

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS
DOMÉSTICOS



TESIS

**CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LA FIBRA DE ALPACA HUACAYA EN LA
REGIÓN APURIMAC**

PRESENTADA POR:

VÍCTOR ALBERTO RAMOS DE LA RIVA

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN
CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS**

PUNO, PERÚ 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CAMÉLIDOS
SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS

TESIS

CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LA FIBRA DE ALPACA
HUACAYA EN LA REGIÓN APURIMAC

PRESENTADA POR:

VICTOR ALBERTO RAMOS DE LA RIVA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CAMÉLIDOS
SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS




APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


.....
M.Sc. JESÚS ESTEBAN QUISPE COAQUIRA

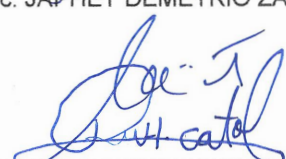
PRIMER MIEMBRO


.....
Dr. JULIO MÁLAGA APAZA

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. JAPHET DEMETRIO ZAPANA PINEDA

ASESOR DE TESIS


.....
MVZ. RUBEN HERBERTH MAMANI CATO

Puno, agosto de 2018

DEDICATORIA

A Dios, la Virgen y el Niño Salvador, por guiar e iluminar mi vida estando conmigo en todo momento, en toda circunstancia, en cada paso, protegiéndome y otorgándome fortaleza y salud para seguir adelante.

Con eterna gratitud a mí esposa Lourdes, mis hijos Gabriel, Ximena y demás familiares; por su aliento, apoyo, paciencia e incentivo en poder culminar con este proyecto de vida, para bien de mi persona, la sociedad y el anhelo de triunfo en la vida.

AGRADECIMIENTOS

- A mi alma mater, Universidad Nacional del Altiplano a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por contribuir a mejorar mi formación profesional.
- A los Docentes de la Segunda especialidad en Camélidos Sudamericanos Domésticos.
- Al Asesor MVZ. Rubén Herberth Mamani Cato, mi sincero agradecimiento por su guía y acertado asesoramiento en la ejecución y redacción del presente estudio.
- A los miembros del Jurado Evaluador: M.Sc. Jesús Quispe Coaquira, Dr. Julio Málaga Apaza y M.Sc. Japhet Zapana Pineda, por su paciencia durante las correcciones y sugerencias realizadas en la ejecución de la presente Tesis.
- A la II Promoción de la Segunda Especialidad en Camélidos Sudamericanos Domésticos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I**REVISIÓN DE LITERATURA**

1.1 Marco teórico.....	2
1.1.1 La alpaca.....	2
1.1.2 Crianza	3
1.1.3 Hábitat.....	4
1.1.4 Distribución espacial y población	5
1.1.5 Composición de rebaños.....	5
1.1.6 Razas	6
a) Huacaya	6
b) Suri.....	7
1.1.7 Fibra de alpaca.....	7
1.1.8 Características y estructura de la piel de la Alpaca.....	9
1.1.9 Características de la fibra de alpaca	11
1.1.9.1 Diámetro de fibra	11
1.1.9.2 Factor de confort y picazón	12
1.1.9.3 Índice de curvatura de la fibra.....	13
1.1.9.4 Coeficiente de variabilidad.....	13
1.1.9.5 Equipos de análisis de diámetro de fibra.	14
1.1.9.6 Métodos estadísticos utilizados	15
1.2 Antecedentes.....	16

1.2.1	Diámetro de fibra.....	16
1.2.1.1	Diámetro de fibra por factor edad.	18
1.2.1.2	Diámetro de fibra por factor sexo.....	20
1.2.2	Factor de confort.....	20
1.2.3	Índice de curvatura.....	22
1.2.4	Coeficiente de variación.....	24
1.2.5	Correlación del diámetro y el índice de curvatura de la fibra.....	25
1.2.6	Correlación del diámetro con el factor de confort.....	26

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema.....	27
2.2	Justificación.....	28

