



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



**“CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE
ALPACA SURI A LA PRIMERA Y SEGUNDA ESQUILA DEL
CENTRO EXPERIMENTAL LA RAYA UNA – PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

TOMAS VILCA MAMANI

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

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

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

A mis padres; Avelina Mamani flores, Jorge Gerardo Vilca Tito quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hermano Edison Yubert Vilca Mamani por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi esposa Sandra G. Cáceres y a mi hijito Diego Zaid Vilca al ser más precioso que me dio la vida, que siempre estará ahí, que es mi mayor fuerza e inspiración para seguir adelante y cumplir todas mis metas trazadas.

Tomas Vilca Mamani.



AGRADECIMIENTOS

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

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

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

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

Agradezco a mis queridos amigos Yuhel, Dalia, Sandro, quien me acompañó a lo largo de la ejecución de mi tesis, gracias por todo cuanto has hecho y haces por mi brindándome tu amistad, y apoyo incondicional, gracias por los consejos y la orientación.

Agradezco a mis queridos tíos Lucia, Fely, Marcos, Faustino quienes me acompañaron a lo largo de mi vida universitaria, gracias por todo cuanto han hecho brindándome su amistad, y apoyo incondicional, gracias por los consejos y la orientación.

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

Tomas Vilca Mamani



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT 14

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 16

1.1.1. Objetivo general 16

1.1.2. Objetivos específicos 16

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 18

2.1.1. Diámetro medio de fibra 18

2.1.2. Factor de confort 24

2.1.3. Índice de curvatura 30

2.1.4. Longitud de mecha 36

2.1.5. Peso del vellón 40

2.2. MARCO CONCEPTUAL 43

2.2.1 fibra de alpaca 43



2.2.2 medición de la fibra	43
2.2.3. OFDA (Analizador óptico de diámetro de fibra).....	44
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA	46
2.3.1 Diámetro medio de fibra	46
2.3.2 Factor de confort.....	49
2.3.3. Índice de curvatura.....	50
2.3.4 Longitud de mecha.....	51
2.3.5. Peso vellón.....	51
2.4 CORRELACIONES.....	53
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. LUGAR DE ESTUDIO	55
3.2. MATERIAL DE ESTUDIO.....	56
3.2.2. Materiales y equipos	56
3.4. PROCEDIMIENTO	57
3.4.1 Obtención de la muestra de fibra	57
3.4.2 Medición del diámetro de fibra.....	58
3.4.3 Medición del factor de confort, índice de curvatura y longitud de mecha.	59
3.4.4 Determinación de peso del vellón.....	59
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	59
3.5.1. Análisis de variancia.....	59
3.5.2. Análisis de correlación.....	60



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características textiles de la fibra	61
4.1.1. Diámetro de fibra	61
4.1.2. Factor de confort	63
4.1.3. Índice de curvatura.....	65
4.1.4. Longitud de mecha.....	68
4.1.5. Peso del vellón	70
4.2. CORRELACIONES ENTRE VARIABLES	71
4.2.1. Entre variables de fibra en primera esquila.....	71
4.2.2. Entre variables de fibra en segunda esquila.....	73
V. CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXO	90

Área: Producción de Camélidos Sudamericanos.

Línea: Características de la fibra de alpaca.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 22 de abril de 2022



INDICE DE ANEXO

ANEXO A. Animales para el muestreo de fibra en el CE la Raya.	92
ANEXO B. Toma de muestra de fibra en el costillar medio del animal.....	93
ANEXO C. Obtención de muestras de fibra.	93
ANEXO D. Identificación y rotulado de muestra.	94
ANEXO E. Registro de datos como arete del animal y otros.	94
ANEXO F. Muestras recolectadas para el envío a PECSA.....	95
ANEXO G. Equipo de OFDA 2000 del Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos PECSA - Puno.	95
ANEXO H. Calibración del equipo con el slide usando patrones de fibra de poliéster estándar para fibra de alpaca.	96
ANEXO I. Resultado del análisis de fibra.....	96



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Distribución de animales para el estudio.	56
Tabla 2.	Diámetro de la fibra (μ) de alpaca Suri según esquila/sexo.....	61
Tabla 3.	Factor de confort (%) de alpaca Suri según esquila/sexo.	63
Tabla 4.	Índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpacas Suri según esquila/sexo.	66
Tabla 5.	Longitud de mecha (mm) de la fibra de alpacas Suri según esquila y sexo. 68	
Tabla 6.	Peso del vellón (kg) de la fibra de alpacas Suri según interacción esquila/sexo	70
Tabla 7.	Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la primera esquila....	71
Tabla 8.	Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la segunda esquila ...	73
Tabla 9.	ANVA del diámetro de la fibra (μ) de alpaca Suri.	90
Tabla 10.	ANVA del factor de confort (%) de la fibra de alpaca suri.	90
Tabla 11.	ANVA del índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpaca suri.	90
Tabla 12.	ANVA de longitud de mecha (mm) de alpaca suri.....	90
Tabla 13.	ANVA para peso del vellón (kg) de la fibra de alpaca suri.	91
Tabla 14.	Comparación de medias para las variables de la fibra de alpaca suri, según esquila	91
Tabla 15.	Comparación de medias para las variables de la fibra de alpaca suri, según sexo	91
Tabla 16.	Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la primera esquila....	91
Tabla 17.	Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la segunda esquila ...	92
Tabla 18.	Medidas de las características de la fibra de alpacas suri 1ra esquila del C.E. la RAYA UNA – PUNO	97



Tabla 19. Medidas de las características de la fibra de alpacas suri 2ra esquila del C.E.
la RAYA UNA – PUNO 99



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Correlación entre diámetro y factor de confort 1ra esquila	72
Figura 2. Correlación entre diámetro y factor confort 2da esquila	74



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

PECSA: Proyecto especial Camélidos Sudamericanos.

CE : Centro Experimental La Raya.

CS : Camélidos Sudamericanos.

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.

R : Correlación

R^2 : Coeficiente de determinación

IC : Índice de Curvatura.

LM : Longitud de Mecha.

PVe : Peso del vellón

MM : Milímetro.

$M\mu$: Micrómetros

μ : Micras

OFDA: Analizador Óptico de Fibras.

UNA: Universidad Nacional del Altiplano

FMVZ: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



SAS : Sistema de análisis estadístico

$P \leq 0.05$: Existe diferencia significativa al 95%

$P \leq 0.01$: Existe diferencia altamente significativa al 99%

$P \geq 0.05$: No existe diferencia significativa al 95%



RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental La Raya – FMVZ – UNA - Puno, con objetivos de determinar el diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura, longitud de mecha y peso del vellón en alpacas Suri, según número de esquila y sexo, y determinar el grado de asociación entre el diámetro de fibra y el factor de confort, longitud de mecha y peso del vellón en alpacas Suri. Para lo cual, se utilizó 196 muestras de fibra, se analizaron con el equipo OFDA 2000 en Laboratorio de Fibras. Los resultados fueron procesadas bajo un arreglo factorial de 2 x 2 (número de esquila/sexo), conducido al diseño completo al azar, y la comparación de promedios fue mediante la prueba de Significación Múltiple de Tukey con el programa SAS v.9.4. El diámetro de fibra a la primera esquila fue de $20,12 \pm 1,93\mu$ y segunda esquila $21,63 \pm 2,28\mu$ ($p < 0.05$). El factor de confort a la primera esquila fue de 96,00 % y en segunda esquila 93,00 % ($p < 0.05$); las alpacas machos tuvieron 96,06 % y las hembras 94,07 % ($p < 0.05$). El peso del vellón a la primera esquila fue $1,42 \pm 0,28$ kg y segunda esquila $1,99 \pm 0,30$ kg ($p < 0.05$); mientras las alpacas machos tuvieron $1,53 \pm 0,28$ kg y las hembras $1,72 \pm 0,45$ kg ($p < 0.05$). En el índice de curvatura y longitud de mecha no se observó variaciones en los indicadores por efecto esquila y sexo. El grado de asociación entre variables entre el diámetro con factor de confort de $r = - 0,92$ que es un valor negativo y alto; y con un coeficiente de determinación de 84 %. Y entre longitud de mecha y Peso del vellón fue $r = 0,96$ que es un valor positivo y alto; y con un coeficiente de determinación de 92 %. Similar comportamiento se observó en la segunda esquila. Conclusión el diámetro de fibra, factor de confort y peso del vellón muestran diferencias significativas por efecto del número de esquila y sexo; y las correlaciones entre el diámetro con factor de confort fueron negativos y altos, y longitud de mecha con peso del vellón fueron positivos y altos, en ambas esquilas.

PALABRAS CLAVES: Alpaca Suri, Características textiles, Correlaciones.



ABSTRACT

The study was carried out at the La Raya Experimental Center - FMVZ - UNA - Puno, with the objective of determining the fiber diameter, comfort factor, curvature index, wick length and fleece weight in Suri alpacas, according to shearing number and sex, and to determine the degree of association between the fiber diameter and the comfort factor, wick length and fleece weight in Suri alpacas. For which, 196 fiber samples were used, the same ones that were analyzed with the OFDA 2000 equipment in the Fiber Laboratory of the South American Camelidae Special Project. The information obtained was processed under a factorial arrangement of 2 x 2 (number of shearing / sex), conducted to the complete random design, and the comparison of means was by means of Tukey's Multiple Significance test with the SAS v.9.4 program. The fiber diameter at the first shearing was $20.12 \pm 1.93\mu$ and the second shearing $21.63 \pm 2.28\mu$ ($p < 0.05$). The comfort factor at the first shearing was $96.00 \pm 3.66\%$ and at the second shearing $93.00 \pm 4.27\%$ ($p < 0.05$); male alpacas had $96.06 \pm 3.56\%$ and females $94.07 \pm 4.34\%$ ($p < 0.05$). The weight of the fleece at the first shearing was 1.42 ± 0.28 kg and the second shearing 1.99 ± 0.30 kg ($p < 0.05$); while the male alpacas had 1.53 ± 0.28 kg and the females 1.72 ± 0.45 kg ($p < 0.05$). In the index of curvature and wick length, no variations were observed in the indicators by shearing effect and sex. The degree of association between variables between the diameter with a comfort factor of $r = -0.92$, which is a negative and high value; and with a coefficient of determination of 84%. And between wick length and fleece weight it was $r = 0.96$ which is a positive and high value; and with a coefficient of determination of 92%. Similar behavior was observed in the second shearing. Conclusion the fiber diameter, comfort factor and weight of the fleece show significant differences due to the effect of the number of shearing and sex; and the correlations between diameter with comfort factor were negative and high, and wick length with fleece weight were positive and high, in both shears.

KEY WORDS: Alpaca Suri, Textile characteristics, Correlations.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La población de alpacas en el Perú es de 3.7 millones de animales; de los cuales el 80% es Huacaya, 12% Suri y 80% Híbridos, que representa el 87% de la población mundial. El 99% de los camélidos se encuentran en poder de pequeños criadores) y el 1% restante en diversas formas organizativas (medianas y grandes empresas, comunidades campesinas,). La crianza de este animal involucra a 82,459 criadores agropecuarios (CENAGRO, 2013), y es una de las actividades productivas en fibra y carne más importantes en la zona alto andina y de ella dependen entre el 70 a 80 % del ingreso familiar anual (FAO, 2005); ya que esta actividad se desarrolla a las limitaciones que le impone la ecología de la Puna. De otra parte (Minagri, 2019) indica que, nuestro país es el primer productor de fibra de alpaca, alcanzando una producción anual que supera las 4 mil toneladas y media; de las cuales un 95% es adquirida y transformada por la industria textil, exportándose el 58%.

No obstante que, en los últimos años la calidad de la fibra de alpaca producida en el país ha decrecido notoriamente y está cada vez más gruesa, seca, quebradiza, producto de vellones menos uniformes, el promedio nacional del diámetro medio de fibra se estima en 32 μm (Quispe *et al.*, 2009); trayendo como consecuencia un progresivo deterioro en su precio y por consiguiente, en los ingresos de los criadores alto andinos, uno de los sectores más pobres del Perú (Kadwell *et al.*, 2001); por lo tanto surge la necesidad de consolidar programas de mejora genética.



Las iniciativas de mejoramiento genético de fibra de alpaca por parte del estado y algunas empresas de la industria textil están centradas principalmente en reducir el diámetro medio de fibra, porque para la confección de prendas lujosas son requeridas las fibras finas. Todavía no se ha resuelto el problema de la sensación de picazón que sienten los usuarios, la cual se ha atribuido a las fibras meduladas continuas, resultando incomodidad cuando están en contacto con la piel, además, estas fibras son frágiles (baja resistencia a la tracción) y rígidas que sobresalen de las prendas a simple vista dando una mala apariencia, el mismo que afecta indirectamente en el precio de la fibra y el ingreso del productor alpaquera (Holt, 2007).

Por todo lo mencionado es muy necesario realizar el trabajo de investigación en alpacas de raza Suri, ya que las mediciones de las características de la fibra permitirán lograr un conocimiento que va incluirse en un programa de mejoramiento genético en alpacas Suri. Por tal virtud en el presente estudio se planteó los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Objetivo general

Determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca Suri a la primera y segunda esquila del Centro Experimental La Raya UNA – PUNO.

1.1.2 Objetivos específicos

Determinar el diámetro, factor de confort, índice de curvatura, longitud de mecha y peso vellón de la fibra de alpaca suri a la primera y segunda esquila del Centro Experimental La Raya



Determinar el grado de asociación entre el diámetro de fibra y el factor de confort, longitud de mecha y peso del vellón en la fibra de alpacas Suri, de primera y segunda esquila



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1 Diámetro medio de fibra

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

En alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar, Puno se determinó el diámetro medio a la primera esquila según sexo, las muestras se procesaron en el equipo Sirolan Laserscan. Los resultados muestran que el promedio del



diámetro de fibra fue $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$, y por sexo de $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$ y $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$ en hembras y machos, respectivamente ($P > 0,05$) (Checmapocco *et al.*, 2013).

En un estudio en la provincia de Tarata - Tacna, obtuvo un promedio de $22,45 \mu$ en la Raza Huacaya y $21,48 \mu$ en la raza Suri respectivamente. Donde la raza Huacaya posee fibras más gruesas que la raza Suri. Donde el promedio de diámetro de fibra de la raza Suri de acuerdo a la edad es de $19,45 \mu\text{m}$ para animales de un año, $22,27 \mu\text{m}$ para dos años, $22,93 \mu\text{m}$ para tres años y $22,08 \mu\text{m}$ para animales 4 años de edad (Flores, 2009).

Un estudio de determinación del diámetro medio de fibra de alpaca Suri y Huacaya mediante datos de Pacamarca SA, reportan el diámetro de la fibra en la raza Suri es de $24,71$ y en la raza Huacaya de $22,97$ (Pérez *et al.*, 2010).

