta Mancilla, W. J. (2017), quién



estudió las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, en 108 muestras de fibra registra valores que varían desde 52.2 a 97.3% en ambos tipos; pero en llamas Ch'acu encuentra factor de confort de 92.82 % y en llamas Q'ara 88.15% y concluye que el factor de confort de la fibra varía por efecto de factor tipo, mas no por el factor sexo. La diferencia posiblemente se deba al tipo de medio ambiente, que La Raya posee más humedad que Quimsachata; que también podría atribuirse al tipo de equipo de medición.

No obstante que, Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, encontró factor de confort de 82.53 % en alpacas hembras y estos valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca, 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 años (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %). Asimismo, en el sector Chocoquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, en 180 muestras de fibra de alpacas Suri, reporta el factor de confort 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.

A lo que se refiere al factor de confort, estos valores son superiores al reporte de (Ponzoni *et al.*, 2006), quienes realizaron estudios en alpacas criadas en Australia, donde obtuvieron un factor de confort de 75.49 %; mientras trabajando



en alpacas criados en Estados Unidos sobre la 13 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 $6,33\% \pm 0,30\%$ 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 (Quispe *et al.*, 2007). Se observan el factor de confort de fibra de alpacas Suri y Huacaya, donde se aprecia la disminución de esta variable en relación a la edad animal;

4.1.5 Índice de curvatura de la fibra

Los valores del índice de curvatura encontrado en el presente trabajo de investigación en fibra de llamas Q'ara sin y con deserdar fueron de 26.34 ± 0.60 °/mm y 30.91 ± 0.71 °/mm de fibra, respectivamente; los cuales son inferiores a lo que reporta Mancilla, W. J. (2017), quién estudió las características textiles de la fibra de llamas Ch'acu y Q'ara a la primera esquila del Centro de Investigación y Producción La Raya UNAP, en 108 muestras de fibra registra 32.60 ± 5.07 °/mm en ambos tipos; y 29.67 ± 4.66 °/mm para llamas Ch'acu y 35.08 ± 3.98 °/mm en llamas Q'ara. La diferencia posiblemente se deba al tipo de medio ambiente, que La Raya posee más humedad que Quimsachata; y además podría atribuirse al diverso genotipo que poseen entre ambos centros de investigación, y tipo de equipo utilizado para la medición. Mientras, (Frank *et al.*, 2011), en llamas Chaku del centro del Perú encontraron valores de 37.77 y 42.43 °/mm para fibra pre y post



descerdado respectivamente, no obstante, la baja eficiencia del descerdado manual, convendría la implementación del descerdado mecánico y una selección genética.

En el presente estudio, el índice de curvatura de la fibra de llamas Q'aras superan al reporte de Calsin (2017) quién encuentra el índice de curvatura de fibra promedio general de $17,10 \pm 4,33$ °/mm, pero el menor índice de curvatura de fibra fue en 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. A estos resultados respalda Holt (2006) afirmando, 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 trascendental en la determinación del índice de curvatura, es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20° /mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de $40 - 50$ grados/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grados/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

El 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 (CVMDF), peso de vellón (PVe), índice de curvatura (IC) y longitud de mecha (LM), donde se encontró los índices de curvatura promedio de $30.95 \pm 6.05^\circ$ /mm, así mismo, en relación a la edad se encontró

33.28±0.88°/mm y 28.67±0.88°/mm para 1 y 2 años respectivamente, en relación al sexo se encontró 30.70±0.85°/mm y 31.26±0.92°/mm para machos y hembras respectivamente (Quispe y Quispe 2016).

4.2 CORRELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA

Tabla 3. Correlaciones de las características de calidad de la fibra de llama después del deserdado.

	Media del diámetro de fibra	Coefficiente de variabilidad	Factor de Confort	Finura al Hilado	Índice de Curvatura
Media del diámetro de fibra		- 0.37	- 0.98	0.83	-0.48
Coefficiente de variabilidad	0.0039		0.38	0.20	0.29
Factor de Confort	<.0001	0.0029		- 0.81	0.48
Finura al Hilado	<.0001	0.1167	<.0001		-0.33
Índice de Curvatura	<.0001	0.0233	0.0001	0.0108	

En la tabla 3, se observa las correlaciones entre las 5 variables de la fibra de llamas Q'ara; en donde, el diámetro de fibra y coeficiente de variabilidad es baja y negativa ($r = - 0.37$), diámetro de fibra y factor de confort es alta y negativo ($r = - 0.98$), diámetro de fibra y finura al hilado es positivo y alto ($r = 0.83$), diámetro de fibra y índice de curvatura es moderada y negativo ($r = - 0.48$); el coeficiente de variabilidad y factor de confort es baja y positiva ($r = 0.38$), el coeficiente de variabilidad y finura al hilado es baja y positivo ($r = 0.20$), el coeficiente de variabilidad y índice de curvatura es baja y positivo ($r = 0.29$); factor de confort y finura al hilado es alta y negativo ($r = - 81$), el coeficiente de

variabilidad y el índice de curvatura es moderado y positivo ($r = 0.48$); y entre la finura del hilado y el índice de curvatura es bajo y negativo ($r = -0.33$).