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio.....	30
3.2	Población y muestra.....	30
3.3	MÉTODOS.....	31
3.3.1	Para la obtención de muestras de fibra.....	31
3.3.1.1	Evaluación de las características fenotípicas de la fibra.....	32
3.3.1.1.1	Interpretación de los datos.....	32
3.4	Procesamiento y análisis de datos.....	35
3.4.1	Para el objetivo 1 y 2:.....	35

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LA FIBRA DE ALPACA HUACAYA.....	36
4.1.1	Diámetro de fibra.....	36
4.1.2	Factor de confort.....	40
4.1.3	Índice de curvatura.....	43
4.1.4	Coeficiente de variabilidad.....	46
4.2.	CORRELACIÓN DE VARIABLES.....	48

4.2.1 Correlación fenotípica general según sexo.....	48
4.2.2 Correlación fenotípica general según edad.....	50
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	64

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Región del costillar medio para la obtención de muestras de fibra de alpaca.....	32

INDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Colección de muestras	31
2. Diametro de fibra en alpacas Huacaya blanco según sexo en la región apurimac.....	36
3. Diámetro de fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región apurimac.....	38
4. Factor de confort de la fibra en alpacas huacaya blanco según sexo en la región apurimac	41
5. Factor de confort de la fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región Apurimac.....	42
6. Índice de curvatura de la fibra en alpacas huacaya blanco según sexo en la región apurimac.	44
7. Índice de curvatura de la fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región apurimac	45
8. Coeficiente de variabilidad de la fibra en alpacas Huacaya blanco	

según sexo en la región apurimac.....	47
9. Coeficiente de variabilidad de la fibra en alpacas Huacaya blanco según edad en la región apurimac.....	47
10. Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en machos	48
11. Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en hembras	48
12. Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas dientes de leche.....	50
13. Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas dos dientes	51
14. Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas cuatro dientes	51
15. Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas boca llena	52

RESUMEN

El presente estudio, se desarrolló en la Provincia de Antabamba, Región Apurímac, que cuenta con una población de 108,497 alpacas (INEI, 2012) por encima de los 3,800 m.s.n.m. El objetivo fué determinar las características fenotípicas de la fibra en relación a la edad y sexo en alpacas Huacaya color blanco. El tamaño de muestra fue de 40 machos y 40 hembras del grupo etario DL (Dientes de leche > de 1 año), 2 dientes (2 - 3 años), 4 dientes (3 – 4 años) y boca llena (> de 4 años); de las cuales se colectó muestras de fibra (5 gr.) debidamente identificadas de la región del costillar medio del animal, las cuales fueron analizadas en el OFDA 2000, determinando el diámetro (DF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC), coeficiente de variabilidad (CV). Los resultados y conclusiones son: Para el objetivo 1, si existe diferencia significativa en la variación del diámetro de fibra, factor de confort en alpacas de 2 y 4 dientes por efecto edad ($P \leq 0.05$), mientras que no existe diferencia significativa en la variación del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad por efecto sexo y la interacción sexo/edad ($P \geq 0.05$). Para el objetivo 2, existe alta correlación entre el diámetro de fibra y factor de confort por efecto sexo y entre diámetro de fibra con factor de confort por efecto edad destacando las alpacas de 4 dientes. Estos resultados contribuyen al planteamiento de iniciativas o programas de mejoramiento enfocados a las características cuanti y cualitativas de la fibra de alpaca; finalmente servirá como una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

PALABRAS CLAVE: Alpaca, coeficiente de variabilidad, diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura.