Con la finalidad de conocer la influencia de los estados de gestación y lactancia en el desempeño productivo en la fibra en alpacas de la granja experimental Pacamarca, se utilizaron 8 648 registros de 1 541 hembras y 366 machos de eco tipo Huacaya y 2 410 registros de 374 hembras y 132 machos de eco tipo Suri, pertenecientes a animales de tres o más años de edad. Los ecotipos Huacaya y Suri fueron analizados independientemente, todos los efectos incluidos en el modelo aparecieron como altamente significativos, siendo las diferencias pareadas menos significativas en Suri debido al menor número de registros. La edad tuvo un efecto muy importante que aumentó $3,71 \mu\text{m}$ de 3 a 9 años en Huacaya y $4,52 \mu\text{m}$ en Suri. Se encontró una diferencia de $3,09 \mu\text{m}$ en Huacaya y $5,93 \mu\text{m}$ en Suri entre las alpacas de color oscuro y blanco; estos resultados recomiendan modificar el modelo de evaluación genética ajustando el estado fisiológico de las hembras para aumentar la precisión de los valores de cría utilizados para seleccionar animales en el esquema de cría de la granja (Cervantes, *et al.*, 2010).



Las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de Corani, provincia de Carabaya del departamento de Puno, analizaron 240 muestras de fibra con el equipo OFDA 2000; los resultados del diámetro medio de fibra fue de $19,60 \pm 2,09 \mu\text{m}$; $21,07 \pm 2,56 \mu\text{m}$ y $22,28 \pm 2,45 \mu\text{m}$ en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad, respectivamente ($P \leq 0,05$); para el efecto del factor sexo, los machos presentan un diámetro de fibra de $21,28 \pm 2,55 \mu\text{m}$, y las hembras de $20,69 \pm 2,69 \mu\text{m}$ ($P > 0,05$) (Ormachea *et al.*, 2015).

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

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



μm . La incidencia de fibra medulada muestra un incremento lineal de 10 a 60 % respecto al peso y el incremento en el promedio de diámetro de fibra de 20 a 36 μm (Mc Gregor, 2006). Del mismo modo, al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro de fibra de 25,70 μm con valores extremos de 23,40 a 27,30 μm (Ponzoni *et al.*, 1999)

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

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

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



Suri encontró $24.47\mu\text{m}$; igualmente Cervantes, *et al.*, (2010) en el Fundo experimental Pacamarca, encuentra el diámetro de fibra en promedio para alpacas de la raza Suri fue de $24.73\pm 5.01\mu\text{m}$. Asimismo, Ponzoni *et al.*, (1999) reporta valores superiores comparados a los valores obtenidos en el presente estudio al evaluar un programa de mejora genética para alpacas australianas $25.7\mu\text{m}$ con un rango de $23.4\mu\text{m}$ a $27.3\mu\text{m}$; igualmente, McGregor, (2006) al estudiar alpacas criadas en Australia encontró que el 10% de alpacas Huacaya presentan una diámetro medio de $24\mu\text{m}$ y más del 50% estaban en $29.9\mu\text{m}$, por otra parte, Lupton, (2006) quien analizó 585 muestras de vellón de alpacas norteamericanas encontró un promedio de $26.83\mu\text{m}$, los anteriores autores mencionados corresponden a trabajos realizados en alpacas de la raza Huacaya.

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

Según Flores, (2017), indica que para el promedio de fibra fue $21.04\pm 2.70\mu\text{m}$. En relación a la edad los resultados fueron $19.86\pm 2.31\mu\text{m}$, $21.02\pm 2.62\mu\text{m}$ y $21.88\pm 2.70\mu\text{m}$, para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. Así mismo, para efecto sexo fue $21.13\pm 2.64\mu\text{m}$ y $20.62\pm 2.95\mu\text{m}$ para hembra y macho respectivamente.

Según Flores, (2006), el diámetro de fibra para las alpacas de la Provincia de Tarata, según el sexo es de $23,03\pm 4,16\mu$ y $21,24\pm 3,44\mu$ para hembras y machos respectivamente, siendo estos diferentes en donde existe diferencia estadística altamente



significativa ($p \leq 0,01$). Por lo que se evidencia que el sexo, influye sobre esta característica de importancia económica.

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

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



También, Siguayro y Gutierrez, (2010) registra un diámetro de fibra de $17.86\mu\text{m}$ y $18.23\mu\text{m}$ para machos y hembras respectivamente, así mismo, Vasquez *et al.*, (2015) encontró $19.60\pm 0.20\mu\text{m}$ y $20.10\pm 0.20\mu\text{m}$ para machos y hembras respectivamente.

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

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

2.1.2 Factor de confort

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

En el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani, se tomaron 180 muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri, los resultados muestran que el factor de confort presenta variaciones altamente significativas para el



efecto raza, siendo en alpacas Suri de $95,58 \pm 3,35$ % y Huacaya de $98,76 \pm 1,85$ % (Díaz, 2014).

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

Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 %. (McGregor, 2004), en estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 1999), mientras que Lupton *et al.* (2006), Trabajó en alpacas criados en EE.UU. sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39 ± 25.05 %, según sexo en hembras 69,50 % y machos de 72,60 %, según edad fue de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente.

En las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani provincia de Carabaya, trabajando con 240 alpacas Huacaya de color blanco indican que la variable factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal debido a que los parámetros del diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, obteniendo los siguientes valores 97.50%, 95.85% y 93.43% en alpacas de dos, tres y cuatro años de edad respectivamente. De igual manera indican que los vellones de alpacas hembras brindan un mayor factor de confort debido a que presentan un menor diámetro de fibra en comparación con los machos obteniendo los siguientes resultados en alpacas



hembras 96.19% y 94.99% en machos. Sin embargo, la comunidad no influye en la variación del factor de confort (Ormachea *et al.*, 2015).

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

En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, encontraron valores de factor de picazón de $6,33 \% \pm 0,30 \%$ que correspondería a un factor de confort de 93,67 %, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Se sabe que mientras las fibras tienen menor diámetro el confort es mayor (Quispe *et al.*, 2009). Asimismo, se reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica (Quispe, 2010). El cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

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

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



La variación del índice de confort desde los animales de 01 año de edad (93.91%) hasta los cuatro años de edad (67.14%) disminuye, y luego se torna constante en alpacas de cinco años de edad; estos resultados nos induce atribuir que, mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente dicho comportamiento intervienen factores de carácter ambiental y de carácter genético (crecimiento y desarrollo del animal y las esquilas periódicas) en el transcurso de la vida del animal. Así también, son inferiores a los reportados por Flores *et al.* (2015).

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

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

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



(86.27 %), los menores factores de confort fueron a los ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %) respectivamente.

Los resultados obtenidos considerando la edad del animal fue mayor en animales de un año en comparación con alpacas de nueve años, estos resultados indican que la variable factor de confort (FC) disminuye conforme se incrementa la edad del animal, esta diferencia encontrada se atribuye debido a que los parámetros de diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, similares a los reportes de Ponzoni *et al.* (1999), McGregor (2006).

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

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

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



Según el estudio realizado por Cervantes, *et al.* (2010). Analizaron conjuntamente cuatro rasgos de fibra (diámetro de fibra, FD; coeficiente de variación de FD, factor de confort y desviación estándar de FD) con seis rasgos de tipo calificados subjetivamente (densidad de vellón, rizo, estructura de bloqueo, cabeza, cobertura y equilibrio) en dos razas de alpaca del altiplano peruano (Suri, SU y Huacayo, HU) para determinar su relación genética, en el Fundo experimental Pacamarca, donde el factor de confort en promedio para alpacas de la raza Suri fue de $80.91 \pm 19.46\%$.

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

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

Calsin, (2017), determino el efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas Suri, en relación a la calidad de las pasturas de los Centros de Investigación y Producción (CIP) Chuquibambilla y La Raya; se tomaron muestras de



fibra de 40 alpacas tuis machos de dos años de edad de la raza Suri. El resultado obtenido en promedio fue $92,01 \pm 4,78\%$.

Los resultados son inferiores a los reportes de Quispe *et al.* (2009) quienes registran valores de 93,67 % de factor de confort en alpacas de color blanco, el cual se considera relativamente como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil, se conoce que mientras las fibras tienen menor diámetro el factor de confort es mayor. Asimismo, se reporta suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica tal como refiere Quispe (2010).

2.1.3. Índice de curvatura

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

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

En un estudio realizado en las comunidades del distrito de Corani – Carabaya – Puno indican que el lugar de procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura obteniendo los siguientes resultados 43.43 grad/mm, 42.21 grad/mm y 41.27 grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34 grad/mm y 42.26 grad/mm en machos (Ormachea *et al.*, 2015).



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

Los resultados reportados de alpacas Huacaya procedentes de Huancavelica, reporta valores de 37.25 °/mm, 38.87 °/mm 40.12 °/mm y 35.32 °/mm en alpacas diente de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, respectivamente (Manso, 2011). En el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar Puno, trabajando con 120 alpacas Huacaya de color blanco considerando la edad (2, 4 y 6 años), sexo y procedencia, encontraron valores de índice de curvatura (grad/mm) de $38,35 \pm 4,18$ °/mm, $34,95 \pm 3,71$ °/mm, $31,74 \pm 4,47$ °/mm en alpacas de 2, 4 y 6 años respectivamente (Roque y Ormachea, 2018). En EE.UU. se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006).

El índice de curvatura en alpacas ha sido estudiado en Perú, en estudios se reportan valores entre 47,66 y 54,01 °/mm en alpacas (Siguyayro y Gutiérrez, 2010), mientras que Quispe (2010) encuentra una media de 38,8 °/mm. Así también, el índice de curvatura está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu *et al.* (2004), Wang *et al.* (2004), Lupton *et al.* (2006), McGregor (2006) quienes encontraron valores de 27,80 °/mm a 32,50



°/mm; al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 °/mm a 35 °/mm contra 25 a 60 °/mm respectivamente (Holt, 2006).

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

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

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



50grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006).

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

Quispe (2010) indica que, en estos últimos años se está dando más interés a esta variable, es así que, en el Perú los trabajos de investigación registran promedios de 38.80°/mm, 37.0±0.3°/mm, 42.30±6.27°/mm, 30.95±6.05°/mm, 38.79°/mm, 36.63±0.76°/mm, 41.46±6.94°/mm y 35.01°/mm que refieren como Vásquez, *et al.* (2015) en Comunidades de la región Apurímac, Ormachea *et al.*, (2015) en comunidades del distrito de Corani – Carabaya, Quispe y Quispe, (2016) en Santo Domingo Cachi – Junín, Gil, (2017) en IIPC - La Raya distrito de Santa Rosa – Melgar – Puno, Machaca *et al.*, (2017) en Cotaruse – Apurímac, Flores, (2017) en Comunidades del distrito de Corani – Carabaya y Roque y Ormachea, (2018) en Comunidades del distrito de Ayaviri - Melgar – Puno respectivamente, resultados que pertenecen a las alpacas de raza Huacaya, donde la frecuencia del rizo es característico de esta raza, por lo tanto, el índice de curvatura es mayor; no obstante que, en la raza Suri el índice de curvatura es menor debido a que la fibra de esta raza no presenta rizos o es muy poco (Holt, 2006). Además, en Australia



encontró resultados en promedio de 15, 55°/mm en alpacas de la raza Suri, resultado que en relación al presente trabajo de investigación es menor.

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

Los resultados de estudios realizados en el Perú como Vásquez, *et al.* /2015), en comunidades de la región Apurímac registra 35. 8±0.5°/mm, 36. 9±0.8°/mm, 37. 6±0.7°/mm y 38.2±0.7°/mm para alpacas de diente de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente de igual manera Ormachea *et al.*, (2015) en comunidades del distrito de Corani – Carabaya encontró resultados de 43.43±5.44°/mm, 42.21±6.48°/mm y 41.27±6.90°/mm para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. De la misma manera Quispe y Quispe, (2016) en Santo Domingo Cachi – Junín encontró resultados de 33.28±0.88°/mm y 28.67±0.88°/mm para 2 y 3 años de edad respectivamente. También, Gil, (2017) en IIPC - La Raya distrito de Santa Rosa provincia de Melgar – Puno encontró 42.39°/mm, 40.63°/mm, 39.74°/mm, 39.70°/mm y ≥ 37.88 para 1, 2, 3, 4 y más de 5 años de edad respectivamente. A la vez Machaca et al, (2017) obtuvo resultados para esta variable de 33.35±1.31°/mm, 40.19±1.43°/mm, 38.60±1.61°/mm y 35.66±1.50°/mm para alpacas de dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena respectivamente. También Flores, (2017) en las diferentes comunidades del distrito de Corani – Carabaya tuvo resultados de 40.87±7.09°/mm, 41.51±6.75°/mm y 41.85±6.93°/mm para 2, 3 y 4 años de edad respectivamente. Así Roque y Ormachea, (2018) en comunidades del distrito de Ayaviri – Melgar, encontró resultados de 38.35±4.18°/mm, 34.95±3.71°/mm y 31.74±4.47°/mm para 2, 4 y más de 5 años de edad respectivamente.



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

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

Según (Ticlla, 2015), reporta que las correlaciones fenotípicas entre el peso vellón sucio y parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica, en animales de 1 año de edad y el índice de curvatura por efecto sexo se encontró 32.95 grad/mm en machos y 32.76 grad/mm en hembras.

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

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

2.1.4. Longitud de mecha

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



El color no influye en la variación de la longitud de mecha ($P > 0,05$) registrando valores extremos de 116 a 111 mm de longitud de mecha entre colores LF (LFx, LFy, LFz), café oscuro, café oscuro, café rojo, gris, café claro, negro y blanco. La longitud de mecha en las alpacas de la raza Huacaya presenta una relación directa entre la edad y longitud, es decir a mayor edad, mayor longitud, por lo que existe un incremento progresivo de la longitud hasta los tres años y un descenso significativo al cuarto año (Flores, 2009).

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

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



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

La longitud de mecha se incrementa en los dos primeros años, disminuyendo fuertemente al tercer año de edad, pero posteriormente sigue decreciendo paulatinamente. Siendo el promedio de 12,24 cm; 12,16 cm; 10,90 cm; 10,04 cm; 9,10 cm y 8,30 cm para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 años de edad respectivamente (Bustinza, 2001).

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

Existe poca información sobre la tasa de crecimiento de la longitud de fibra de alpaca Suri, especialmente durante el primer y segundo año de vida, los resultados del estudio son similares a los reportados por Quispe *et al.* (2016) quienes determinaron el crecimiento de fibra mensual de alpaca de dos genotipos (Suri y Huacaya) en los Andes Altos del Perú; el perfil del crecimiento de la longitud de fibra determinada a lo largo del año en el genotipo Suri tuvo un crecimiento del 20 % mayor que el genotipo Huacaya, el crecimiento del genotipo Suri fue de 1,34 cm / mes similar a los resultados del presente estudio (1,33 cm / mes).