4.2.1 Correlación de la media del diámetro de fibra con factor de confort

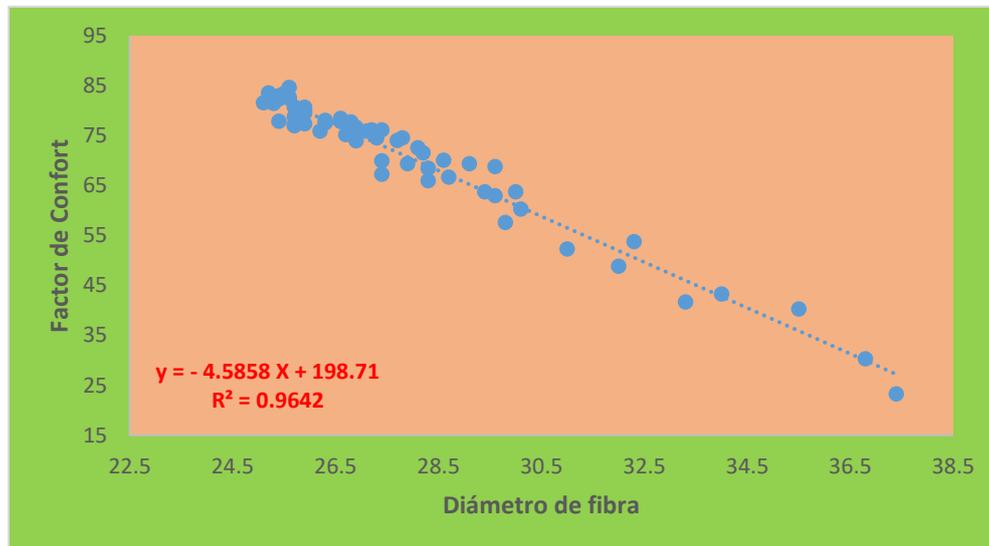


Figura 1. Correlación entre el diámetro de fibra con factor de confort

En la tabla 3 y la figura 1, observamos el grado de asociación de las variables diámetro de fibra y el factor de confort; en el cual la correlación entre las dos variables fue muy alta pero negativo con un valor de $r = -0.98$ y con un coeficiente de determinación de 96.42 %, y la ecuación es la siguiente $Y = -4.5858 X + 198.71$, lo cual indicaría que, al variar el diámetro de fibra en una unidad, el factor de confort disminuye en 4.6%. Este valor estimado en presente trabajo supera a lo reportado por Roque, *et. al.* (2018) con un valor -0.58 en Alpacas de la raza Huacaya.

4.2.2 Correlación de la media del diámetro de fibra con finura al hilado

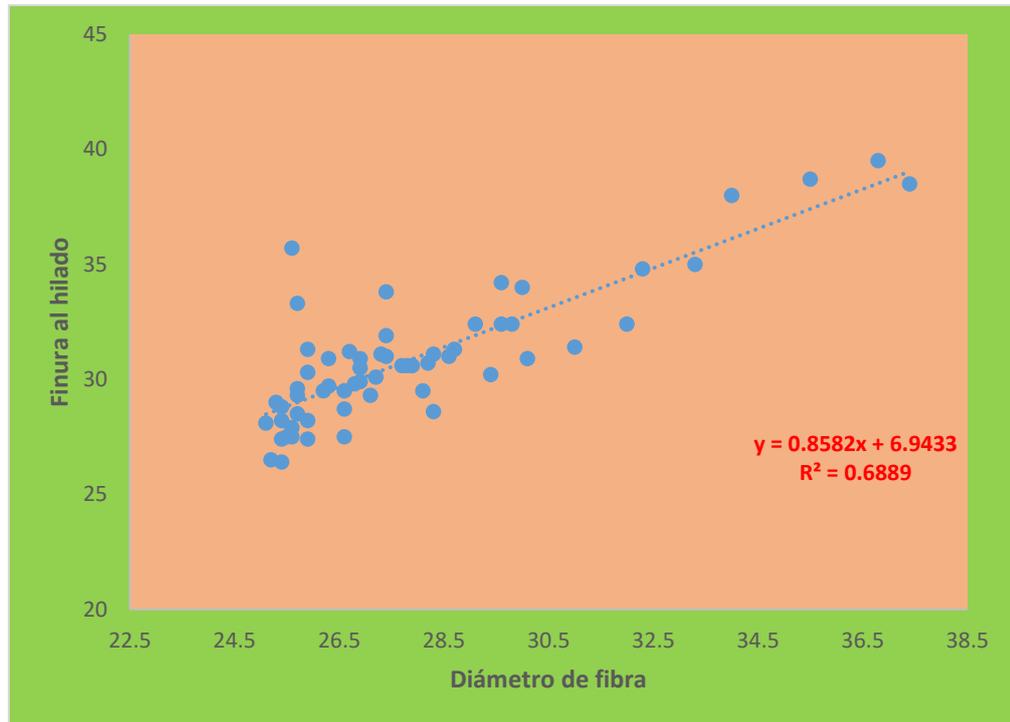


Figura 2. Correlación entre el diámetro de fibra con finura al hilado

En la tabla 3 y la figura 2, se evidencia la correlación de las variables entre diámetro de fibra y finura al hilado; en el cual la asociación de las dos variables fue alto y positivo con un valor de $r = 0.83$ y con un coeficiente de determinación de 68.89 %, y la ecuación es la siguiente $Y = 0.8582X + 6.9433$, lo cual indica que, al variar el diámetro de fibra en una unidad, la finura al hilado aumenta en $0.86 \mu\text{m}$; este valor estimado en el presente trabajo supera a lo reportado por Roque, *et. al.* (2018) quien reporta un valor de correlación de 0.75 positivo y alto en Alpacas de la raza Huacaya.