SUMMARY

The present study was developed in the Province of Antabamba, Apurimac Region, which has a population of 108,497 alpacas (INEI, 2012) above 3,800 m.s.n.m. The objective was to determine the phenotypic characteristics of the fiber in relation to age and sex in white Huacaya alpacas. The sample size was 40 males and 40 females of the DL age group (milk teeth > of 1 year), 2 teeth (2 - 3 years), 4 teeth (3 - 4 years) and full mouth (> of 4 years); of which samples of fiber (5 gr.) were duly identified from the region of the mid rib of the animal, which were analyzed in the OFDA 2000, determining the diameter (DF), comfort factor (FC), index of curvature (CI), coefficient of variability (CV). The results and conclusions are: For objective 1, if there is a significant difference in fiber diameter variation, comfort factor in alpacas of 2 and 4 teeth by age effect ($P \leq 0.05$), while there is no significant difference in the variation of fiber diameter, comfort factor, curvature index and coefficient of variability by sex effect and sex / age interaction ($P \geq 0.05$). For objective 2, there is a high correlation between fiber diameter and comfort factor for sex effect and fiber diameter with comfort factor for age effect, highlighting alpacas with 4 teeth. These results contribute to the approach of improvement initiatives or programs focused on the quantitative and qualitative characteristics of alpaca fiber; Finally, it will serve as a solid base for future research in this field.

KEY WORDS: Alpaca, coefficient of variability, fiber diameter, comfort factor, curvature index.

INTRODUCCIÓN

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

En la actualidad, la producción de alpacas en la región Apurímac, atraviesa una serie de problemas como el deficiente desarrollo de la crianza, sujeta a la incomprensión de factores internos y externos, pues la ganadería alpaquera no solo se sustenta en peculiares procesos biológicos que la rodean (alimentación, sanitarios, manejo, tenencia de la tierra, etc.), sino que demuestran gran debilidad frente a fenómenos externos (climáticos, económicos, sociales, etc.), que al final se expresa en la calidad y cantidad de fibra de alpaca como principal producto de esta crianza. La región de Apurímac ocupa el quinto lugar en producción alpaquera con 219,113 cabezas (INEI, 2012); sin embargo, el aprovechamiento de la fibra de este animal es limitado en la zona, pese a que se dispone de un gran potencial de exportación (GRA, 2006). Es así que esta actividad se constituye en una estrategia de lucha contra la pobreza que afecta a las comunidades campesinas alpaqueras.

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca Huacaya color blanco, según sexo y grupo etario, así como estimar las relaciones entre estas variables para poder trazar una línea de base en el conocimiento del grado de avance de la calidad de fibra de alpaca. Esto, en su momento, permitirá establecer las bases para la implementación de programas que permitan mejorar la productividad de los rebaños y elevar el nivel de vida del productor andino.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 La alpaca

Procede del nombre quechua alpaqa o paqo, es un camélido rumiante capaz de alimentarse con pastos muy pobres. Llega a medir más de un metro y a pesar entre 60 y 70 kilogramos (De los Ríos, 2006). Se caracteriza por tener la cabeza más, pequeña que la de la llama, presentar un mechón de fibra que le cubre la frente y mejillas, las orejas son pequeñas y terminan en punta, los ojos son redondeados, grandes y salientes, el perfil del cuerpo es más curvilíneo que el de la llama (Solís, 1997). La dimensiones son: longitud de 1.20 a 1.50 m. (hembras y machos), alzada de 0.80 a 1.00 m. El peso de machos es de 64 Kg. en promedio, hembras 62 Kg. en promedio, crías entre 6 y 8 Kg. en promedio.

El origen de la alpaca ha sido un tema de controversia hasta hace algunos años, cuando Kadwell *et al.* (2001) demostraron por medio del estudio de ADN mitocondrial y micro satélites que la alpaca proviene de la vicuña que habría sido domesticado hace 6000 - 7000 años atrás en los andes peruanos, proponiendo entonces la reclasificación de la alpaca como "*Vicugna pacos*". La crianza de

alpacas y llamas constituyen una actividad económica relevante para las regiones andinas en el Perú, destacando fundamentalmente la producción de fibra de la alpaca (FAO, 2005).

1.1.2 Crianza

La crianza de alpacas y llamas constituyen un actividad económica relevante para las regiones andinas en el Perú, destacando fundamentalmente la producción de fibra de la alpaca (FAO, 2005), más de un millón de pequeños productores de los andes centrales de Sudamérica se dedican a la crianza de alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) como principal medio de subsistencia. Se estima una población nacional de 3'685,500 alpacas, donde la región Apurímac cuenta con 219,113 alpacas (INEI - CENAGRO. 2012); y la provincia de Antabamba tiene una población de 108,497 alpacas.