La longitud de fibra constituye uno de los elementos básicos que determina el tipo de proceso industrial, existe una relación directa entre el diámetro y la longitud de fibra, a mayor longitud de fibra mayor diámetro, varía en función a la raza, en Huacaya es aproximadamente dos pulgadas más corta que en la Suri para un mismo periodo de crecimiento, el mayor crecimiento de la longitud de fibra en el CIP Chuquibambilla ($4,06 \pm 0,37$ cm) respecto al CIP La Raya ($3,94 \pm 0,33$ cm) se debe probablemente al factor alimentación; los elementos nutritivos que constituyen la alimentación son considerados como los de mayor influencia en la longitud de fibra, se estima que el crecimiento mensual de la fibra de alpaca es de un cm por mes tal como refiere Quispe *et al.* (2009).

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

Los resultados son superiores a los reportes de McGregor *et al.* (2011) quienes en la región de Huancavelica en alpacas Huacaya hembras adultas determinaron una longitud de fibra de 91 mm, menor a la raza Suri tal como refiere Quispe *et al.* (2016), el patrón general fue una disminución marcado dorso-ventral en la longitud de fibra y una disminución en el cuello; en forma similar a los reportes de Wuliji *et al.* (2000) en alpacas estudiadas en las islas del sur de Nueva Zelanda considerando edad (uno, dos y tres años), los promedios de la longitud de mecha fue de 9,9 cm, 12,2 cm y 12,6 cm, respectivamente. Así mismo, son superiores a los determinados en alpacas Huacaya blancas de uno a siete



años de edad por Cordero *et al.* (2011), quienes reportan $4,15 \pm 1,33$ pulgadas ($10,54 \pm 3,38$ cm) de longitud de fibra, inferiores al presente estudio.

Los resultados reportados por Quispe *et al.* (2016) quienes determinaron el crecimiento de fibra mensual de alpaca de dos genotipos (Suri y Huacaya) y sexo (machos y hembras) en los Andes Altos del Perú, el perfil del crecimiento de la longitud de fibra fue determinada a lo largo del año y fue afectado por el mes; el crecimiento de longitud de fibra aumentó en cada uno de los tres primeros meses y luego mantuvo una tasa casi constante durante el resto del primer año; así mismo, en alpacas Suri y Huacaya se muestra un crecimiento de 3,96 cm entre los meses de enero a marzo, 3,09 cm entre abril a junio, 3,71 cm entre julio a setiembre y 3,85 cm de octubre a diciembre con diferencias estadística entre meses, similar comportamiento del crecimiento de fibra de alpacas Suri del presente estudio.

2.1.5. Peso del vellón

El peso de vellón de alpaca, varía según la raza, sexo y edad, esta reviste importancia por ser una característica altamente heredable permitiendo ser utilizado, en la selección fenotípica eficientemente, considerando la influencia de la densidad de vellón, longitud de mecha, finura y medio de crianza; donde para alpacas huacaya registra 1.86 ± 0.49 Kg y 1.99 ± 0.38 kg; mientras en Suri 2.05 ± 0.48 Kg y 2.10 ± 0.53 kg, para machos y hembras, respectivamente (Solís, 1997).

En estudios reportan diferencias según edades, reportando así como en esquila anual de alpacas huacaya machos de 1, 2, 3, 4, 5, 6 años de edad registran 1.12, 1.67, 2.12, 2.16, 2.35, 2.36 kg el peso vellón, y alpacas hembras de 1, 2, 3, 4 y 5 años registran 1.06, 1.55, 1.94, 2.05, 2.10 kg., en los dos primeras años de esquila hay un aumento evidente o mayor en cantidad de fibra producida, mientras del tercer año en adelante los incrementos



son mínimos para las edades de cinco y seis años (Bravo, 1973). Los animales a mayor edad pesan más y producen vellones de mayor peso, debido al mayor desarrollo corporal, además el diámetro tiende a aumentar (Solís, 1997).

Así mismo, el peso vellón aumenta rápidamente a medida que aumenta su edad del animal alcanzando la máxima producción en los primeros cuatro años de su edad con 1.31 kg, 1.92 kg, 2.45 kg, y 2.51 kg, respectivamente, luego desciende lentamente, sin embargo, el peso vellón de las alpacas Huacaya machos fueron superiores 2.38 kg., respecto a las hembras 1.97 kg (Pinazo, 2000).

El peso vellón tiene un comportamiento diferente; dado que aumenta gradualmente hasta el tercer año y luego disminuye lentamente observándose los siguientes promedios: 1.37 kg, 1.89 kg, y 2.15 kg, para uno, dos y tres años de edad (Bustinza 2001).

En Nueva Zelanda y Australia, Wuliji *et al.* (2000) y McGregor (2004) reportaron datos de peso de vellón de alpacas de 2.2 y de 2 a 3.3 Kg, respectivamente. Aunque casi se ha generalizado que la fibra de los vellones obtenidos de las alpacas en las comunidades campesinas peruanas tiene baja producción y calidad, es posible obtener una producción promedio bianual de 2.30 Kg. Sin embargo, bajo una cría medianamente tecnificada es posible obtener una producción anual de entre 2.1 a 2.3 Kg (Quispe *et al.*, 2009). Asimismo, refieren que el peso de vellón promedio por año para tres niveles tecnológicos, alto, medio y bajo, son del orden de 1.60, 1.40 y 1.20 kg, respectivamente.

Quispe *et al.* (2010) describieron la calidad de fibra de alpacas Huacayo producida en la región de Huancavelica (Perú), para lo cual utilizaron una muestra de 547 animales pertenecientes a 8 comunidades (Pastales Huando, Alto Andino, Pucapampa, Choclococha, Sallca, Santa Bárbara, Tukumachay y Carhuancho), donde midieron el peso



de vellón sucio por medio de una balanza electrónica inmediatamente después de la esquila; encontrando que el peso de vellón promedio es de 2303.2 gr; distinguiéndose influencia significativa por la localidad y edad, mas no por el sexo. Dichos autores concluyen que el peso de vellón sucio es mayor al promedio general a nivel de la región de Huancavelica, considerando una crianza semi tecnificada a las localidades de estudio.

En el sur de Australia, McGregor (2004) estudió la producción y valores económicos relativos de las características de la fibra de alpacas, donde usaron un total de 1100 alpacas; donde obtuvieron el peso de vellón sucio que fue de 2.44 kg. McGregor menciona que la media del peso ve vellón grasiento de las alpacas huacaya no parece ser afectado por la media del diámetro de fibra; en cambio en el caso de alpaca suri el peso de vellón grasiento incrementa cuando el diámetro de fibra alcanza los 29 a 33 μ m de diámetro, de lo contrario disminuye.

Wuliji *et al.* (2000) estudiaron el rendimiento de la producción, estimaron repetibilidad y heredabilidad para peso vivo, peso de vellón y características de la fibra; también obtuvieron los valores del peso de vellón. Estos estudios fueron realizados en la Isla Sur de Nueva Zelanda. Los resultados obtenidos para peso de vellón grasiento fueron de 2.16 kg, 3.02 kg y 1.97 kg para alpacas adultas, tuis, y crías respectivamente; para peso de vellón limpio los resultados fueron de 2.03 kg, 2.94 kg y 1.84 kg para alpacas adultas, tuis y crías respectivamente. Los machos mostraron tener mayor peso de vellón que las hembras



2.2. Marco conceptual

2.2.1 fibra de alpaca

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

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

2.2.2 medición de la fibra

La medición precisa y objetiva de diversas características de la fibra natural se conoce como "metrología de la fibra". La tecnología de pruebas de fibra ofrece a los mejoradores una herramienta útil para analizar la fibra y seguir el progreso de sus programas de selección. La determinación del diámetro promedio de fibra ayuda a identificar el mejor uso final de la fibra, y es la información que requieren los industriales antes de tomar sus decisiones de compra. Existen diferentes equipos para realizar las mediciones de la fibra de alpaca, las cuales se puede enumerar.



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

2.2.3. OFDA (Analizador óptico de diámetro de fibra)

El OFDA 100 fue aprobado como un estándar por la Organización Internacional de exámenes de Lana (IWTO) en 1995. Marcos Brims y su compañía BSC Electrónica, diseñaron el instrumento. Se utiliza una cámara de vídeo para obtener imágenes electrónicas de fibras aumentadas que se distribuyen sobre un portaobjetos de vidrio horizontal. El software de análisis de las imágenes de fibra se deriva de la medición del diámetro de un gran número de trozos de fibras longitudinales. El método OFDA puede medir fibras desde 4 a 300 micrones, por lo que puede registrar la presencia de fibras gruesas meduladas que se pierden por métodos de escaneo. También mide y calcula la distribución de las fibras como la desviación estándar (SD) y el coeficiente de variación (CV), así como el diámetro promedio de las fibras y varios otros diámetros de las fibras de características relacionadas, así mismo, mide factor de comodidad, curvatura de la fibra, lado grueso de la fibra, porcentaje de fibras menores al 15%, etc. Ambos de estos métodos proporcionan a la fibra y a la industria textil como aplicaciones de pruebas de alto volumen.



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

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

El OFDA 2000 prueba menos de 100 fibras (dependiendo del diámetro de la fibra y la longitud de la fibra) de punta a base de incrementos de cinco milímetros para un total de cerca de 1,500 mediciones. Se produce un perfil de fibra que refleja el envejecimiento, el estado de salud/producción, y las condiciones ambientales en que el animal fue sometido durante el crecimiento de esa longitud de fibra en particular (Davison, 2004).

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



2.3. Características de la fibra

2.3.1 Diámetro medio de fibra

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

El diámetro medio de fibra (DMF) de una muestra representativa del vellón esta expresado en micrómetros (μm), lo cual define la finura. Este parámetro físico es considerado el principal criterio de selección en poblaciones de alpaca de todo el mundo. La clasificación de los vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización. Sección del trabajo de tesis donde se citan las referencias teóricas y antecedentes que sustentan el trabajo de investigación para cada uno de los objetivos propuestos de una forma crítica, explicando su importancia y relevancia con el trabajo realizado. Evitar la información irrelevante que no contribuya al logro de los objetivos planteados (Quispe, 2010).

Las alpacas son apreciadas por su fibra, debido a su finura, suavidad, peso ligero, características de higroscopicidad, resistencia, elasticidad y colores naturales. Es más térmica que la lana de ovino, tiene menos posibilidad de producir alergias y contiene menos lanolina (Mueller, 2008). Para la evaluación de muestras de fibra se toma de la



zona del costillar medio, debido a que se considera la zona más representativa para medir el diámetro de fibra en alpacas (Aylan Parker y McGregor, 2002), constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para realizar trabajos sobre el diámetro de fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca *et al.*, 2007).

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

Las hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que a mayor densidad folicular se producen fibras más finas. La fibra proveniente de animales mal alimentados es menos resistente y más fina que la de animales con mejor alimentación (Florez, A. 2009).

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



En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones del diámetro de fibra por edad son de 24.62 μm para animales de dos años, 25.57 μm tres años y 26.74 μm en animales de cuatro años de edad. De igual manera en animales tuis el diámetro de fibra es de 20.75 μm y en animales adultos es de 23 μm (Quispe *et al.*, 2009).

En Australia en alpacas de dos a seis años de edad de ambos sexos de la raza Huacaya, menciona que el 10% de alpacas Huacaya, presentan un diámetro de 24 μm y más del 50% están sobre los 29.9 μm respectivamente (McGregor, 2006). El diámetro de fibra describe medidas ligeramente variables que asciende hasta los doce años de edad y a partir de esta edad sufre una disminución considerable hasta los catorce años de edad; al parecer la finura de fibra se ve afectada por la hiponutrición en edades avanzadas (Bustinza, V., 2001).

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

Además, Ponzoni *et al.* (1999) al analizar un programa de mejora genética para alpacas australianas refiere promedios de diámetro de fibra de 25.7 μm con un rango de 23.4 a 27.3 μm . En los trabajos más recientes en alpacas del sur de Perú (Cervantes *et al.*, 2010), en Apurímac (Vásquez *et al.*, 2015) en Huancavelica (Montes *et al.*, 2008; Quispe, 2010).



2.3.2 Factor de confort

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

El factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario (Sacchero, 2008). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor. Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtuvieron un factor de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 2006), mientras trabajando en alpacas criados en Estados Unidos sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales se determinó un factor de confort de 73 % en machos y 70.6 % en hembras, animales de un año mostraron 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% (Lupton *et al.*, 2006).

En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de 6,33% que correspondería a un factor de confort de 93,67%, el cual



se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

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

2.3.3. Índice de curvatura

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

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

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



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

2.3.4 Longitud de mecha

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

2.3.5. Peso vellón

El vellón es el manto constituido por mechales y fibras que cubre el cuerpo del animal; se obtiene a la esquila y tiene características particulares en cada raza; es el material en la industria textil, y los parámetros básicos que consideran en la clasificación



son: raza, longitud de mecha, finura, color y peso vellón. El peso del vellón constituye una variable importante que es necesario tener en cuenta en programas de mejora genética de alpacas (Ponzoni *et al.*, 1999; Quispe *et al.*, 2009).

El vellón de la alpaca contiene 14% de humedad (baja condición estándar de 65% de humedad relativa y 20% °C de temperatura) 85% de fibra limpia y la diferencia constituye sustancias de origen glandular, como grasa, sudor, residuos de excoiaciones epidérmicas, impurezas del medio ambiente y materia vegetal (Villaroel, 1991).

En relación al sexo, se ha encontrado que los vellones de alpacas machos son más pesados que los de alpacas hembras (Wuliji *et al.*, 2000; Lupton *et al.*, 2006), lo cual se debería al incremento de la superficie corporal (Quispe *et al.*, 2009), aunque la influencia del sexo podría verse enmascarada por la gestación y la lactación de las hembras que reducirían la producción, como ocurre en las cabras.

Respecto a la alimentación, (Wuliji, 1993) indica que tiene un efecto positivo sobre el peso de la fibra de alpaca, lo cual también resulta confirmado por los hallazgos de quienes encontraron que el peso del vellón varía con los cambios en la alimentación, tanto en longitud como en diámetro de la fibra, manteniéndose relativamente constante la relación longitud: diámetro. Sin embargo, (Quispe *et al.*, 2009) encontraron que la relativa contribución de los incrementos en longitud y diámetro parece ser diferentes, afectando más al peso de vellón sucio el incremento en longitud que el incremento en diámetro.

A medida que aumenta la edad, se incrementa el peso del vellón (Wuliji *et al.*, 2000). Las alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que las adultas, por tener una menor superficie corporal (McGregor, 2006; Lupton *et al.*, 2006); pero, producen vellones con fibras más finas, debido a que las esquilas tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular. Además (Quispe *et al.*, 2009) manifiestan, la producción de



fibra expresada en peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento (generalmente de un año) está influenciada por los factores de raza, sexo, localización y, especialmente por la edad de los animales.