4.2.3 Correlación de finura al hilado y factor de confort

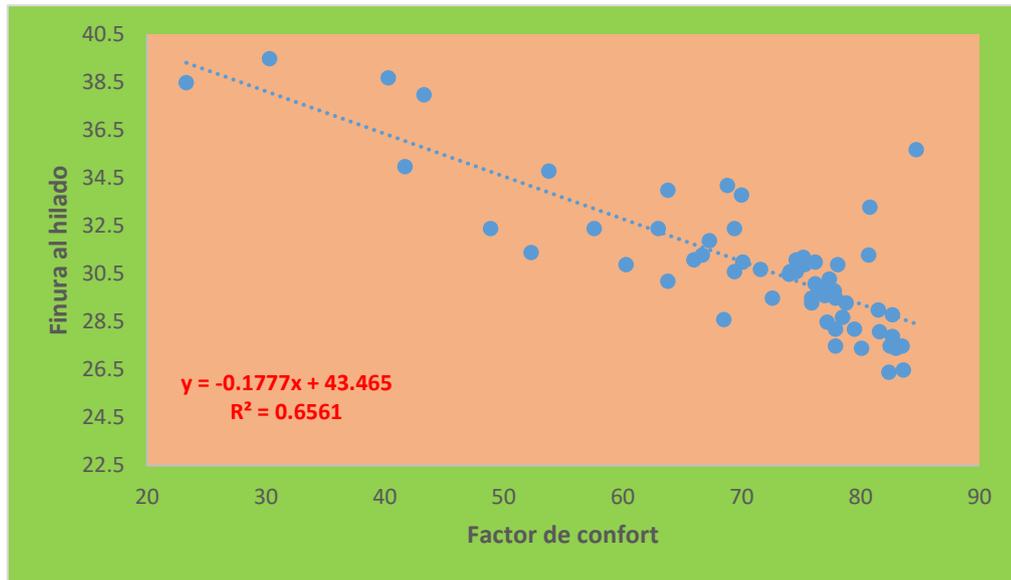


Figura 3. Correlación entre el factor de confort y finura al hilado

La tabla 3 y la figura 3, muestran el grado de asociación de las variables el factor de confort y la finura al hilado; en el cual la correlación entre las dos variables fue muy alta pero negativa con un valor de $r = -0.81$ y con un coeficiente de determinación de 65.61 %, y la ecuación es la siguiente $Y = -0.1777 X + 43.465$, lo cual indicaría que, al variar el factor de confort de la fibra de llama Q'ara en una unidad, la finura al hilado disminuye en $0.178 \mu\text{m}$. Este valor estimado en presente trabajo supera a lo reportado por Roque, *et. al.* (2018) con un valor -0.58 en Alpacas de la raza Huacaya.



V. CONCLUSIONES

El diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de llamas Q'ara sin descordar fue $27.93 \pm 0.37 \mu\text{m}$, $33.83 \pm 0.68\%$, $70.62 \pm 1.73\%$, $30.92 \pm 0.38 \text{ }^\circ/\text{mm}$ y $26.34 \pm 0.60 \mu\text{m}$, respectivamente; comparado a la fibra descordada $25.43 \pm 0.40 \mu\text{m}$, $23.86 \pm 0.35\%$, $79.62 \pm 1.89\%$, $25.44 \pm 0.41 \text{ }^\circ/\text{mm}$ y $30.91 \pm 0.71 \mu\text{m}$, respectivamente; en los cuales disminuyen ó aumentan las medidas luego del descordado.

La correlación entre diámetro de fibra y el factor de confort fue alta y negativa $r = -0.98$; diámetro de fibra y finura al hilado fue alta y positiva $r = 0.83$; factor de confort y finura al hilado fue alta y negativa $r = -0.81$. Se concluye que la fibra descordada posee características textiles para ser utilizado en la confección de prendas de vestir con una calidad aceptable.



VI. RECOMENDACIONES

La fibra de llamas Q'ara se debe promover su comercialización y la confección de prendas de vestir, ya que las características textiles cumplen estándares para la confección de prendas de vestir con una calidad aceptable.

Para seleccionar reproductores se debe considerar el diámetro de fibra ó factor de confort con fines de producir fibra en forma complementaria, debido a que se encontró un grado de asociación alta.

Realizar investigaciones considerando otras características físicas de la fibra como la resistencia a la tracción y número de rizos de la fibra, porque estos son las variables más importantes que se toman consideran en la clasificación de la fibra.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ampuero, E., H. A. Quispe, R. Ciprián, W. Choquepuma, N. Calderón, N. Huanca,... H. Cucho (2015). Características de la fibra de llamas Ch'aku (Lama glama) hembras en Cusco. VII Congreso Mundial De Camélidos Sudamericanos Puno Peru.
- Arcidiácono, M., L. Constable & J. C. Vazquez (2013). Software para determinación de calidad de fibra textil. Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información, Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Recuperado a partir de <http://conaiisi.unsl.edu.ar/2013/32-525-1-DR.pdf>
- Bautista, J., J. Medina & M. G. (1996). Selectividad y degradabilidad in situ de ingesta de pastizales nativos en alpacas y llamas en puna húmeda. Revista de investigación de camélidos sudamericanos ALLPAK'A, 6(1), Pág.27.
- Baxter, P. (2002). An evaluation of the performance of the OFDA2000 instrument operating in OFDA 100 mode. Research Wool Group, 3(May), 1-18. Recuperado a partir de <http://www.awtawooltesting.com.au/index.php/en/component/edocman/resources/research-papers-fibre-diameter/evaluation-of-the-performance-of-ofda2000-instrument-operating-in-ofda-100-mode?Itemid=>
- Bustanza, V. (1986). La alpaca, crianza, manejo, mejoramiento. Puno- Perú.
- 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 posgrado. UNA-Puno. Perú.
- Calzada B., J. (1992). Métodos Estadísticos para la Investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. Editorial Jurídica S. A.
- Cancino, A., G. Rebuffi & J. Aller (2001). Producción de llamas en el CEA INTA Abra Pampa. Seminario Posibilidades de Desarrollo de productos Agroindustriales en el NOA, orientados a nichos de mercado. Jujuy. Resúmenes de trabajos. Agencia



- Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.
- Cancino, K. & J. Mueller (2006). Parámetros cualicuantitativos de la producción de fibra de llamas (IV Congreso Mundial de Camélidos. Catamarca, Argentina, (January), 11-15.
- Cardozo, A. (2007). Camélidos. Ed. Centro de Investigación en Forrajes La Violeta UMSS. Cochabamba. Bolivia.
- Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos. En: Novoa y Flores. Producción de rumiantes menores: Alpacas. Lima:, 297-359.
- Chura, O. (2003). Algunas características físicas de la fibra de alpaca y pelo de llamas Q'ara y Ch`acu en tres comunidades de la puna seca del departamento de Puno. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, U.N.A. Puno, Perú., 20-27.
- Coates, W., & R. Ayerza (2004). Comparison of llama fiber obtained from two production regions of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 58(4), 513-524.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2003.11.003>
- Cochi, N. (1999). Determinación del rendimiento y calidad de la fibra descerdada de llamas (*Lama glama*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés., 120.
- Diaz, E. (2014). Analisis de la diversidad estructura genetica-fenotipica de poblaciones de llama suri en las regiones de Cusco y Puno. Tesis de Pregrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad nacional del Altiplano Puno.
- Elvira, M. (2005). Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000: Uso y aplicaciones. Memorias del VII Curso de Actualización en Producción Ovina, EEA Bariloche, INTA. Pág, 145–158.
- Elvira, M., & M. Jacob (2004). Importancia de las Mediciones Objetivas en la Comercialización e Industrialización de la Lana. Recuperado a partir de



- http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/15-mediciones.pdf
- FAO. (2005). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú.
- Fish, V. E., T. J. Mahar, & B. J. Crook (1999). Fibre curvature morphometry and measurement. International Wool Textile Organization. Nice Meeting. Report N° CTF 01.
- Franco, E., W. García, D. & Pezo (1998). Manual de crianza de llamas. Pub Téc. FMV Perú N° 33. Lima: UNMSM.
- Frank, E. (2013). Camélidos Sudamericanos. Producción de fibra, bases físicas y genéticas. Revista Argentina De Producción Animal, 28(2), 119-122.
- Frank, E., M. Hick, , & O. Adot (2011). Descriptive differential attributes of type of fleeces in llama fibre and its textile consequence. Part 2: consequences of the dehairing process. Journal of the Textile Institute, 102(1), 41-49. <https://doi.org/10.1080/00405000903474873>
- Grishanov, S. A., Harwood, R. J., & Booth, I. (2006). A method of estimating the single flax fibre fineness using data from the LaserScan system. Industrial Crops and Products, 23(3), 273-287. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.08.003>
- Hansford, K. A. (1996). Wool strength and topmaking. Papers Top-Tech. Geelong, Australia., 284-292.
- Hick, M. V. H., H. E. Lamas, J. Echenique, A. Prieto, M. F. Castillo, & E. N. Frank (2009). Estudio demográfico de los atributos morfológicos y productivos en poblaciones de llamas (Lama glama) de la provincia de Jujuy, Argentina. Animal Genetic Resources Information (Vol. 45). <https://doi.org/10.1017/S1014233909990368>
- Holt, C. (2006). A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character & fibre curvature. Report to the Australian Alpaca Ass. Recuperado a partir de



- <http://www.cameronholt.com/CrimpRelationships.pdf>
- INEI. (2015). Compendio Estadístico Peru 2015. En Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio Estadístico Peru (p. 80). Recuperado a partir de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_ digitales/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm)
- Iñiguez L.C., R. Alem, A. Wauer, & J. Mueller (1998). Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population from southern Bolivia. *Small Rumin. Res.*, 30, 57-65.
- Laime Huarcaya, Flor de María, Pinares Huamaní, R., Paucara Ocsa, V., Machaca Machaca, V., & Quispe Peña, E. C. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de Descerदार. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru* vol: 27 (2) pp: 209.
- Liu, X., L. Wang, & X. Wang (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers. *Textile Res. J.*, 74(6):, 535-538.
- Lupton, C., A. McColl, & R. Stobart (2006). Fiber characteristics of the Huacaya alpaca. *Small Ruminant Res*, 64, 211-224. [https://doi.org/10.1016/ j.smallrumres.2005.04.023](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023)
- Mamani, W. (2012). Diámetro de fibra, pelos y porcentaje de pelos en llamas Q'ara y Ch'acu del CIP La Raya. *Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Mancilla, W. J. (2017). Características textiles de la fibra de llamas (*lama glama*) Q'ara y C'hacu en el CIP la Raya UNA– PUNO. Tesis FMVZ.
- Mancilla, A. (1988). Características físicas de la fibra de llama tipo Ch'acu y Q'ara del CEC La Raya. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, UNA Puno, Perú.
- Maquera, E. (1991). Caracterización y Persistencia fenotípica en llamas karas y Lanudas