Según FAO (2005), la alpaca (*Vicugna pacos*), es la especie de mayor existencia numérica en el Perú y la más cotizada por la producción de fibra. Existen dos razas de alpacas: Suri y Huacaya. Se diferencian claramente por sus características fenotípicas. La alpaca Suri presenta fibras de gran longitud que se organizan en rizos que caen por los costados del cuerpo, similar a lo que se observa en los ovinos de raza Lincoln; esto le da al animal una apariencia angulosa. En cambio la alpaca Huacaya presenta un vellón de apariencia esponjosa, con fibras de menor longitud, similar al vellón del ovino de raza Corriedale, lo que le da una apariencia más voluminosa al animal. Pese a la diferencia de aspecto, no hay diferencias marcadas en el peso de las crías al nacer (7,5 a 8,0 kg) ni en el peso vivo adulto entre individuos de las dos razas (Promedio de 65 kg en hembras y 70 kg en machos). El producto principal que se obtiene de la alpaca es la fibra que tiene características textiles muy apreciadas. La carne tiene un valor nutritivo similar o superior a otras carnes; desafortunadamente, aún no está debidamente aprovechada por limitaciones que serán tratadas posteriormente. Además los subproductos como las pieles y cueros tienen múltiples aplicaciones,

sobre todo en la industria artesanal. Ambas razas presentan una gama de colores de fibra que van del blanco al negro pasando por los colores intermedios. Hay una mayor demanda del mercado por la fibra blanca, de ahí que hay una tendencia al predominio de animales blancos en los rebaños por la selección orientada a esa característica. Sin embargo, los colores naturales son cada vez más apreciados por la industria por lo que se impone la necesidad de preservar este material genético. El Departamento de Puno es el que posee la mayor proporción de alpacas seguido por Cusco, Huancavelica y Arequipa. Esto está en relación con la extensión de las praderas alto andinas existentes. En cuanto a herencia de los colores, no se conoce a ciencia cierta el mecanismo de transmisión; hay una serie de hipótesis pero nada concreto hasta el momento. Se trata de una característica que parece cobrar cada vez mayor importancia por el interés de la industria en colores naturales.

1.1.3 Hábitat

Las alpacas habitan la zona altoandina, por encima de 3,800 a 5,200 m.s.n.m. del Perú, Bolivia, Argentina y Chile. Estos ambientes incluyen mesetas (altiplano) y laderas cordilleranas con alta incidencia de heladas y precaria disponibilidad de agua. La alpaca tiene una distribución reducida; está presente en las regiones andinas de América del Sur a una altura de 5,000 metros sobre el nivel del mar. Vive en Perú, Bolivia, Chile, Ecuador y Argentina pero en la actualidad está presente también en países como Estados Unidos, Países Bajos, Australia y Nueva Zelanda como consecuencia de su introducción en la década de 1980. A pesar de esto, el 99 por ciento de las alpacas viven en Sudamérica. Habita las montañas, sabanas y pastizales del Altiplano andino, cerca de las zonas húmedas y con temperaturas por debajo de los 0 grados centígrados durante las noches (Quispe *et al.* 2009). La climatología que caracteriza a dichos lugares, es variado ya que es templado en los valles interandinos, seco y frío en la jalca y muy frío en la puna, llegando incluso a climas nivales en las partes altas de la cordillera (Solís, 1997).

1.1.4 Distribución espacial y población

La distribución de la producción alpaquera en el continente sudamericano se extiende entre los meridianos 65° y 80° de longitud oeste y entre los paralelos 10° y 22° de latitud sur en niveles altimétricos mayores de 3,800 m.s.n.m. correspondiéndole un clima muy frío (Solís, 1997).