2.4 Correlaciones

Huayta, (2018), el trabajo de investigación fue realizado en el distrito de Nuñoa, provincia de Melgar, Región Puno, con el objetivo de determinar las características de selección en alpacas como es el diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura, densidad de fibra, rulos, lustre, conformación de cabeza y calce en alpacas Suri según edad y sexo; y estimar las correlaciones fenotípicas entre las variables mencionadas. Para lo cual, se utilizaron 280 alpacas seleccionadas de 1, 2, 3, 4 y más de 5 años, hembras y machos de raza Suri blanco. Las muestras de fibra se obtuvieron a nivel del costillar medio y se ha medido con el equipo OFDA 2000, y la evaluación cualitativa para densidad, rizo, conformación de cabeza y calce con calificación de 1 al 5. Los datos se analizaron mediante diseño completamente al azar bajo arreglo factorial de 4 edades x 2 sexo, y la comparación de promedios mediante la prueba Múltiple de Tukey. Las correlaciones fenotípicas se analizaron a través de correlación de Pearson. El diámetro de fibra promedio fue $21.53\mu\text{m}$, 91.26% de factor de confort y $19.52^\circ/\text{mm}$ de índice de curvatura. Los promedios de las características cualitativas fueron: 3.35, 3.47, 3.18, 3.51 y 3.49 para densidad, rulos, lustrocididad, cabeza y cobertura, respectivamente. Para el efecto edad el diámetro de fibra fue $18.71\mu\text{m}$, $20.47\mu\text{m}$, $21.92\mu\text{m}$, $22.79\mu\text{m}$ y $24.91\mu\text{m}$, para Factor de confort fue 98.35%, 94.44%, 88.58%, 90.49% y 83.07%, para curvatura fue $22.88^\circ/\text{mm}$, $19.72^\circ/\text{mm}$, $17.40^\circ/\text{mm}$, $17.59^\circ/\text{mm}$ y $16.97^\circ/\text{mm}$, para 1, 2, 3, 4 y más de 5 años respectivamente ($P \geq 0.05$). Para el efecto sexo el diámetro de fibra fue $21.98\mu\text{m}$, $20.15\mu\text{m}$, factor de confort fue 90.33%, 94.12%, curvatura fue $19.18^\circ/\text{mm}$, $20.59^\circ/\text{mm}$, para hembra y macho respectivamente ($P \geq 0.05$). La correlación fue alta y negativa -0.93



entre el diámetro de la fibra y el factor de confort, el diámetro de fibra y curvatura de la fibra fue de -0.77, la curvatura de la fibra y factor de confort fue de mediana magnitud cuyo valor es de 0.64.

Ormachea *et al.*, (2013), al realizar un estudio en el distrito de Corani en alpacas Huacaya de color blanco obtuvo valores de -0.4821 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. Mientras que Díaz (2014) menciona que en alpacas Huacaya existe una correlación negativa y moderada entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura ($r = -0.68133$), de igual forma existe una asociación negativa y alta entre el diámetro de fibra y factor de confort ($r = -0.85871$), y en alpacas Suri existe una correlación negativa y alta entre diámetro de fibra y factor de confort ($r = -0.88895$).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El estudio fue realizado en los meses de octubre y noviembre del 2018 y 2019 en el Centro Experimental La Raya que se encuentra en el Nudo de Vilcanota perteneciente al distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar, Región Puno; que está a una altitud que oscila entre los 4,136 hasta los 5,470 msnm., las coordenadas geográficas de 10° 13' 33" latitud sur y a 70°57'12" longitud oeste; y registrándose temperaturas de 14.88°C como máximo en los meses de octubre y noviembre, y una mínima de -14.88°C en los meses de junio y julio; cuya temperatura media es de 6.52°C y una precipitación pluvial de 625 mm³ anuales (SENAMHI, 2018).

Las muestras de fibra recolectadas se han procesado en el Laboratorio de Fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos PECSA de la Región – Puno utilizando el equipo OFDA; y la información fue analizada con el paquete estadístico del programa SAS v.9.4.



3.2. Material de estudio

Tabla 1. Distribución de animales para el estudio.

	1ra esquila		2da esquila		Total
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	
Nº	60	60	16	60	
Total	120		76		196

3.2.2. Materiales y equipos

a) De Campo

- Tijeras para corte de la mecha para obtener muestras de fibra
- Papel bond
- Bolsas de polietileno.
- Libreta de campo
- Soga
- Lapiceros
- Mameluco
- Botas
- Guantes de látex
- Barbijos
- Cajas de cartón.
- Regla de 30 cm.
- Formatos para el llenado de datos del peso del vellón



- Cuaderno de campo para recolectar datos de longitud de mecha
- Corrales de aparto y sala de esquila.

b) Equipos

- Cámara fotográfica.
- OFDA 2000, modelo 2145 con procesador de Windows 8 el cual permite procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos en tiempo real.
- Impresora
- Laptop
- USB

3.4. Procedimiento

3.4.1 Obtención de la muestra de fibra

Las muestras de fibra se obtuvieron con una tijera, con que se cortaron mechas de fibras, de aproximadamente 6 gramos de la región del costillar medio, el mismo que se considera como la zona más representativa para medir las variables como el promedio del diámetro medio de fibra (Aylan Parker y McGregor, 2001).

Las muestras fueron empaquetadas en papel bond y luego colocadas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con su rotulo donde se consideraron los siguientes datos: nombre de la institución, número de arete del animal, sexo del animal, edad de la alpaca, fecha de obtención de la muestra; luego de haber obtenido las 196 muestras de fibra, estas fueron trasladadas al laboratorio de fibras del Gobierno Regional de Puno, para medir las variables.



3.4.2 Medición del diámetro de fibra

Las 196 muestras fueron procesadas con el equipo OFDA 2000, siguiendo las recomendaciones dadas por Brims *et al.* (1999); el OFDA es un instrumento para medir la lana sucia y el perfil del diámetro a lo largo de la grapa que se basa en la tecnología de digitalización de imágenes y analizador óptico de las mismas (Elvira, 2017), con la ejecución del programa de administración de datos IWG/Meswin/OFDA.exe., en el cual se determina el diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y longitud de mecha y el peso del vellón se ha registrado con balanza tipo reloj de 10 kg.

El procedimiento para la mensuración del diámetro fibra, FC, IC, CV fue el siguiente:

- a) Primeramente se realizó la calibración del equipo OFDA 2000 con el slide o gradilla usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.
- b) Para determinar el factor de corrección de grasa, se realizó con la identificación de 30 muestras de fibra en sucio, debido a que el OFDA 2000 mide las dimensiones de fibras crudas (grasientos y sucios) y luego utiliza un factor de corrección de la constante (dentro de una muestra) para estimar las verdaderas dimensiones. Este factor de corrección se mide y calcula en el lugar de trabajo, en este caso el factor de corrección de grasa fue de 0.6μ .
- c) Posteriormente se ha procedido a medir todas las muestras de fibra colocándose en una gradilla y el analizador óptico del diámetro de fibra es quien se encarga de aplicar la corrección de grasa automáticamente para así determinar la media del diámetro de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura, finura al hilado y longitud de mecha.



3.4.3 Medición del factor de confort, índice de curvatura y longitud de mecha.

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde al porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene el vellón de alpaca. El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil adicional que es utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras. Y la longitud promedio de fibra es mensurado de un conjunto de fibras que se someten al proceso.

3.4.4 Determinación de peso del vellón

Luego de haber esquilado la fibra de las alpacas, se divide en dos envases, uno es vellón propiamente dicha y el otro se trata de bragas ó pedazos; pero ambos son pesados para obtener la medida en una balanza de tipo reloj de 5 kg.

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Análisis de variancia.

Los datos de las variables como es el diámetro, factor de confort, índice de curvatura, longitud de mecha y peso del vellón fueron analizados a través de un diseño completo al azar con un arreglo factorial 2x2; siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (AB)_{ij} + (E_{ijk})$$

Donde:

$i = 1$ y 2 (Esquilas)

$j = 1$ y 2 (sexo)

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Media general

A_i = Efecto de la i -ésima esquila

B_j = Efecto del j -ésimo sexo



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

E_{ijk} = Error Experimental.

La comparación de medias de las variables en estudio, se ha realizado mediante la prueba de Significación Múltiple de Tukey con $\alpha= 0.05$.

3.5.2. Análisis de correlación

Para medir el grado de asociación entre las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, cuya fórmula de cálculo fue:

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

Dónde:

X: Variable fenotípica 1

Y: Variable fenotípica 2

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características textiles de la fibra

4.1.1. Diámetro de fibra

El análisis de varianza (Tabla 9), muestra que se encontró diferencias altamente significativas en la variación del diámetro de fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como es número de esquila y sexo ($p < 0.01$), mientras para el efecto interacción esquila/sexo no se encontró diferencias ($p > 0.05$), los resultados se muestra en la tabla 2.

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

Factores	Esquilas	N	Media	D.S.	V. E.
Esquila	Primera	120	20,12 ^b	1,93	16,4 - 25
	Segunda	76	21,63 ^a	2,28	17,3 - 26,9
Sexo	Machos	76	19,19 ^b	2,01	16,4 - 23,1
	Hembras	120	21,16 ^a	2,20	17,1 - 26,9

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

En la tabla precedente, se observa que el diámetro de fibra a la primera esquila de las alpacas Suri fue de $20,12 \pm 1,93\mu$ que es inferior a las de segunda esquila que registra $21,63 \pm 2,28\mu$ ($p < 0.05$); aumentó en $1,51\mu$ de diámetro de fibra en la segunda esquila, que hace en porcentaje 7.5%. Diferencia que podría deberse al factor edad, que a medida que avanza la edad animal, la fibra va engrosando. Asimismo, se evidencia que las alpacas machos tuvieron $19,19 \pm 2,01\mu$ que es inferior al de las hembras que mostraron $21,16 \pm 2,20\mu$ ($p < 0.05$); el factor sexo difiere debido a que los progenitores machos se aplica la mayor presión de selección que, a la majada general de hembras.



Los resultados del diámetro de fibra en este estudio son superiores a la investigación realizada por Checmapocco *et al* (2013) donde registra diámetro promedio de fibra de $18,44 \pm 2,25 \mu\text{m}$., en hembras $18,28 \pm 2,12 \mu\text{m}$ y en animales machos $18,61 \pm 2,36 \mu\text{m}$ en alpacas Suri de la Asociación de Urinsaya Puna del distrito de Nuñoa, Melgar - Puno, reporta. Mientras Calsin (2017) encontró superioridad en el promedio del diámetro como $22,06 \pm 2,15 \mu\text{m}$ en alpacas Suri de dos años del CIP Chuquibambilla; por otro parte Velarde (2011), reporta valores de $20,36 \pm 1,39 \mu\text{m}$; $22,02 \pm 1,61 \mu\text{m}$, para alpacas de raza Suri de 01 y 02 años, respectivamente; y en alpacas de 3, 4 y 5 años encontró $22,97 \pm 1,94 \mu\text{m}$; $24,12 \pm 1,27 \mu\text{m}$ y $24,19 \pm 1,18 \mu\text{m}$, respectivamente. Estas diferencias reportadas por los autores mencionados se deberían a factores como es la práctica de selección de reproductores que realizan en cada institución ó comunidad, el equipo que utilizaron para la mensurar las muestras de fibra (OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999), efecto de la variación ecológica y épocas del año; Lluvia (enero a marzo); intermedio lluvia-secano (abril a junio); seco (julio a setiembre); seco e intermedio seco-lluvia (octubre a diciembre), también estaría influenciando el tipo de manejo en las comunidades de Nuñoa, tales como; la selección continua de animales y programas de mejoramiento genético.

Los valores del diámetro de fibra obtenidos por Morante *et al.*, (2009), fueron de $24,47 \mu\text{m}$ para alpacas Suri y Cervantes, *et al.*, (2010) encuentra similar diámetro de fibra en promedio de $24,73 \pm 5,01 \mu\text{m}$ para alpacas de la raza Suri de ambos sexos del Fundo Pacamarca. Por otra parte, Bautista y Medina (2010) reportan valores superiores al presente estudio en las alpacas Suri del Centro de Investigación y Producción La Raya, con valores de $22,73 \mu\text{m}$, $22,87 \mu\text{m}$, $24,41 \mu\text{m}$, $25,71 \mu\text{m}$, $26,18 \mu\text{m}$, en alpacas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad, respectivamente. Y Flores (2009) encontró diámetro de $19,45 \mu\text{m}$, $22,27 \mu\text{m}$, $22,93 \mu\text{m}$ y $22,08 \mu\text{m}$ para alpacas de uno, dos, tres y 4 años de

edad respectivamente, pertenecientes a las alpacas de raza Suri de la provincia de Tarata - Tacna. Las variaciones del diámetro estarían más influenciadas por el factor edad, ya que a medida que aumenta la edad animal va aumentando el diámetro de fibra (mayor grosor); además, se puede manifestar que los resultados encontrados en el presente trabajo son inferiores a los resultados del trabajo realizado en alpacas Suri, Diaz (2014).

4.1.2. Factor de confort

El análisis de varianza (Tabla 10), muestra que se encontró diferencias altamente significativas en la variación del factor de confort de la fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como es número de esquila y sexo ($p < 0.01$), mientras para el efecto interacción esquila/sexo no se encontró diferencias ($p > 0.05$), y las interpretaciones se presentan en las tablas 3.

Tabla 3. Factor de confort (%) de alpaca Suri según esquila/sexo.

Factores	Esquilas	N	Media	V. E.
Esquila	Primera	120	96,00 ^a	84,0 - 100
	Segunda	76	93,00 ^b	78 – 97,9
Sexo	Machos	76	96,06 ^a	84,0 – 100
	Hembras	120	94,07 ^b	78 – 100

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

En la tabla anterior, se observa la variable factor de confort a la primera esquila de alpacas Suri, donde se encontró $96,00 \pm 3,66$ % que fue superior a las de segunda esquila que registra $93,00 \pm 4,27$ % ($p < 0.05$); ha disminuido en 3,00 % de primera esquila a segunda esquila, que hace en porcentaje 3.12 %. Diferencia que podría deberse al factor edad, que a medida que avanza la edad animal, disminuye la proporción de calidad de la fibra. Igualmente, se muestra que las alpacas machos tuvieron $96,06 \pm 3,56$ % que es superior al de las hembras que mostraron $94,07 \pm 4,34\mu$ ($p < 0.05$); el factor sexo difiere



debido a que en los progenitores machos se practica la mayor presión de selección que, a comparación de majada general de hembras.

Los valores encontrados en el presente estudio son superiores a la primera esquila similar a la segunda esquila a lo reportado por Fernández y Maquera (2013), quienes registran 93.91 % para alpacas de 01 año de edad, y este disminuye hasta los cuatro años de edad a 67.14%; y luego se torna constante en alpacas de cinco años de edad; en alpacas de la raza Suri del CIP La Raya. Estos resultados nos inducen a atribuir que, a mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente intervienen los factores de carácter ambiental y de carácter genético (crecimiento y desarrollo del animal y las esquilas periódicas) durante el transcurso de la vida del animal.