- del Centro Experimental La Raya - Puno. Lima Peru 1991. Tesis. Grado de. Magister. Scientiae. Facundo. Emilio. Maquera. Llano. Universidad. Nacional. Agraria La Molina. Escuela posgrado. Especialidad Produccion. Animal.
- Martinez, Z., L. C. Iniguez, & T. Rodriguez (1997). Influence of effects on quality traits and relationships between traits of the llama fleece. *Small Ruminant Research* 24 (1997) 203-212, 24, 203-212. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)00925-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00925-X)
- McCull, A. (2005). Methods for Measuring Microns - By Angus McCull. Recuperado 11 de enero de 2017, a partir de <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/Html/MeasuringMicrons.htm>
- McGregor, B. (2002). Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and Peppin Merino sheep grazed on annual pastures. *Small Ruminant Res*, 44(S0921-4488-0), 219-232. <https://doi.org/10.1016>
- 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. Recuperado a partir de <http://documentslide.com/documents/production-attributes-and-relative-value-of-alpaca-fleeces-in-southern-australia.html>
- McGregor, B., & Butler, K. (2004). Sources of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust J Agr Res*, 55, 433-442. <https://doi.org/doi:10.1071/AR03073>
- Melo, C. (2006). Diámetro de fibra en alpacas huacayas ganadoras en ocho ferias agropecuarias y su relación con el porcentaje de médula y número de rizos. Tesis de Pre-grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú.
- Miranda, F. (1998). Evaluación Agrostológica de praderas naturales del Anexo Quimsachata. Informe Técnico. Proyecto PAL.



- Mueller, J. (2007). Novedades en determinación del diámetro de fibra y su relevancia en programas de selección INTA Bariloche.
- Nibikora, I., & J. Wang (2010). Optimum selection of the opening roller and navel for rotor spun silk/Cashmere blended yarn. *Fibres Text East Eur*, 18, 35-38.
- Nina, M. (1993). Evaluación preliminar de la composición de rebaño y algunas características físicas de la fibra de llama en la zona sur de Oruro Bolivia,. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista -UNA Puno, Perú., 51.
- Pacco, C. (2010). Diámetro de fibra, numero de rizos y porcentaje de pelos en alpacas reproductores de plantel Huacaya del SPAR Macusani. Tesis Medico Veterinario y Zootecnista UNA-Puno, Perú,.
- Pari, P. (1993). Algunas características Físicas de la Fibra de llama Q'ara y Ch'acu de Quimsachata Puno,. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, UNA Puno, Perú, 55.
- Paucar, R., Alfonso, L., & Caso, L. E. (2015). Características textiles de la fibra de llama (Lama glama) chaku antes y después de descerdar en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc. VII Congreso Mundial De Camélidos Sudamericanos Puno Peru.
- Pinares, R., L. Chipa, R. Paúcar, & E. Quispe, (2014). Estudio de la diferencia post y pre descerdao de cinco características textiles de la fibra de llama (Lama glama) Chaku. *Revista de Investigacion en Ciencias Sociales y Tecnologicas. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac Vol 1 pg 69-77.*
- Ponzoni, R. W., R. J. Grimson, J. A. Hill, D. J. Hubbard, B. A. McGregor, A. Howse, ... G. J. Judson (1999). The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas.
- Quispe, E. . (2010). Evaluacion De Caracteristicas Productivas Y Textiles De La Fibra De Alpacas Huacaya De La Region De Huancavelica, Peru. *International Simposium on*



- Fiber South American Camelids. Huancayo - Perú., Primera ed.
- Quispe, E., J. Mueller, J. Ruiz, L. Alfonso, & G. Gutiérrez (2008). Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos. Universidad Nacional de Huancavelica. Primera Edición. Huancavelica, Perú.,
- Quispe, E., L. Alfonso, A. Flores, H. Guillén & Y. Ramos (2009). Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica-Perú. Archivos de. Zootecnia., 58, 705-716.
- Quispe, E. C. (2010). Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región altoandina de Huancavelica. Tesis para optar el Grado de Doctor. UNALM. Lima, Perú.
- Quispe, E. C., L. Chipa, & R. Pinares (2015). Análisis económico y de la producción del descordado manual de la fibra de llamas (*Lama glama*) Chaku. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cordova vol: 64 (246) pp: 191-198
- Quispe, E. C., H. Ramos, P. Mayhua, & L. Alfonso (2010). Fibre characteristics of vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*). *Small Ruminant Research*, 93(1), 64-66. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.03.019>
- Quispe, E. C., T. C. Rodríguez, L. R. Iñiguez, & J. P. Mueller (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*, 45(March 2016), 1. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- Quispe, H. (2014). Caracterización fenotípica de llamas del tipo T'amphulli conservadas en condición in situ en las regiones de Quetena Grande Potosi y Calientes Cochabamba. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF.
- Raggi L., (2014). Antecedentes sobre la producción de camélidos sudamericanos domésticos de Chile. *TecnoVet*, 1(1), 1-2. Recuperado a partir de