La población mundial de alpacas, están distribuidas principalmente en los países de Perú 3'041,598; Bolivia 269,285; Chile 28,551 y Argentina. Las alpacas y llamas también fueron llevadas a otros países, donde son criadas en condiciones más favorables que las de su ambiente de origen; por ejemplo en los Estados Unidos (120,000 ejemplares), Australia (100,000 ejemplares), Canadá, Nueva Zelanda y países europeos (Quispe *et al.* 2009). En el Perú la población de alpacas ha variado en el tiempo, así en 1985, la oficina de estadística agraria, citaba 2'952,400 cabezas, en 1988, la misma oficina consignó 2'754,854 y en 1995 se estimaba en 2'755,323, lo que indica que no ha tenido grandes bajas, incrementos. Pero desde hace más de una década, la zona norte del país viene absorbiendo la saca de la zona sur, por lo que la población debería haber aumentado en pequeña proporción (Bustanza, 2001). En un censo reciente en el 2012 se reportó 3'685,500 alpacas a nivel nacional, la región Apurímac cuenta con una población de 219,113 (INEI, 2012).

1.1.5 Composición de rebaños

En las explotaciones de los medianos propietarios y de las empresas asociativas, el ganado es clasificado, al menos, por edad y sexo y se sigue un calendario de actividades más o menos definido, según los lineamientos de la práctica con ovinos. El mediano propietario posee de 500 a 2,000 cabezas y las empresas hasta 30,000 (Novoa, 2001). La crianza de través de pequeños propietarios presentan rebaños mixtos, es decir la crianza de los animales de diferentes especies se realizan en grupo (alpacas, llamas, ovinos, vacunos) lo que representa una seria amenaza a un proceso de mejoramiento en este

estrato de crianza. Principalmente los medianos y grandes propietarios son los que realizan un crianza adecuada considerando actividades de manejo durante todo el año, uso de registros para cada actividad, rotación de campos de pastoreo, manteniendo la soportabilidad animal en sus terrenos; lo que no ocurre a nivel de pequeños propietarios que durante todo el año se dedican a pastorear su rebaño mixto.

En general en un rebaño de alpacas existe la tendencia a mantener un número elevado de capones como productores de fibra; en cambio, la proporción en el hato de hembras en edad reproductiva mayores de dos años es inferior al 40%. Esta débil proporción de madres, combinada con una baja tasa de natalidad y una alta mortalidad de las crías, resulta insuficiente para suministrar los reemplazos de los animales que mueren o tienen que ser eliminados por límite de edad. En estas condiciones resulta imposible practicar la selección según las características reproductivas (Novoa, 2007).

1.1.6 Razas

Renieri *et al.* (2009), menciona que en las alpacas solo existen razas primarias las cuales corresponde a las razas naturales o razas geográficas existentes en las especies silvestres. En general, en la raza primitiva falta un programa de selección unívoco y claro, porque no existe una asociación de criadores, no existe un Libro genealógico y a menudo falta también una especialización unívoca y claramente definida, por tal motivo se clasifican en dos genotipos; Huacaya y Suri.

a) Huacaya

La alpaca Huacaya se caracteriza por tener un vellón compacto, esponjoso y similar al vellón del ovino Corriedale que le confiere una apariencia más voluminosa, con fibras finas suaves y onduladas, representa el 85% de la población de alpacas en el Perú (FAO, 2005). Se caracteriza por tener un vellón compacto, esponjoso y similar al vellón del ovino Corriedale que le confiere una apariencia más

voluminosa, con fibras finas suaves y onduladas (Quispe *et al.* 2009).

b) Suri

La alpaca Suri presenta fibras de gran longitud organizadas en rizos colgantes, de un modo similar a los rizos del ovino Lincoln, lo cual confiere al animal una apariencia angulosa (Hoffman y Fowler, 1995; Antonini *et al.* 2004 y FAO, 2005). Se menciona que es la de menor población, representa el 15% de la población total (FAO, 2005). Presenta fibras de gran longitud organizadas en rulos colgantes, de un modo similar a los rulos del ovino Lincoln, lo cual confiere al animal una apariencia angulosa (Quispe *et al.* 2009).

1.1.7 Fibra de alpaca

Se denomina fibra a varios materiales, naturales o manufacturados, que son elementos básicos de estructuras textiles. La fibra de alpaca o simplemente fibra es un producto de inigualables cualidades y propiedades especiales muy apreciadas en el mercado textil mundial (Bustinza, 2001).