No obstante que, Calsin (2017) en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla, encontró factor de confort de 82.53 % en alpacas Suri hembras y estos valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de 95.87 % al primer año de edad, hasta 71.30 % al noveno año de edad; en cuanto a la edad las mediciones fueron al año de edad (95.87 %), dos (94.49 %) y tres (86.27 %), los valores más bajos fueron en los animales de ocho (72.58 %) y nueve años de edad (71.30 %). Del mismo modo (Díaz, 2014) reporta 95,58 % en 180 muestras de fibra de alpacas Suri del sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad Huaylluma distrito Macusani. Mientras Checmapocco *et al.* (2013) registra factor de confort promedio de 95,87 %, en animales hembras 96,01 % y 95,74 % en machos de raza Suri a la primera esquila; estas son similares a los indicadores encontrados en el presente estudio.

No obstante que, Yunga, (2019) reporta el factor de confort de 82.53 % en alpacas Suri hembras del CIP Chuquibambilla, y estos valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca como es de 95.87 % al primer año de edad hasta 71.30 % al noveno año



de edad; los valores altos fueron al año de edad con 95.87 %, a los dos años 94.49 % y a los tres a los 86.27 %, y los valores inferiores fueron a los ocho años con 72.58 % y a los nueve años de edad 71.30 %. Asimismo, Morante *et al.*, (2009) manifiesta que en la experiencia de Pacamarca para el trabajo de mejoramiento genético es muy necesario conocer estos índices para orientar la producción de fibra de alpaca en el Altiplano peruano.

Los valores del factor de confort de la fibra de alpacas Suri del estudio, son superiores a los reportados por McGregor y Butler (2004) en alpacas criadas en Australia, quienes cifran un valor de 55,58 %. Ponzoni *et al.* (1999) en alpacas al Sur de Australia, muestran un índice de confort de 75,49 %; mientras que Lupton *et al.* (2006) en alpacas Huacaya criadas en EEUU registra factor de confort de $68,39 \pm 25,05$ %, según sexo en hembras 69,50 % y en machos 72,60 %, según edad de 82,70 %, 74,10 % y 58,60 % en alpacas de uno, dos y tres años de edad, respectivamente; en todos los casos son inferiores cuando comparamos a los resultados del presente estudio, estas variaciones probablemente se deban a los factores medioambientales y directamente al factor alimentación, por lo tanto al engrosamiento de la fibra tal como reporta Russel y Redden (1997). Estos valores obtenidos por diversos autores se deberían a factores del efecto de la variación ecológica y épocas del año, ya que se realizaron el muestreo en épocas de lluvioso, intermedio lluvia-secano, seco e intermedio seco-lluvia respectivamente.

4.1.3. Índice de curvatura

El análisis de varianza (Tabla 11), muestra que no se encontró diferencias significativas en la variación del índice de curvatura de la fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como es número de esquila y sexo ($p > 0.05$); no obstante

que, sí refleja diferencias significativas por efecto de la interacción esquila y sexo ($p < 0.05$), los resultados se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpacas Suri según esquila/sexo.

Esquila/sexo	N	Promedios	D.S.	V. E.
1ra esquila/macho	60	17,87 ^a	2,21	14,5 – 22,6
1ra esquila/hembra	60	18,59 ^b	2,43	12,1 – 24,9
2da esquila/macho	16	19,36 ^b	2,54	16,7– 25,5
2da esquila/hembra	60	17,79 ^a	2,19	14,2 – 23,8

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

En la tabla 4, se observa la variable índice de curvatura de la fibra a la primera esquila de las alpacas Suri del Centro Experimental La Raya; en donde el factor los tuis machos de primera esquila mostró $17,87 \pm 2,21$ °/mm y en machos tuis de segunda esquila fue de $19,36 \pm 2,54$ °/mm; mientras la superioridad de estos índices fueron en animales hembras y machos de primera y segunda esquila con $18,59 \pm 2,43$ % y $19,36 \pm 2,54$ °/mm, respectivamente ($p < 0.05$). La superioridad de primera y de segunda esquila de tuis machos la diferencia que podría deberse al factor edad, que a medida que avanza la edad del animal disminuye la proporción de la calidad de fibra. Mientras la superioridad de segunda y primera esquila en tuis hembras, la diferencia que podría deberse el factor genético de la calidad de fibra y alimentación.

Los resultados encontrados en el presente estudio son superiores a los reportados por Calsin (2017) quién registra el índice de curvatura de fibra promedio general de $17,10 \pm 4,33$ °/mm en alpacas Suri del CIP Chuquibambilla y CIP La Raya; pero el menor índice de curvatura encuentra $15,88 \pm 4,21$ °/mm de fibra en alpacas del CIP Chuquibambilla a comparación de alpacas del CIP La Raya fue mayor como $18,32 \pm 4,14$ °/mm. Del mismo modo resultados reportados por Holt (2006) quien afirma que la fibra de alpaca Suri (15



°/mm a 35 °/mm) tiene menor curvatura que la Huacaya (25 °/mm a 60 °/mm); por lo que el promedio del estudio está dentro de los reportes del índice de curvatura de alpacas Suri. Al respecto, Fish *et al.* (1999), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy 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); asimismo, menciona que el índice de curvatura es estudiado con mayor interés en los países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos.

Referente a los resultados de Liu *et al.*, (2004), Wang *et al.*, (2004), Lupton *et al.*, (2006) y McGregor (2006), quienes reportan valores de 28.0, 32.0, 32.5 y 32.2 grad/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 frente 25 a 60 grad/mm respectivamente por lo que, en EE.UU., se encontró en alpacas, valores de 34.6grad/mm, 33.7grad/mm, 29.4grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006).

Sin embargo, Holt, (2006) en Australia encontró resultados en promedio de 15,55°/mm en alpacas de la raza Suri, resultado que en relación al presente trabajo de investigación es menor, debido a que la fibra de esta raza no presenta rulos o es muy bajo. En relación al factor edad, los resultados obtenidos son menores a los resultados encontrados por Lupton *et al.*, (2006) en EE.UU. y Holt, (2006) en Australia de 34.60°/mm, 33.70°/mm y 29.4°/mm para 1, 2 y 3 años respectivamente. Así también Holt, (2006) en Australia encontró resultados de 22.28°/mm, 24.26°/mm, 25.78°/mm,

27.02°/mm y 28.38°/mm para 1, 2, 3, 4, y más de 5 años de edad, respectivamente. Estas variaciones de este índice hacen referencia al efecto de la influencia ecológica y épocas del año como de enero a marzo que es lluvioso y seco desde el mes de Junio a noviembre y también al tipo de que utilizaron como OFDA 2000-PECSA y el método de la ASTM (ASTM, 1999).

4.1.4. Longitud de mecha

En el análisis de varianza (Tabla 12), se evidencia que no se encontró diferencias significativas en la variación de la longitud de fibra en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como es número de esquila y sexo; ni por efecto del factor interacción esquila/sexo ($p>0.05$), los resultados se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Longitud de mecha (mm) de la fibra de alpacas Suri según esquila y sexo.

Factores	Esquilas	N	Media	D.S.	V. E.
Esquila	Primera	120	11,58 ^a	1,36	9,0 – 13,5
	Segunda	76	11,56 ^a	1,52	8,0 – 14,5
Sexo	Machos	76	11,81 ^a	1,53	8,0 – 14,5
	Hembras	120	11,42 ^a	1,19	9,0 – 14

Medias con letras iguales indican que no son diferentes ($p<0,05$)

En la tabla 5, se muestra la variable longitud de mecha a la primera esquila como $11,58 \pm 1,36$ cm y en la segunda esquila $11,56 \pm 1,52$ cm; los mismos que se asemejan; asimismo se registraron en animales machos una longitud de $11,81 \pm 1,53$ cm y $11,42 \pm 1,52$ cm en las alpacas hembras de raza Suri, ($p>0.05$). Estas medias son similares debido al factor manejo en que se encuentran sometidos los animales como es el control de sanidad (balseación externa contra parásitos externos), alimentación a base pastos naturales que posee el Centro Experimental La Raya.



Esta característica como es la longitud de fibra constituye uno de los elementos básicos que determina el tipo de proceso industrial, existe una relación directa entre el diámetro y la longitud de fibra, a mayor longitud de fibra mayor diámetro, varía en función a la zona; así Pumaleque, Z., (2021) menciona que, los animales de raza Suri del Centro Experimental Chuquibambilla superan en 2,39 cm a los del Centro Experimental la Raya; diferencia que probablemente se debe al factor alimentación y altitud; ya que los elementos nutritivos que constituyen la alimentación son considerados como los de mayor influencia en la longitud de fibra, y se estima que el crecimiento mensual de la fibra de alpaca es de un cm por mes tal como refiere Quispe *et al.* (2009).

Al tener poca información sobre la tasa de crecimiento de la longitud de fibra de alpaca Suri, especialmente durante el primer y segundo año de vida, los resultados del estudio son similares a los reportados por Quispe *et al.* (2014); quienes determinaron el crecimiento de fibra mensual de alpaca de los dos genotipos (Suri y Huacaya) en los Andes Altos del Perú; el perfil del crecimiento de la longitud de fibra determinada a lo largo del año en el genotipo Suri tuvo un crecimiento del 20 % mayor que el genotipo Huacaya, el crecimiento del genotipo Suri fue de 1,34 cm/mes. La longitud de fibra del estudio es similar a alpacas de un año de edad en Australia reportada por McGregor (2006), indicando que la longitud de fibra de alpacas Suri fue 3,2 cm más largo que la alpaca de Huacaya; la diferencia aparente en la longitud de fibra entre Suri y Huacaya pueden estar relacionadas con la curvatura natural o fricción de fibra.

En la época de Empresas Asociativas como en la SAIS Aricoma datan longitud de mecha en alpacas Huacaya un promedio de 8,11 cm para animales de 2 años y 7,59 cm para animales de 6 años de edad, observándose que existe una reducción ligera a partir del segundo año con un promedio general de 7,83 cm (Estrada, 1987). Mientras Condorena, (1985), registra longitud de mecha promedio de 10.40 cm; y manifiesta que el crecimiento de la longitud de mecha en alpacas

desciende paulatinamente al pasar los años siendo los promedios de 12.60 cm en animales de 1 año, 12.15 cm en animales de 2 años, 11.20 cm entre 2 a 3 años y 10.40 cm para 6 a 7 años de edad. Pero esto demuestra en forma inobjetable que la esquila anual satisface en la longitud de fibra los requerimientos de la industria textil, por consiguiente, es totalmente errada la práctica de la esquila bianual para una mayor longitud de mecha (Calle, 1982).

No obstante que, Zanabría, (1989) reporta una longitud de mecha promedio de 9.36 cm en machos y en hembras 10.03 cm; resultados de cuatro zonas alpaqueras del Departamento de Puno. Otros autores como Ezpezúa (1986) encuentra una superioridad ligera en hembras de la raza Huacaya (9.35 cm) en comparación a los machos (9.24 cm), y Encinas, (2008) registra valores de 9.25 cm para los machos y 9.35 cm para las hembras Huacayas del CIP La Raya; valores que se ajustan a la demanda de las empresas textiles.

4.1.5. Peso del vellón

En la Tabla 13, se observa el análisis de varianza, donde se evidencia diferencias altamente significativas en la variación de peso del vellón en alpacas de raza Suri por efecto de factores principales como es número de esquila y sexo ($p < 0.01$); mientras que, no se observa diferencias significativas por efecto de la interacción esquila/sexo ($p > 0.05$), los resultados se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Peso del vellón (kg) de la fibra de alpacas Suri según interacción esquila/sexo

Factores	Esquilas	N	Media	D.S.	V. E.
Esquila	Primera+	120	1,42 ^b	0,28	0,9 – 2,3
	Segunda	76	1,99 ^a	0,30	1,4 – 2,8
Sexo	Machos	76	1,53 ^b	0,28	1,0 – 2,8
	Hembras	120	1,72 ^a	0,45	0,9 - 2,3

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

La tabla 6, muestra los resultados de la variable peso del vellón a la primera esquila de las alpacas Suri, donde se encontró $1,42 \pm 0,28$ kg que fue inferior a las de segunda esquila que registra $1,99 \pm 0,30$ kg., ($p < 0,05$); ha incrementado en 0,57 kg de primera esquila a segunda esquila, que hace en porcentaje 40,14 %. Diferencia que podría deberse al factor edad, que a medida que avanza la edad animal, incrementa el área de la piel donde se obtiene el vellón. Asimismo, se muestra que las alpacas machos tuvieron $1,53 \pm 0,28$ kg que es inferior al de las hembras que mostraron $1,72 \pm 0,45$ kg ($p < 0,05$); el factor sexo difiere debido a que las hembras reflejan mejor desarrollo corporal comparado a los machos.

El vellón de la alpaca Suri presenta fibras de gran longitud, onduladas, finas, pesadas, brillantes y suaves, con pesos de 1.2-3.2 kg., Condorena, (1985). Mientras, Bustinza, (2001) describe valores de peso del vellón a la primera esquila (a 9 meses) de 1.15 kg; a dos años de 1.67 kg; a tres años de 2.0 kg; y a partir de los cuatro años el incremento fue más lento; a los cinco años de 2.11 kg y a seis años de 2.17 kg. Además, manifiesta que las alpacas Huacaya produjeron mayor peso vellón que las alpacas Suri; el macho dio mayor peso de vellón que las hembras.

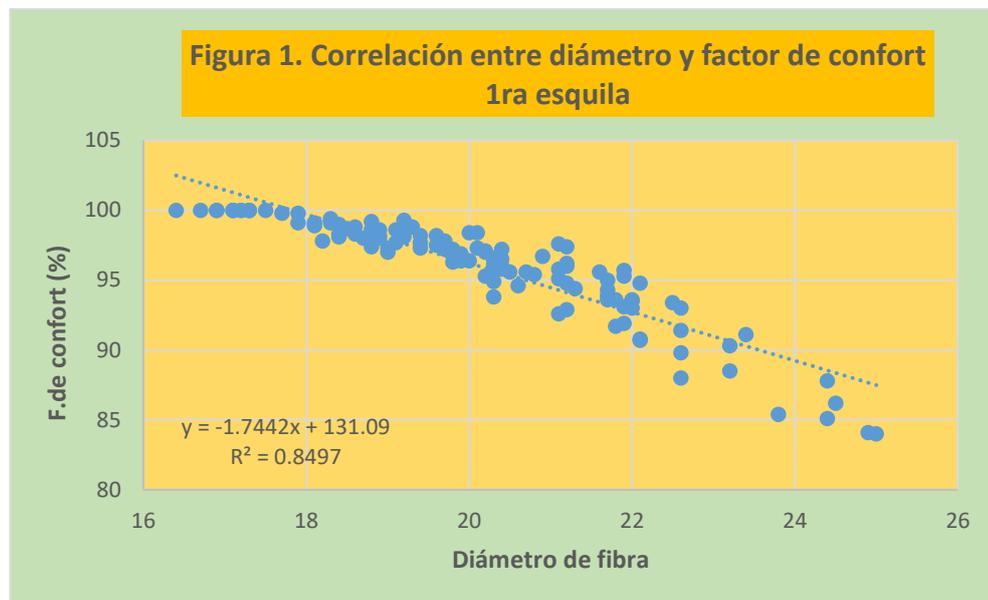
4.2. Correlaciones entre variables

4.2.1. Entre variables de fibra en primera esquila

Tabla 7. Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la primera esquila

	r	R ²	Sig.
Diámetro con factor de confort	- 0,92	0,84	0,001
Longitud de mecha con peso del vellón	0,96	0,92	0,001

Figura 1. Correlación entre diámetro y factor de confort 1ra esquila



En la tabla 7 y figura 1, muestra grado de asociación entre variables de las características de la fibra de alpacas de raza Suri a la primera esquila, donde reflejan una correlación entre el diámetro con factor de confort de $r = -0,92$ que es un valor negativo y alto; y con un coeficiente de determinación de 84 %. Mientras la asociación entre longitud de mecha y Peso del vellón fue $r = 0,96$ que es un valor positivo y alto; y con un coeficiente de determinación de 92 %.