- [http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/viewArticle/ 5149/5032](http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/viewArticle/5149/5032)
- Renieri, C., E. N. Frank, A. Y. Rosati, & M. Antonini (2009). Definición de razas en llamas y alpacas. *Animal Genetic Resources Information*, 45(Mc), 45. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990319>
- Rojas, D. (2006). Caracterización del Espesor de las Fibras de Alpaca Basada en Análisis Digital de Imágenes. *Electrónica-UNMSM*, 17, 3-6. Recuperado a partir de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/electronica/n17_2006/a05.pdf
- 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>
- Sacchero, D. (2005). Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas. *Curso Actualización Ovina*. 7. 2005 09 5-9, 5 al 9 de septiembre, 2005. San Carlos de Bariloche. AR., 1-22.
- Sacchero, D. (2008). *Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos*. GraficaIndustrial IERL - Huancayo- Perú, 155.
- SAS System. (2002). *Analytics, Business Intelligence and Data Management | SAS*. Recuperado 11 de enero de 2017, a partir de http://www.sas.com/es_pe/home.html
- SENHAMI. (2012). *Información Meteorológica del CIP La Raya UNA*. Puno Perú.
- Siguayro, R., & A.Gutiérrez. (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,2),1-12.
- Stemmer, A., A.Valle, M. Nuemberg, J. Delgado, M. Wurzinger, & J. Soelkner (2005). La llama de Ayopaya: Descripción de un recurso genético autoctono. *The llama of Ayopaya: description of an indigenous genetic resource*, 54(206-207), 253-259.



- Recuperado a partir de <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/articulo.php?codigo=547>
- Sumari, R. (1986). Densidad y maduración del folículo piloso, densidad y diámetro de fibra en llamas variedad tapada,. Tesis Medico Veterinario y Zootecnista, UNA-Puno, Perú, 40 p.
- Sunari, E. (1986). Biometría de la llama en la comunidad de Santa Rosa de Juli. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno: Univ Nacionaldel Altiplano., 78.
- Ticlla 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.
- 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 J. (2011). Diámetro de Fibra y Porcentaje de Pelos en Alpacas Hembra de Raza Suri. Tesis Medico Veterinario y Zootecnista UNA-Puno, Perú,.
- 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.
- Villaroel, L. (1959). Estudio sobre la fibra de alpaca. Resumen I parte. UNA-UNAM.
- Von Bergen, W. (1963). Wool Hand book. Mack Printing Company Easton. New York, U.S.A.
- Wang, L., X. Liu, & X. Wang (2004). Changes in Fibre Curvature during the Processing of Wool and Alpaca Fibres and their Blends, in College of Textiles, Donghua



- University. Proc. of the Textile Intitute 83rd World Conference. The Textile Institute & Donghua University, Manchester, UK & Shanghai, PR China, 449-452.
- Wang, X., L. Wang, & X. Liu, (2003). The quality and processing performance of alpaca fibres. Rural Industries Research and Development Corporation. Australia., 119.
- Wheeler, J. C. (1991). Los Camelidos Sudamericanos: Origen, evolución y status actual. Avances y perspectivas en el conocimiento de los camélidos sudamericanos, 11-48.
- Wurzinger, M., J. Delgado, M. Nürnberg, A. Valle, A. Stemmer, G. Ugarte, & J. Sölkner (2006). Genetic and non-genetic factors influencing fibre quality of Bolivian llamas. Small Ruminant Research, 61(2-3 SPEC. ISS.), 131-139.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.004>



ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MEDIA DEL DIÁMETRO DE FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS

Fuente Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
SEXO	1	0.01171149	0.01171149	0.05	4.00	7.09	0.832
Error	58	14.96380421	0.25799662				
Total	59	14.9755157					

$$\bar{X} = 1.50 \quad CV = 33.80$$

ANEXO B. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COEFICIENTE DE VARIABILIDAD DE LA MEDIA DEL DIÁMETRO DE FIBRA DESCERDADA

Fuente Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
SEXO	1	91.0161192	91.0161192	4.35	4.00	7.09	0.0414
Error	58	1213.3095	20.919129				
Total	59	1304.32562					

$$\bar{X} = 17.92 \quad CV = 25.53$$

ANEXO C. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONFORT DE LA FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS

Fuente Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
SEXO	1	1.14579471	1.14579471	0.04	4.00	7.09	0.8414
Error	58	1645.2881	28.367036				
Total	59	1646.43389					

$$\bar{X} = 17.10 \quad CV = 31.15$$

ANEXO D. ANÁLISIS DE VARIANZA DE FINURA AL HILADO DE LA FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS

Fuente Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
SEXO	1	0.38796713	0.38796713	1.37	4.00	7.09	0.2459
Error	58	16.3775227	0.28237108				
Total	59	16.7654898					

$$\bar{X} = 2.28 \quad CV = 23.31$$

ANEXO E. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ÍNDICE DE CURVATURA DE LA FIBRA DESCERDADO DE LLAMAS

Fuente Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F- Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
SEXO	1	0.78108696	0.78108696	1.17	4.00	7.09	0.2833
Error	58	38.6267965	0.66597925				
Total	59	39.4078834					