La industria textil refiere a las fibras de alpaca como fibras especiales y los artículos confeccionados con ellas, están clasificados como artículos de lujo. Como todas las fibras especiales, las fibras de alpaca son flexibles y suaves al tacto, poco inflamables, de bajo afieltramiento y poco alergénicas. Además, los tejidos de estas fibras son proclives a la confección de vestidos con excelentes pliegues, apariencia, caída y lustrosidad, que en su conjunto confieren la apariencia de ser nuevos no obstante el tiempo que puedan haber sido usados (Quispe *et al.* 2009).

Montes *et al.* (2008) hicieron estudios sobre características de la fibra de alpaca, recomendando finalmente realizar más estudios para conocer mejor los caracteres de producción de la fibra y cuantificar su importancia económica antes de iniciar un plan de mejora genética. La alpaca Huacava representa 85% de la población de alpacas en el Perú. Se considera que la calidad de los vellones de alpaca del Perú se ha

deteriorado en lugar de haber mejorado, principalmente en lo referente a finura y peso de vellón (De Los Ríos, 2006). Así por ejemplo los vellones producidos en los sistemas comunitarios de cría tradicional son de bajo peso y mala calidad. En estas condiciones de cría, la producción promedio bianual por animal es de 2.1 kg., mientras que en condiciones medianamente tecnificadas es posible una producción anual promedio de 2.3 kg. (Jáuregui y Bonilla, 1991), (Nieto y Alejos, 1999). Muchos de los vellones son canosos, pintados y canosos-pintados, en muchos vellones se encuentra gran heterogeneidad en la estructura, pues muchas fibras que lo conforman son de tipo medulada de forma continua o discontinua, lo cual desmerece la calidad del vellón. La alpaca Huacaya se caracteriza por tener un vellón compacto, esponjoso similar al vellón del ovino Corriedale que le confiere una apariencia más voluminosa, con fibras finas suaves y onduladas. La alpaca Suri presenta fibras de gran longitud organizadas en rizos colgantes, de un modo similar a los rizos del ovino Lincoln, lo cual confiere al animal una apariencia angulosa (Hoffman y Fowler, 1995, Antonini *et al.* 2004 y FAO, 2005). Actualmente la demanda de fibra blanca se ha incrementado a diferencia de la fibra de colores naturales, generando el blanqueamiento de los rebaños y la disminución de animales de color, la pérdida de las poblaciones de alpacas de color ha llevado a distintas acciones encaminadas al mantenimiento de los colores en la alpaca, como por ejemplo las restricciones al comercio exterior o el mantenimiento de bancos de germoplasma de alpacas de color (Huanca *et. al.* 2007). Afortunadamente para la conservación de la variabilidad de colores, estas acciones se están viendo últimamente reforzadas por un creciente interés de la industria por los colores naturales en lugar del uso de tintes (Bustinza, 2001 y FAO, 2005). En este sentido, desde la perspectiva de la conservación de la diversidad biológica en los andes, esta situación está ocasionando la pérdida de las alpacas de colores naturales, especialmente de la raza Suri, la que se encuentra en franco proceso de extinción, afectando el futuro mismo de esta especie animal y los medios de subsistencia de los grupos humanos

ligados a su crianza en los Andes (Enríquez, 2003). Reportes recientes indican una mayor rusticidad de alpacas de colores a diferencia de las alpacas blancas, siendo un recurso genético muy importante como fuente de variación y reservorio de genes para futuros programas de mejoramiento y desarrollo de estrategias para afrontar los fenómenos naturales y el cambio climático (Vallejo, 2012).