Los valores encontrados se asemejan a del Huayta, (2018) quién registra una correlación alta y negativa de $r = -0.93$ entre el diámetro de la fibra y el factor de confort en fibra de alpacas Suri de las comunidades de Nuñoa; igualmente reportan grado de asociación entre el diámetro de fibra y factor de confort (Arango, 2016) $r = -0.90$ para alpacas de Cerro de Pasco; (Cervantes, *et al.*, 2010) $r = -0.89$ en alpacas de la raza Suri del fundo Pacamarca. Y Díaz, (2014) registra $r = -0.889$ entre el diámetro de fibra y el factor de confort en alpacas de la raza Suri de la comunidad de Choqaquilla Carabaya. Por otro lado (Flores, 2017), reporta correlación entre diámetro de fibra y factor de confort



de -0.88 en alpacas Huacaya de las comunidades del distrito de Corani, provincia de Carabaya, Puno.

Valores superiores registra (Machaca *et al.*, 2017) entre el diámetro de fibra con factor de confort de -0.99 para alpacas de cinco comunidades del distrito de Cotaruse, Apurímac; similar reporte hace (Morante, 2012) $r = -0.97548$ para alpacas de la raza Suri del fundo Pacamarca. Y valores inferiores encuentra (Ticlla *et al.*, 2015) de -0.69 y -0.62 entre el diámetro de fibra y el índice de confort, en machos y hembras respectivamente; y Vásquez, *et al.*, (2015) encuentra $r = -0.74891$ entre diámetro de fibra e índice de confort para alpacas de las comunidades de la zona alto andina de Apurímac – Perú.

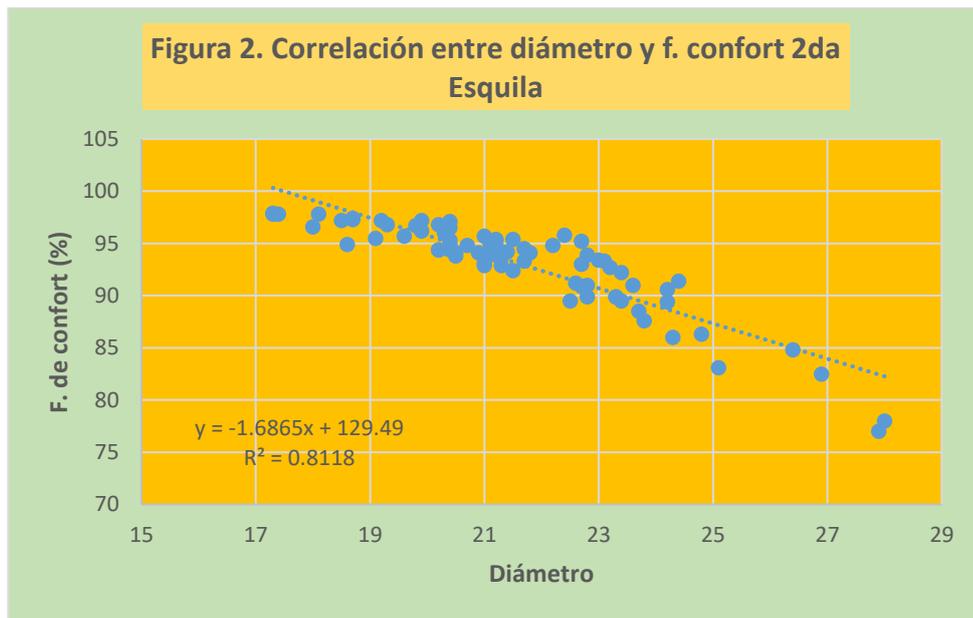
Las correlaciones fenotípicas entre el diámetro de fibra y factor de confort fueron negativos y altos, lo cual indica que sí el diámetro de fibra aumenta el factor de confort disminuye a medida que avanza la edad animal.

4.2.2. Entre variables de fibra en segunda esquila

Tabla 8. Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la segunda esquila

	r	R ²	Sig.
Diámetro con factor de confort	- 0,90	0,81	0,001
Longitud de mecha con peso del vellón	0,62	0,38	0,001

Figura 2. Correlación entre diámetro y factor confort 2da esquila



En la tabla 8 y figura 2, muestra correlaciones entre variables de las características de la fibra de alpacas de raza Suri a la segunda esquila, donde reflejan una correlación entre el diámetro con factor de confort de $r = -0,90$ que es un valor negativo y alto; y con un coeficiente de determinación de 81 %. Mientras la asociación entre longitud de mecha y Peso del vellón fue $r = 0,62$ que es un valor negativo y alto; y con un coeficiente de determinación de 38 %.



V. CONCLUSIONES

Las características de fibra como es el diámetro de fibra, factor de confort y peso del vellón muestran diferencias significativas por efecto del número de esquila y sexo ($P < 0.05$); mientras el índice de curvatura y longitud de mecha no mostraron diferencias estadísticas por la influencia de factores número de esquila y sexo en alpacas Suri del Centro Experimental La Raya.

Las correlaciones entre el diámetro con factor de confort, longitud de mecha con peso del vellón fueron negativos y altos, en ambas esquilas.



VI. RECOMENDACIONES

Los valores encontrados de las variables en estudio deben ser utilizados en el Centro Experimental La Raya, como base para iniciar en la población de alpacas de raza Suri, un plan de mejora genética para las características de importancia económica, como es el diámetro, factor de confort, longitud de mecha y peso del vellón.

Realizar estudios de heredabilidad y repetibilidad de las características textiles de la fibra de alpacas de raza Suri.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M., Torres, D, Murillo, R. y Zeballos, J. (2014). Buenas prácticas de manejo en la producción de alpacas. Necesidades estratégicas para la adaptación al cambio climático. Desco y Minsur.
- Alvarez, J. (1981). “Dimensiones Físicas de la Fibra de Alpaca en la CAP”. Huaycho Ltda. N° 44. Tesis FMVZ – UNTA -PUNO.
- Anderson, S. (1976). The Measurement of Fibre Fineness and Length: The Present Position. *J.Text. INST.*, 67: 175-180.
- Apaza, E., U. Olarte & Clavetea. (1998). Densidad folicular y diámetro de fibra en alpacas Huacaya. *ALPAK´A*. volumen VII, revista de IIPCFMVZ UNA-PUNO.
- Arango, S. (2016). Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis de Ingeniero Zootecnista de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima.
- Aylan-Parker, J., y McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Mall Rumin. Res.*, 44, 53–64.
- Bardsley, P. (1994). “The collapse of the Australian wool reserve pricesscheme”.
- Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Edit. Univ. Nac. Del Altiplano, Puno, Perú.
- Baxter, B. And. D. Cottle. (1997). “Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding”. International Wool Organisation Technical Committee Meeting, Boston, USA.



- Braga, W., Leyva, V. and Cochran, R. (2007). The effect of altitude on alpaca (*Lama pacos*) fiber production. *Small Ruminant Research* In Press, Corrected Proof. Pg. 1-6.
- Brimms, M., Peterson, A., & Gherard, S. (1999). Introducing the OFDA 2000 for rapid measurement of diameter profile on greasy wool staples. International Wool Textile Organization. Western Australia: Report No RWG 04.
- Briosio, D. (1963). "Estudio sobre la relación entre la edad de la alpaca con el diámetro de la fibra y la longitud de mecha". Tesis Facultad de Zootecnia UNA, LIMA – PERU.
- Calsin C., B. W. (2017). "Determinación del efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas de la raza suri en los CIPS Chuquibambilla y la Raya", Tesis de pos grado. UNA-Puno. Perú.
- Calle, R. (1982). *Producción y Mejoramiento de la Alpaca*. UNA - La Molina. Lima - Perú.
- Canahua, Z. F. (1970). "Evaluación Mapeo Agrostológico de los pastizales de Chuquibambilla". Puno Perú.
- Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos. En C. Novoa y A. Flórez (Eds.), *Producción de rumiantes menores: alpacas* (pp. 295 - 356). RERUMEN. Lima. Perú.
- CENAGRO. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario*. INEI. Lima, Perú.
- Cervantes, I. Pérez C., Morante, R., A. Burgos, A., Salgado, C., Nietoa, B., Goyachec, F., Gutiérrez, J.P. 2010. Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. *Small Ruminant Research*. Volume 88, Issue 1, Pages 6-11.



- Condorena, N. (1985). “Concepto del Sistema estabilizado como teoría de organización y de producción en la crianza de alpacas”. Talleres K’ayra. UNSAAC – CUZCO – PERU.
- Cordero A., Contreras J., Mayhua P., Jurado M., Castrejón M. (2011). Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas huacaya. *Rev Inv Vet Perú* 2011; 22(1):15-21.
- Checmapocco, O., Calsin, B., Quispe, J. y Maquera, Z. (2013). Peso de vellón y efecto del sexo y zona corporal en el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad y factor de confort en alpacas suri a la primera esquila de la asociación Urinsaya puna-Nuñoa. *Revista de Investigaciones Allpak’a*, Vol 18(Nº 01), pp 75-80.
- Davison, I. (2004). Fibre Measurement. In: *The international Alpaca handbook*. Published in Australia by: Alpaca consulting services of Australia. Printed in China by Everbest printing Co., Ltd.
- D. Bruce. (2000). “Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zeland”. *Small Rumin. Res.*, 37:189-201.
- De Groot, G. J. (1995). The Effect of coefficient of Variation of Fibre diameter in Wool tops on Yarn and Fabric Properties. *J. Text. Inst.*, 86(1), 164–166.
- Diaz, J. (2014). Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla – Carabaya. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. FMVZ. UNA – PUNO.
- D.S. 013-2011-AG. (2011). Reglamento de los Registros Genealógicos de Alpacas y Llamas del Perú – RGALLP.



- FAO, (2005). “Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú”. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/2914. Lima Perú.
- Fish, V. E., Mahar, T. J., & Crook, B. J. (1999). Fiber curvature morphometry and measurement. International WoolTextileOrganization. Nice Meeting. Report No CTF 01.
- Flores, A. (2006). “Determinación del Diámetro de Fibra y Longitud de Mecha en Alpacas (Vicugna Pacos) de la Provincia de Tarata - Tacna”. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNJBG-Tacna.
- Flores, A. (2009). “Determinación del Diámetro de Fibra y Longitud de mecha en Alpacas (Vicugna Pacos) de la Provincia de Tarata – Tacna”. Tesis de Médico veterinario y Zootecnista de la EMVZ de la UNJBG – Tacna.
- Flores, W. (2017). Perfil de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del distrito de Corani – Carabaya. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista FMVZ. UNA – PUNO.
- García Y. Noemi M. (2019). “Características textiles de la fibra de alpacas hembras suri del CIP-Chuquibambilla”. Tesis de Pre grado FMVZ. UNA-Puno.
- Genghini, Bonvillani, R. A., Wittouck P. y Echevarría A. (2002). Caracteres cuantitativos en poblaciones: valor fenotípico y valor genotípico. Cursos de Introducción a la Producción Animal.
- Gil Q. Rubén, (2017). “Evaluación de las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, Puno”. Tesis de Pre grado FMVZ. UNA-Puno.
- Hansford, K. A. (1997). Wool strength and topmaking. Wool Technology and Sheep Breeding.



- Hoffman E, Fowler ME. (1995). Fiber. In: The alpaca book. USA: Ed. Clay Press. p 44-84.
- Holt C. (2006). A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature. A report to the Australian alpaca association. [Internet]. Disponible en: [http://www.cameronholt.com/Crimp Relationships.pdf](http://www.cameronholt.com/Crimp_Relationships.pdf)
- Holt, C. (2007). “A survey of the relationships of crimp frecuencia, micron, character y curvature de fibra. A report to the Australian Alpaca Association”. Pambula Beach NSW. Australia.
- Huayta, R. (2018). Características textiles y características cualitativas en alpacas Suri de las comunidades de Nuñoa – Melgar – Puno. Tesis II especialidad en Camélidos Sudamericanos. FMVZ – UNA – Puno.
- Ibáñez, V. (2009). Métodos Estadísticos. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela de Post Grado. Maestría en Ganadería Andina. Editorial Universitaria. Primera edición.
- INEI. (2012). Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO).
- INEI Y MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1996). “Censo Nacional Agropecuario” - Resultados Definitivos Departamento de Huancavelica. Lima.
- Jarvis.W. C. (2004). Introduction to genetic of improving alpacas: In The international alpaca handbook. Alpaca Consulting services of Australia.
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Bruford, M. W., Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>.



- Laime, F. M., Pinares, R., Paucara, V., Machaca, V. y Quispe, E. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de descender. *Rev. Inv. Vet. Perú*; 27(2): 209-217
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11643>
- Lee, G., K. Thornberry y A. Williams. (2001). The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feed intake is increased. *Aust.*
- Liu, X., Wang, L., & Wang., X. (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers.
- Lopes P, Pieres A, Filho J, Tores R. (2005). Teoria do melhoramento animal. Belo Horizonte, Brasil: FEPMVZ. 118 p.
- Lupton, C. J., McColl, A., & Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64(3), 211–224.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>.
- Lupton C.J., McColl A. (2011). Measurement of luster in Suri alpaca fiber. *Small Ruminant Research*. Volume 99, Pages 178-186.
- Machaca, V., Bustinza, V., Corredor, F. V. Paucara, V., Quispe E., Machaca, R. (2017). Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurimac, Perú. *Rev Inv Vet Perú*; 28(4): 843-851.
- McColl., Yocom – McColl (2004). Testing Laboratories, Inc.: Methods for Measuring Micron. <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/Html/MeasuringMicrons.htm>
fecha de última visita. 15/02/2014.
- McGregor B.A. y Butler K.L. (2004). Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust. J. Agric. Res.* 55: 433-442.