$$\bar{X} = 2.15 \quad CV = 37.96$$

ANEXO F. FOTOGRAFÍA DEL MAJADA DE LLAMAS QÁRA



ANEXO G. LAVADO DE FIBRA DE LLAMA



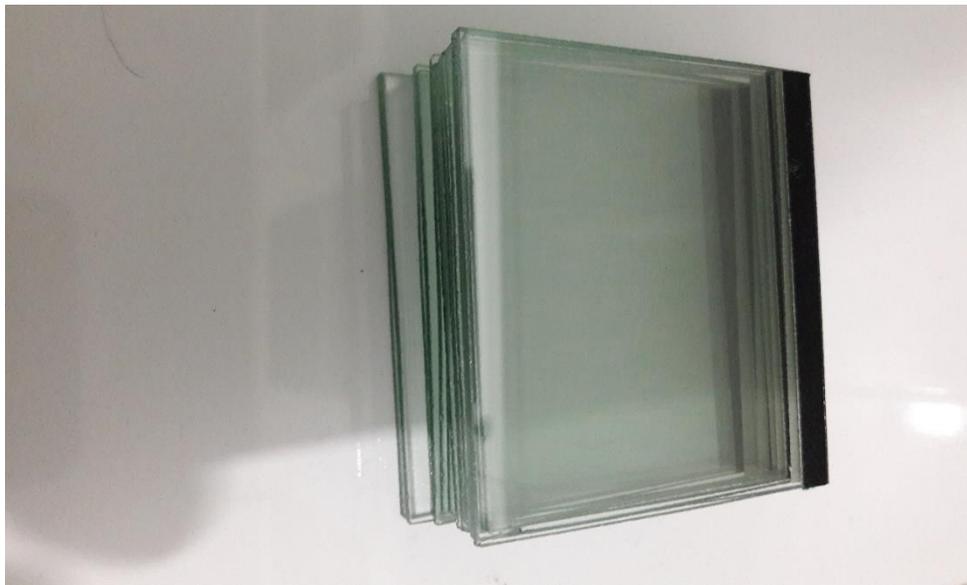
ANEXO H. MATERIALES DE TRABAJO



ANEXO I. CORTADORA



ANEXO J. EQUIPO DE LECTURA DE MEDICIONES



ANEXO K. PROCEDIMIENTO DE LECTURA



ANEXO L. OBTENCIÓN DE DATOS





DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE LLAMA QÁRA

Factores				Sin descerदार					Descerदार				
Llama	Tipo	Sexo	Edad	df	cv	fc	fh	ic	df	cv	fc	fh	ic
1	Q'ara	Hembra	2 años	37.4	26.7	23.3	38.5	19.2	33.4	22.5	34.6	33.0	16.7
2	Q'ara	Macho	2 años	36.8	30.9	30.3	39.5	20.9	31.2	23.1	45.2	31.0	25.4
3	Q'ara	Macho	2 años	35.5	32.5	40.3	38.7	22.4	34.1	29.9	43.2	36.1	25.6
4	Q'ara	Macho	2 años	34.0	35.0	43.3	38.0	23.9	30.5	24.4	52.3	30.6	25.4
5	Q'ara	Macho	2 años	33.3	28.7	41.7	35.0	17.6	32.4	25.3	44.5	32.9	22.6
6	Q'ara	Macho	2 años	32.3	31.3	53.8	34.8	20.1	31.4	23.8	51.1	31.4	23.4
7	Q'ara	Hembra	2 años	32.0	25.1	48.9	32.4	25.9	29.0	21.3	63.8	28.3	32.5
8	Q'ara	Macho	2 años	31.0	25.0	52.3	31.4	19.0	30.8	19.5	47.2	29.6	23.6
9	Q'ara	Hembra	2 años	30.1	26.7	60.3	30.9	27.9	27.7	22.1	69.4	27.2	26.9
10	Q'ara	Macho	2 años	30.0	36.0	63.8	34.0	22.7	24.9	28.2	82.9	26.0	26.1
11	Q'ara	Macho	2 años	29.8	32.3	57.6	32.4	20.7	27.2	27.7	69.7	28.3	29.4
12	Q'ara	Macho	2 años	29.6	32.9	63.0	32.4	29.0	26.9	22.5	74.8	26.5	35.7
13	Q'ara	Hembra	2 años	29.6	37.8	68.8	34.2	26.5	26.2	24.4	78.0	26.3	27.8
14	Q'ara	Macho	2 años	29.4	26.9	63.8	30.2	28.6	28.4	20.4	66.9	27.6	37.8
15	Q'ara	Hembra	2 años	29.1	34.4	69.4	32.4	20.1	24.4	23.0	85.5	24.3	30.8
16	Q'ara	Macho	2 años	28.7	32.4	66.7	31.3	29.7	24.2	21.8	87.2	23.7	37.3
17	Q'ara	Hembra	2 años	28.6	32.1	70.1	31.0	22.2	28.5	21.0	68.1	27.7	27.8
18	Q'ara	Macho	2 años	28.3	33.4	66.0	31.1	31.0	25.9	26.8	76.7	26.6	38.3
19	Q'ara	Macho	2 años	28.3	24.9	68.5	28.6	30.5	27.3	20.8	73.2	26.5	34.4
20	Q'ara	Hembra	2 años	28.2	32.2	71.6	30.7	25.0	26.9	24.3	75.5	27.0	25.2
21	Q'ara	Macho	2 años	28.1	28.7	72.6	29.5	22.3	27.1	21.5	75.5	26.5	19.6
22	Q'ara	Hembra	2 años	27.9	33.3	69.4	30.6	21.0	24.2	23.4	85.3	24.1	29.6
23	Q'ara	Macho	2 años	27.8	33.5	74.6	30.6	25.8	25.3	21.9	84.5	24.9	30.4
24	Q'ara	Macho	2 años	27.7	33.6	74.1	30.6	27.7	25.9	26.7	80.7	26.6	30.5
25	Q'ara	Macho	2 años	27.4	38.5	67.3	31.9	23.1	24.2	26.9	83.4	24.9	39.2
26	Q'ara	Macho	2 años	27.4	43.8	70.0	33.8	31.8	21.6	26.8	91.4	22.2	42.3
27	Q'ara	Macho	2 años	27.4	35.9	76.2	31.0	23.9	25.0	22.5	83.9	24.7	27.8
28	Q'ara	Hembra	2 años	27.3	36.8	74.6	31.1	28.5	25.7	23.2	80.9	25.5	27.1
29	Q'ara	Macho	2 años	27.2	33.9	76.2	30.1	32.6	26.0	28.1	80.2	27.1	31.2
30	Q'ara	Macho	2 años	27.1	31.7	75.9	29.3	24.9	22.5	21.7	93.3	22.1	35.0
31	Q'ara	Hembra	2 años	26.9	34.3	76.7	29.9	30.5	25.7	23.0	81.6	25.5	30.2
32	Q'ara	Macho	2 años	26.9	36.1	74.0	30.5	29.4	25.0	27.3	82.5	25.9	31.7
33	Q'ara	Macho	2 años	26.9	37.3	75.3	30.9	24.8	24.2	26.4	85.9	24.8	32.0
34	Q'ara	Hembra	2 años	26.8	34.5	77.8	29.8	15.8	25.3	21.6	82.8	24.8	20.9
35	Q'ara	Macho	2 años	26.7	38.7	75.2	31.2	23.7	24.4	25.3	86.6	24.8	31.3
36	Q'ara	Hembra	2 años	26.6	31.5	78.5	28.7	30.5	24.0	25.9	87.3	24.5	31.2
37	Q'ara	Hembra	2 años	26.6	33.9	77.9	29.5	28.2	24.9	20.3	87.0	24.1	32.3
38	Q'ara	Hembra	2 años	26.6	27.2	77.9	27.5	28.1	25.3	21.4	84.6	24.7	32.4
39	Q'ara	Hembra	2 años	26.3	39.4	78.1	30.9	30.3	22.1	20.9	94.4	21.5	38.9