1.1.8 Características y estructura de la piel de la Alpaca

La estructura de la piel en alpacas es similar a la de otros mamíferos según refiere Gaitán, 1967. Estando formada por tres capas bien definidas: la epidermis, capa delgada externa; la dermis, capa gruesa interna y la hipodermis, capa grasa (Chambilla, 1983; Bustinza, 2001). La epidermis está formada por un epitelio estratificado, plano y queratinizado y contiene cuatro estratos: El estrato córneo es el más superficial y está formado por escamas córneas llenas de queratina. El estrato granuloso está formado por una sola capa de células planas, con citoplasma plegado a la superficie y con presencia de granos de queratohialina, los cuales posiblemente participan en la formación de queratina. El estrato espinoso, el cual presenta células poliédricas y generalmente forma tres capas, presentando núcleos algo picnóticos: Las células superficiales, aplanadas y las profundas, poliédricas. El estrato germinativo o basal, con células cúbicas en algunas zonas y en otras de aspecto cilíndrico. También pueden encontrarse células aplanadas los cuales descansan sobre una fina capa celular, algo brillante, en esta capa, la raza Suri presenta menos grasa que la Huacaya. Esta capa es más delgada en la alpaca que en otras especies (Bustinza, 2001).

La dermis está compuesta principalmente de tejido conectivo, conteniendo fibras de colágeno; es bastante gruesa y en su lecho se encuentran folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y músculo erector del pelo. La dermis se divide en dos capas. La dermis superficial delgada, caracterizada por la presencia de tejido conectivo laxo, con un número considerable de células

conjuntivas o fibrocitos, por lo que toma el nombre de «lámina propia», esta capa se hace progresivamente densa hacia la parte profunda, formando líneas y tabiques que separan los «nidos foliculares». Por otro lado, tenemos a la dermis profunda, formada por tejido conectivo denso, cuyas fibras colágenas se presentan en haces gruesos, desordenados, con tendencia a orientarse paralelamente a la superficie de la piel (Bustinza, 2001). Además el límite entre la epidermis y dermis es bastante liso y no se distinguen con claridad los clavos interpapilares descritos para otros tipos de piel. El folículo piloso, es una invaginación de la piel, en donde se forman las fibras (Calle, 1982).

En la dermis se hallan los capilares sanguíneos los cuales forman grupos tortuosos alrededor de los grupos foliculares. En camélidos sudamericanos éstos superan en cantidad a los ovinos y cerdos. Los paquetes de capilares en la raza Huacaya no llegan a acercarse a los grupos foliculares sino que terminan a cierta distancia, por lo que el suministro de sustancias necesarias para éstos sería por difusión a través del tejido conectivo. Mientras que en la raza Suri, estos paquetes capilares son más abundantes y se acercan más a los grupos foliculares. Lo anterior lleva a especular que la piel de las alpacas suri es semejante a la de los animales de climas calurosos, lo que es reforzado por la característica de su vellón abierto y su menor resistencia a las condiciones de las zonas altas. Por último, se tiene la hipodermis que es una capa de la piel de camélidos sudamericanos formada por tejido conectivo laxo, cuya función es fijar la dermis a los huesos o músculos y cuya principal característica es la presencia de un alto número de células adiposas (Bustinza, 2001). La menor cantidad de glándulas sebáceas, es la razón por la que la fibra de alpaca tiene mucho menos porcentaje de grasa comparada con la lana de ovino. También es la razón por la que tiene mayor rendimiento al lavado (Calle, 1982).

1.1.9 Características de la fibra de alpaca

Las características de la fibra de alpacas son clasificados como características productivas (peso de vellón sucio y diámetro de fibra) y características textiles (coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort, factor de picazón, índice curvatura, finura al hilado, punto de rotura, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, tasa de medulación y rendimiento al lavado), estos fueron descritos por Quispe *et al.* (2013).