- McGregor B.A. (2006). Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Rumin. Res.*, 61: 93-111.
- McGregor, B. A. (2010). "Influence of stocking rate and mixed grazing of Angora goats and Merino sheep on animal pasture production in southern Australia". 3. Mohair and wool production and quality. *Small Ruminant Research*. 50, 168-176.
- Mamani, A. (2009). "Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal". Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista de la FMVZ de la UNA-Puno.
- Marín, E. (2007). Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- MINAGRI. (2016). "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera"
- MINAGRI. (2017). "Boletín Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera". Datos Boletín IV Trimestre.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2003). Portal agrario. www.Minag.gob.pe.
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E., & Alfonso, L. 2008. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica, (March). <https://doi.org/10.5424/sjar/2008061-5258>
- Montesinos, R. (2000). Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de Germoplasma Quimsachata, ILLPA – INIA – Puno. Tesis FMVZ – UNA – Puno.



- Morante, R., F. Goyache, A. Burgos, I. Cervantes, M. A. Péres-Cabal, J. P. Gutiérrez. (2009). Genetic improvement for alpaca fiber production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 37–43.
- Morante, R., Burgos, A., Gutierrez, J.P., (2012). Producing alpaca fibre for the textile industry. In book: *Fibre production in South American camelids and other fibre animals*, pp.35-40.
- Mueller, J. (2007). “Novedades en la determinación de diámetros de fibra y su relevancia en programas de selección INTA Bariloche”.
- ONU DI. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2006). “Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú”. Informe. Subdivisión de Promoción de Inversión y Tecnología. ONU DI. [Internet]. 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.unido.org>
- Olarte U, Rojas R, Luque N. (2014). Perfil de diámetro de fibra en alpacas suri del centro de Investigación y Producción Chuquibambilla Puno. *Revista ALLPAKA Vol 18 N° 1*, 39-49.
- Ormachea, E. (2012). Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. *Revista ALLPAK´A Del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos*, 16, 83–92.
- Ormachea, E., Calsín, B. y Olarte, C. (2015). Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 17(2), 215-220.
- Pinazo, R. (2000). Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E. La Raya. Tesis FMVZ – UNA – Puno.



- Ponzoni, R. W., Grimson, R. J., Hill, J. A., Hubbard, D. J., McGregor, B. A., Howse, A., Carmichael, I. y Judson, G. J. 1999. The inheritance of and association among some. Production traits in young Australian alpacas. En: <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>. Accesado el 16 de Abril de 2009.
- Ponzoni, R. W. (2000). Genetic improvemet of Australian Alpacas: present state and potencial developments. Proc. Aust. Alpaca Assoc., 71–96.
- Poppi, D. P., y McLennan, S. R. (2010). Nutritional research to meet future challenges, Anim. Prod. Sci, 329–338.
- Quispe, E., L. Alfonso, A. Flores y H. Guillen. (2007). I Simposium Internacional de Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. p180.
- Quispe, E., A. Flores Y J. Mueller. (2009). La fibra de la alpaca: contribución de su conocimiento a través de proyecto contrato 2006-00211-INCAGRO.
- Quispe, E.C. (2010). Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Libro de Conferencias Magistrales del International Simposiumon Fiber South American Camelids. Huancavelica-Perú.
- Quispe E.C., Quispe, R., (2016). Componentes de varianza y repetibilidad de características productivas y textiles de la fibra de alpaca (Vicugna pacos) Huacaya criados a nivel comunal. ISSN 1022-1301. 2016. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 24(4):217-224.
- Renieri. C., Frank, E.N., Rosati, A.Y. y Antonini, M. (2009). Definición de Razas en Llamas y Alpacas. Animal Genetic Resources Information. Pág.45, 45-54. Arequipa. p 21-35.



- Rodríguez, T. (2006). “Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descordada y clasificada”. Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA (Bolivia).
- Rogers, G. E. (2006). Biology of the wool follicle: annex cursor into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered.
- Roque, L. y Ormachea, E. (2018). Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. Rev Inv Vet Perú 2018; 29(4): 1325-1334 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>
- Rowe, J. B. (2010). The Australian sheep industry – undergoing transformation, 2008, 991–997.
- Sacchero, D. (2008). “Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos”. Grafica Industrial IERL - Huancayo- Perú.
- Safley, M. (2005). "Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)" with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. [www. Journal Alpaca of Fiber.](http://www.JournalAlpacaofFiber)
- Safley, M. (2006). “Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)” with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. [www. Journal alpaca of fiber.](http://www.Journalalpacaoffiber)
- SENAMHI. (2016). Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. [www.senamhi.gob, pe.](http://www.senamhi.gob.pe)
- Siguayro, R., y Gutiérrez., A. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch´aku (lama glama) y la alpaca huacaya (*lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. Perú.



- Siña, M. (2012). Características físicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Susapaya, provincia de Tarata. Tesis. Escuela Académico Profesional de M.V.Z. FCA. UNJBG – Tacna – Perú.
- Solís, R. (1997). Producción de camélidos sudamericanos. In UNDAC – Cerro de Pasco – Perú.
- Sumar, J. (1990). “Producción de Alpacas”. 2da Edición. UNMSM - Lima - Perú.
- Sumar, J. (2007). “Realidad y mitos sobre los camélidos sudamericanos. XX Reunión ALPA”, XXX Reunión APPA Cusco, Perú.
- Sumar, J. (2007). “Realidades y mitos sobre los camélidos sudamericanos”. XX reunión ALPA, XXX Reunión APPA Cusco Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Su pi. 1).
- Sumar, J. Y GARCÍA, M. (1987). “Fisiología de la Reproducción de la alpaca”. Resúmenes de Investigación, IVITA- U.N.M.S.M. Lima- Perú.
- Tapia, M. (1999). Tecnología de Fibras Animales. FMVZ – UNA – Puno – Perú.
- 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.
- Tuckweell Chris. (1997). Genetic improvement in the alpaca industry. In: A paper for the Alpaca Owners and Breeders Association 1997 Annual Conference, June 11 -15, 1997. Pueblo, Colorado.
- Van Vleck LD, Pollack EJ, Oltenacu EAB. (1987). Genetics for the animal sciences. New York: Freeman WH. 391 p.



- Vásquez, R., Gómez, E. y Quispe, E. C. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. *Rev. Inv. Vet. Peru*, 26 (2), 213 – 222.
- Velarde O. J. J. (2011). Diámetro de fibra y porcentaje de pelos de alpacas hembras de raza Suri. Tesis Med. Vet. Zoot. FMVZ- UNA Puno.
- Vilcanqui, H. (2008). Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Tesis de Magíster Scientiae En Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Villarroel, L. J. (1991). “Estudio sobre la fibra de alpaca”. Resumen I parte UNA. La Molina – LIMA.
- Wang, L. J., Liu, X., & Wang, X. G. (2004). Changes in fiber curvature during the processing of wool and alpaca fibres and their blends. College of Textiles.
- Warn, L. K., Geenty, K. B., & Eachern, S. M. (2006). Wool meetsmeat: Tools for a modern sheep enterprise., In: Cronjé.
- Watts, J., and Hichs, J. (2004). The Soft Rolling Skin (SRS) Breeding System for Alpacas. In: The international Alpaca handbook. Published in Australia by: Alpaca consulting services of Australia. Printed in China by Everbest printing Co., Ltd.
- Wheeler, J. (1995). Camélidos sudamericanos, pasado, presente y futuro. *Revista Stade Camélidos Ciencia. Biol.J. Linn Soc.*, 54, 271–295.
- Wood, E. (2003). “Textile properties of wool and other fibers. *Wool Tech. Sheep Breed*”.
- Wuliji, T., G.H. Davis, K. G. Dodds, R. Turner, R.N. Andrews AND G. (2000). “Production, Performance, Repeatability Estimates for Live Weight and Fibre Characteristics of Alpacas in New Zealand”. *Small Rumian. Rev.* 37:189-201.1.



Wuliji T. 1993. Producción de fibra de alpaca, estacionalidad del crecimiento de las fibras y variación de las características de las fibras en un ambiente fresco y templado de Nueva Zelanda.

ZANABRIA, J. (1989) Características físicas de la fibra de tuis procedentes de las cuatro zonas alpaqueras del departamento de Puno Tesis FMVZ- UNA; Pág. 69

ANEXO

Tabla 9. ANVA del diámetro de la fibra (μ) de alpaca Suri.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	138,11	3	46,04	10,99	0,0001	
Esquila	46,80	1	46,80	11,17	0,0010	
Sexo	31,26	1	31,26	7,46	0,0069	
Esquila*Sexo	3,90	1	3,90	0,93	0,3361	
Error	804,61	192	4,19			
Total		942,72	195			

Tabla 10. ANVA del factor de confort (%) de la fibra de alpaca suri.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	486,12	3	162,04	10,75	0,0001	
Esquila	219,97	1	219,97	14,59	0,0002	
Sexo	67,32	1	67,32	4,47	0,0359	
Esquila*Sexo	5,07	1	5,07	0,34	0,5625	
Error	2894,34	192	15,07			
Total		3380,46	195			

Tabla 11. ANVA del índice de curvatura (Dg/mm) de la fibra de alpaca suri.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,21	3	15,74	2,96	0,0333	
Esquila	4,22	1	4,22	0,80	0,3736	
Sexo	6,56	1	6,56	1,24	0,2676	
Esquila*Sexo	46,58	1	46,58	8,78	0,0034	
Error	1019,14	192	5,31			
Total		1066,35	195			

Tabla 12. ANVA de longitud de mecha (mm) de alpaca suri.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1285,24	3	428,41	2,16	0,0939	
Esquila	8,52	1	8,52	0,04	0,8359	
Sexo	254,82	1	254,82	1,29	0,2582	
Esquila*Sexo	519,63	1	519,63	2,62	0,1070	
Error	38046,77	192	198,16			
Total		39332,02	195			

Tabla 13. ANVA para peso del vellón (kg) de la fibra de alpaca suri.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,54	3	5,51	70,57	0,0001	
Esquila	8,54	1	8,54	109,36	0,0001	
Sexo	0,35	1	0,35	4,53	0,0345	
Esquila*Sexo	1,24	1	1,24	15,82	0,0001	
Error	15,00	192	0,08			
Total	31,54	195				

Tabla 14. Comparación de medias para las variables de la fibra de alpaca suri, según esquila

Esquila	DF	FC	IC	LM	Pve
Primera	20,12 ^a	96,00 ^b	18,23	115,75	1,99 ^a
Segunda	21,63 ^b	93,01 ^a	18,12	115,59	1,42 ^b
Probabilidad	0,001	0,001	0,374	0,094	0,001

DF: Diámetro de fibra, FC: Factor de confort, LM: Longitud de mecha, IC: Índice de curvatura, Pve: Peso Vellón, medias con letra diferente son estadísticamente diferentes a la prueba de tukey ($p < 0,05$)

Tabla 15. Comparación de medias para las variables de la fibra de alpaca suri, según sexo

Sexo	DF	FC	IC	LM	Pve
Machos	19,19 ^a	96,06 ^b	18,19	118,10	1,53 ^a
Hembras	21,16 ^b	94,07 ^a	18,19	114,17	1,72 ^b
Probabilidad	0,007	0,036	0,836	0,094	0,035

DF: Diámetro de fibra, FC: Factor de confort, LM: Longitud de mecha, IC: Índice de curvatura, Pve: Peso Vellón, medias con letra diferente son estadísticamente diferentes a la prueba de tukey ($p < 0,05$)

Tabla 16. Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la primera esquila

	DF	FC	LM	IC	Pve
DF	1	0,001	0,11	0	0,54
FC	-0,92	1	0,05	0,001	0,45
LM	-0,15	0,18	1	0,001	0,96
IC	-0,6	0,53	-0,26	1	0,31
Pve	0,06	-0,07	-0,043	-0,09	1

Tabla 17. Correlación de variables de la fibra de alpacas Suri a la segunda esquila

	DF	FC	LM	IC	Pve
DF	1	0,001	0,11	0	0,02
FC	-0,90	1	0,05	0,001	0,11
LM	0,26	-0,29	1	0,001	0,62
IC	-0,72	0,55	-0,40	1	0,03
Pve	0,26	-0,18	-0,06	-0,26	1

ANEXO A. Animales para el muestreo de fibra en el CE la Raya.



ANEXO B. Toma de muestra de fibra en el costillar medio del animal.



ANEXO C. Obtención de muestras de fibra.



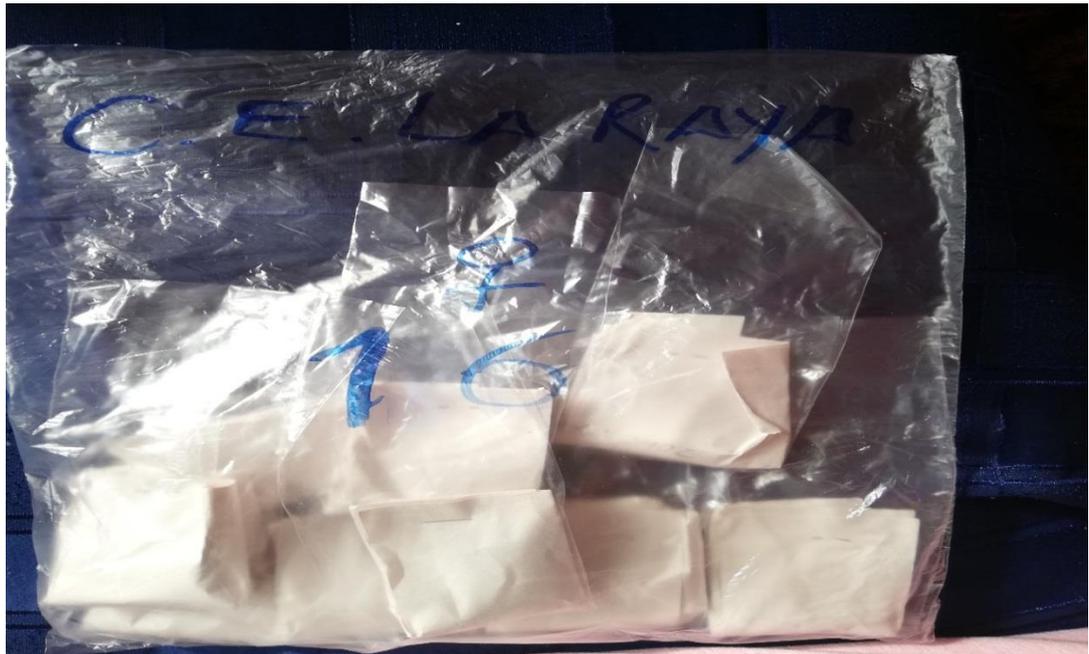
ANEXO D. Identificación y rotulado de muestra.



ANEXO E. Registro de datos como arete del animal y otros.