40	Q'ara	Hembra	2 años	26.3	35.7	77.6	29.7	28.2	23.3	25.1	88.5	23.5	43.9
41	Q'ara	Hembra	2 años	26.2	35.4	75.9	29.5	28.3	22.1	30.2	87.8	23.5	39.4
42	Q'ara	Macho	2 años	25.9	41.7	80.7	31.3	25.6	21.7	24.3	93.5	21.8	34.5
43	Q'ara	Macho	2 años	25.9	29.7	80.1	27.4	30.8	24.8	20.7	85.9	24.1	30.4
44	Q'ara	Hembra	2 años	25.9	39.0	77.4	30.3	26.0	24.9	26.4	80.4	25.5	31.9
45	Q'ara	Hembra	2 años	25.9	32.3	79.5	28.2	27.0	23.5	23.5	89.1	23.4	35.1
46	Q'ara	Hembra	2 años	25.7	36.7	78.8	29.3	29.3	22.9	27.6	88.8	23.7	34.3
47	Q'ara	Hembra	2 años	25.7	47.9	80.8	33.3	37.2	20.5	18.8	97.8	19.6	41.0
48	Q'ara	Macho	2 años	25.7	34.1	77.2	28.5	25.7	20.8	27.8	93.7	21.6	34.2
49	Q'ara	Hembra	2 años	25.7	37.4	77.0	29.6	21.7	23.3	25.7	85.5	23.7	27.6
50	Q'ara	Hembra	2 años	25.6	54.8	84.7	35.7	33.6	22.9	22.2	92.8	22.5	29.9
51	Q'ara	Macho	2 años	25.6	32.6	82.7	27.9	29.3	25.5	25.7	83.7	26.0	32.5
52	Q'ara	Hembra	2 años	25.6	31.1	82.5	27.5	27.4	23.9	23.5	87.3	23.8	29.4
53	Q'ara	Hembra	2 años	25.5	31.3	83.5	27.5	24.6	25.1	22.2	85.2	24.7	26.2
54	Q'ara	Macho	2 años	25.4	27.8	82.4	26.4	24.6	24.4	22.7	87.5	24.2	28.6
55	Q'ara	Hembra	2 años	25.4	35.9	82.7	28.8	19.2	22.0	20.3	95.3	21.3	27.0
56	Q'ara	Hembra	2 años	25.4	31.3	83.0	27.4	34.8	24.8	20.8	86.7	24.1	35.4
57	Q'ara	Macho	2 años	25.4	34.0	77.9	28.2	35.2	22.7	26.0	89.7	23.2	29.4
58	Q'ara	Hembra	2 años	25.3	37.2	81.5	29.0	29.7	22.4	22.8	92.0	22.1	34.2
59	Q'ara	Hembra	2 años	25.2	29.2	83.6	26.5	32.0	21.4	21.3	95.7	20.9	30.0
60	Q'ara	Hembra	2 años	25.1	34.8	81.6	28.1	24.1	22.9	26.3	88.9	23.5	33.2

df = Diámetro de fibra

cv = Coeficiente de variabilidad

fc = Factor de confort

fh = Finura al hilado

ic = Índice de curvatura