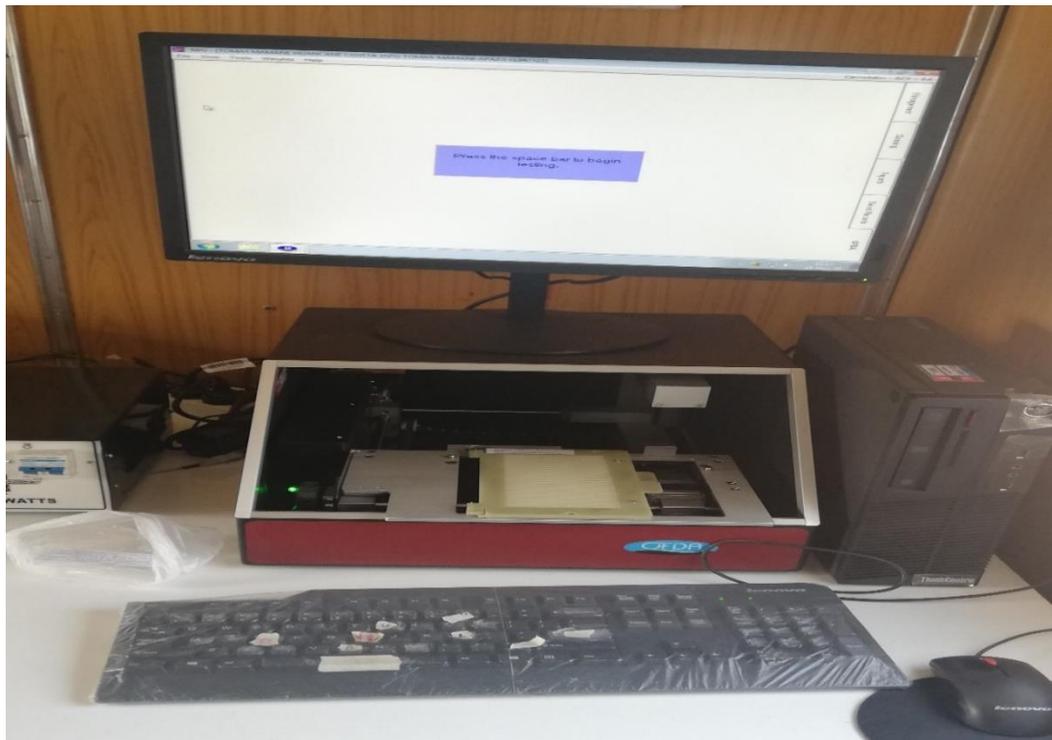
ANEXO F. Muestras recolectadas para el envío a PECSA.



ANEXO G. Equipo de OFDA 2000 del Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos PECSA - Puno.



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



ANEXO I. Resultado del análisis de fibra.

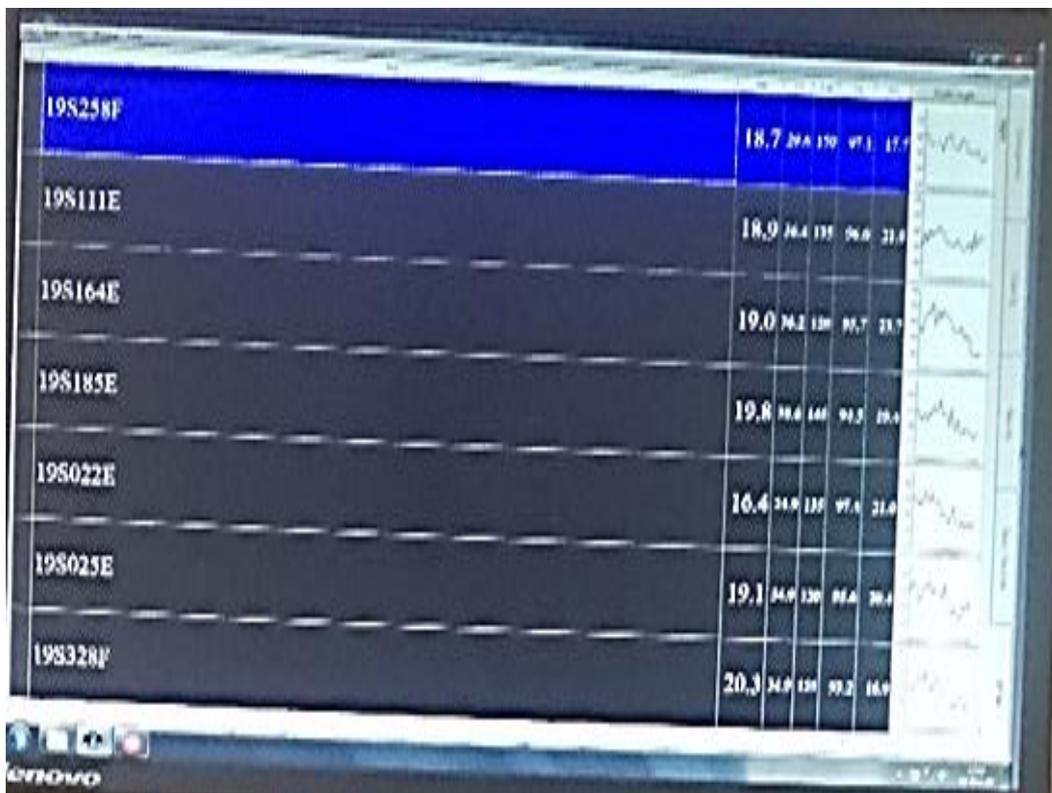


Tabla 18. Medidas de las características de la fibra de alpacas suri 1ra esquila del C.E. la RAYA UNA – PUNO

N ^o	HEMBRA SURI 1RA ESQUILA					MACHO SURI 1RA ESQUILA				
	Diámetro	FC	Longitud	IC	P. vellón	Diámetro	FC	Lon	IC	P. vellón
1	18.8	98.4	110	22.1	1.2	21.9	93.1	105	15.6	1.1
2	18.6	98.8	115	20.9	1.1	18.8	99.2	110	22.6	1.2
3	21.7	94.3	135	17.9	1.2	17.2	100	100	20	1
4	21.1	92.6	115	18.5	2	23.2	88.5	115	14.5	1.4
5	24.5	86.2	110	12.1	1.1	21.7	93.6	95	19	1.5
6	20.3	93.8	110	18	1.5	18.9	98	125	17.6	1.4
7	18.9	98.6	125	17.2	1.4	16.9	100	135	18.1	1.3
8	21.2	97.4	135	16.1	1	19.1	97.7	135	18.6	1.6
9	19.4	97.7	110	17.3	2.3	20.1	98.4	120	20.8	1.3
10	22.6	88	110	16.4	1	21.9	91.9	130	15.1	1.4
11	21.1	97.6	90	18	1.4	17.3	100	120	21.8	1.1
12	17.9	99.1	125	17.6	1.4	24.9	84.1	105	15.8	1.7
13	20.4	96.5	125	17.9	1.3	21.1	95.1	110	17.8	1.7
14	19	97	90	21	1.3	20.3	96.1	120	15.5	1.7
15	18.4	98.3	115	21.6	1.2	19.6	97.5	115	16.7	1.5
16	22.6	89.8	130	14.8	1.1	21.8	93.6	150	15.5	1.6
17	18.8	98.6	120	18.9	1.6	19.9	96.9	125	16.8	1.4
18	21.3	94.4	110	19	1.2	18.1	98.9	115	20.3	1.6
19	21.9	95.7	110	17.5	0.9	19.4	98.2	110	20.2	1.4
20	18.3	99.4	115	21.4	1.9	20.6	94.6	135	14.8	1.6
21	18.7	98	115	19.7	1	20	98.4	130	17.3	1.5
22	19.6	98.2	130	18.3	1.4	18.6	98.3	140	16.9	1.3
23	20.7	95.6	125	17.1	1.2	24.4	87.8	125	15.7	2.2
24	17.5	100	125	18	1.7	21.2	96	110	19.6	1.4
25	22	93.6	95	14.7	1.4	17.1	100	105	20	1.2
26	19.7	97.2	110	18.2	1.5	17.3	100	110	22.1	1.4
27	19.4	97.3	95	22.5	1.6	20.5	95.6	130	17.7	1.3
28	17.9	99.8	145	18.2	1.4	22	93.5	100	14.5	1.5
29	18.8	97.4	95	19.8	2.1	18.9	98.2	125	16.1	1.2
30	21.8	91.7	135	15.8	1.5	20.2	97.1	115	16.9	1.3
31	18.3	99.1	105	21.5	1.3	21.7	95	125	14.8	1.8
32	23.4	91.1	125	18	1.4	17.7	99.8	95	18.1	1.8
33	20.3	94.9	100	18.7	2.1	16.9	100	115	21.9	1.6
34	22.6	93	110	16.7	1.3	16.7	100	130	19.2	1.9
35	20.8	95.4	95	17.8	1.4	20.3	95.6	115	13.6	1.1
36	20.3	96.5	120	16.8	1.2	22.1	90.7	105	14.6	1.5
37	22	93	135	18.9	1.3	19	97.3	115	21.7	1.3
38	21.7	93.9	110	16.9	1.4	18.8	98.3	120	18.4	1.8
39	20.4	96	100	16.3	1.4	18.8	98.4	120	20	1.4



40	20.3	96.6	120	17.1	1.5	20.1	97.3	120	15.5	1.4
41	18.4	98.1	125	20.8	1	19.2	98.6	120	17.1	1.3
42	17.2	100	120	24.2	1.4	17.1	100	115	20.8	1.4
43	23.8	85.4	110	18.5	1.2	20.9	96.7	120	17.7	2.2
44	17.1	100	120	20.6	1.9	19.3	98.8	140	15	1.3
45	23.2	90.3	90	19.1	1.2	22.1	90.8	125	15.5	1.4
46	22.1	94.8	135	15.4	1.3	21.2	96.2	140	16.3	1.5
47	19.7	97.8	110	24.5	1	19.9	96.4	120	17.9	1.5
48	20	96.4	125	18.6	1.2	20.2	95.3	100	18.9	1.4
49	17.3	100	90	24.9	1	21.6	95.6	130	17	1.8
50	20.2	97	95	19.3	1.2	18.3	99.3	120	16.7	1.4
51	21.2	92.9	100	18.6	1.2	25	84	90	17.4	1.9
52	18.2	97.8	95	22.7	1.6	19.2	98.1	115	19.2	1.3
53	24.4	85.1	105	15	1.3	20.4	95.8	110	19.6	1.3
54	21.2	94.8	100	19.1	1.5	19.2	99.3	110	19	1.2
55	21.1	95.8	110	17.2	1.3	16.4	100	140	19.9	1.1
56	20.4	97.2	105	20.3	1.3	19.1	98.6	140	18.6	1.9
57	19.8	96.3	115	17.4	1.1	18.4	99	135	19.8	1.3
58	21.9	95.3	100	17.9	1.2	18.1	99.1	120	17.6	1.3
59	22.5	93.4	95	17.9	1.7	18.5	98.7	105	18.9	1.4
60	22.6	91.4	110	18.1	1.9	19.8	97.2	120	17.8	1.6
PRO M	20.42	95.5	112.50	18.5 9	1.38	19.82	96.5 0	119.0 0	17.8 7	1.47
D.S	1.85	3.59	13.64	2.43	0.30	1.98	3.69	12.88	2.21	0.25



Tabla 19. Medidas de las características de la fibra de alpacas suri 2ra esquila del C.E. la RAYA UNA – PUNO

N ^a	HEMBRA SURI 2DA ESQUILA					MACHO SURI 2DA ESQUILA				
	Diámetro	FC	Lon	I.C	Pellón	Diámetro	FC	Lon	I.C	P. vellón
1	26.9	82.5	130	14.8	1.8	20.4	94.4	120	17.8	1.4
2	21.5	92.4	120	20.2	1.8	22.8	89.9	115	18.5	1.4
3	23.4	92.2	130	14.6	2.1	23	93.4	120	16.7	1.5
4	18.7	97.3	90	21.7	1.8	18	96.6	110	25.5	1.5
5	22.2	94.8	105	17.9	1.8	21.7	94.5	120	17.3	2
6	19.9	97.2	110	17.5	2.1	19.2	97.2	115	20.3	2
7	23.8	87.6	140	14.2	2.1	17.3	97.8	110	20	1.8
8	18.7	97.4	105	21.6	1.5	23.3	89.9	100	17.8	2.1
9	20.9	94.1	100	20.2	2	20.2	94.4	125	18.6	1.8
10	20.4	96.5	110	21.1	2	21.2	94.9	110	18.7	1.8
11	18.1	97.8	100	21.9	2	20.2	94.4	120	19.5	1.5
12	21.3	92.9	95	18.7	1.8	23.1	93.3	120	16.2	2
13	21.4	94.2	110	17.8	2	19.1	95.5	110	20.2	2
14	23.3	89.9	140	16.1	2.5	17.4	97.8	110	24	1.8
15	20.2	96.8	100	18.3	2	20.4	95.3	120	17.4	2.1
16	23.7	88.5	120	16.5	1.5	22.8	91	110	21.3	1.6
17	28	78	145	14.8	1.8	20.63125	94.3938	114.7	19.363	1.76875
18	24.2	90.6	135	18.1	2.1	2.04994	2.4812	6.44	2.54	0.2522
19	21	95.7	125	16.8	2					
20	21.2	95.4	135	15.8	1.5					
21	18.5	97.2	95	20.6	2					
22	21.2	95.3	100	18.3	2.1					
23	27.9	77	125	16.1	2.1					
24	22.4	95.8	115	17.1	2.1					
25	21.1	94	140	17.5	2.1					
26	19.8	96.7	115	17.9	2.1					
27	21.3	93.7	110	19.7	2.1					
28	19.6	95.7	100	19.4	2.1					
29	22.5	89.5	80	17.9	2.4					
30	21.2	93.9	130	16.9	2					
31	24.2	89.4	90	17.8	2.8					
32	26.4	84.8	105	16.2	2.2					
33	19.9	96.2	130	20	1.9					
34	21.1	95	115	16.2	2.4					
35	25.1	83.1	135	14.9	2.1					
36	22.6	91.2	95	16.3	2.6					
37	20.7	94.8	125	17.7	2					
38	20.4	97.1	110	15.4	2.1					



39	20.5	93.8	150	17.9	2.1
40	21.7	93.3	115	18	2
41	20.5	94.1	100	20.8	2.4
42	21.5	95.4	115	16.7	2.1
43	22.7	95.2	145	15.9	2.2
44	21.8	94.1	125	15.8	2.1
45	22.8	93.9	115	16	2.4
46	19.3	96.8	90	20.4	1.7
47	22.7	93	85	18.8	2
48	22.7	90.9	125	16.6	2.5
49	24.3	86	130	13.5	2.1
50	21	93.1	130	18.9	1.9
51	23.4	89.5	115	16.9	2.1
52	21.2	94	130	15.1	1.4
53	24.8	86.3	130	16.2	2.4
54	18.6	94.9	135	23.8	2.5
55	20.3	96	105	19.3	2.2
56	24.4	91.4	100	16.8	2
57	21	92.9	130	18.2	2.2
58	23.6	91	100	18	2.2
59	17.3	97.9	115	22	1.2
60	23.2	92.7	105	17.2	2.2
PROM	21.9	92.64	115.83	17.788	2.055
D.S	2.28413	4.583	16.80	2.193	0.2878