1.1.9.1 Diámetro de fibra

El diámetro de fibra, es la medida del grosor de la fibra en términos cuantitativos. Es uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, porque determina el precio del vellón en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso del mismo (Villaruel, 1963; Carpio, 1991; Galal, 1986), aunque se otorgan incentivos por finura de vellón. Hace 10 años la medición del diámetro de la fibra representaba un problema de coste y de accesibilidad a los métodos tradicionales existentes, especialmente para los pequeños productores (Hoffman y Fowler, 1995). En la actualidad, con el avance de la tecnología y con el impulso que vienen dando los gobiernos en investigación y desarrollo, se constata que los productores alpaqueros tienen mayor accesibilidad para determinar objetivamente la finura de la fibra. Se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente (Gillespie y Flanders, 2010). Se mide en micrones (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, 2010; Poppi y McLennan, 2010; Rowe, 2010). El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como la característica más importante de la fibra (Lee *et al.*, 2001; Edriss *et al.*, 2007; Kelly *et al.*, 2007; Rowe, 2010). En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformadas en hilos de tal manera que se adecuen para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn *et al.*, 2006; Rowe, 2010). Con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). En el

ganado ovino desde 1947 existe un método aceptado para evaluar el vellón, respecto a diámetro de fibra, población de fibra, longitud de mecha, densidad de fibra y rizos. La toma de muestra se realiza en la zona del costillar medio (Turner *et al.* 1953), que se encuentra localizada horizontalmente en la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral. Basado en este método, (Aylan- Parker y Mc Gregor, 2002) demostraron que en alpacas, la zona del “midside” (costillar medio) también resulta representativa para evaluación de la finura media y peso del vellón, constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para trabajos de mejora del diámetro de la fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca *et al.* 2007).

1.1.9.2 Factor de confort y picazón

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 (Sacchero, 2008; McColl, 2004; Mueller, 2007). 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.

1.1.9.3 Índice de curvatura de la fibra

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

La importancia del rizado de la fibra siempre ha abierto debate en la industria textil de la lana, estimándose en unos casos que lanas con bajo rizado son mejores que lanas con alto rizado y en otros que esta característica está asociada con la uniformidad en la finura y por lo tanto la presencia abundante de rizos es señal de buena calidad, lo que parece ocurrir en alpacas Huacaya (Bustinza, 2001). Al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente (Rogers, 2006).

1.1.9.4 Coeficiente de variabilidad

En estadística, cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar. Por otro lado presenta problemas ya que a diferencia de la desviación típica este coeficiente es variable ante cambios de origen. Por ello es importante que todos los valores sean positivos y su media dé, por tanto, un valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable. (Wikipedia, 2018).

1.1.9.5 Equipos de análisis de diámetro de fibra.

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

1.1.9.5.1 Análisis óptico de diámetro de fibra (OFDA).

Uno de los equipos de medición del diámetro de fibra es el OFDA 2000, instrumento que permite utilizarse dentro del centro de producción, es capaz de medir el diámetro de muestras de vellón sucio. Durante el proceso de la medición muestra la posición de los puntos más finos y más gruesos a lo largo de la fibra. Requiere de un calibrador de temperatura y humedad relativa que debe ser ajustado según las condiciones ambientales de la instalación y así las muestras son previamente acondicionadas al medio ambiente (McColl, 2004).

El OFDA 2000 es un instrumento que permite medir las características de fibras a lo largo de las mechas sucias en tiempo real aplicando factor de corrección por grasa y es útil en programas de mejoramiento genético en alpacas (Ormachea, 2012). El equipo está diseñado para trabajar en condiciones desfavorables, está constituido de una forma muy robusta, y tiene una excelente rapidez. Es absolutamente portátil pesa 17 Kg, posee la más alta tecnología asociada a imágenes microscópicas digitales un procesador equipado

con Windows 98, donde hace correr su potente software (Baxter, 2002).

1.1.9.6 Métodos estadísticos utilizados

1.1.9.6.1 Correlación

Los estudios cuantitativos correlacionales miden el grado de relación entre dos o más variables. Es decir, miden cada variable presuntamente relacionada y después también miden y analizan la correlación (Hernández *et al.* 2003). La correlación es una relación recíproca entre dos variables; dado dos variables, la correlación permite hacer estimaciones del valor de una de ellas conociendo el valor de la otra variable. En términos estadísticos, la correlación se expresa por un coeficiente denominado coeficiente lineal de Pearson (r), los significados del resultado del coeficiente de correlación se interpretan de la siguiente manera: (Córdova, 2003).

El nivel de la correlación se clasifica, de la siguiente manera:

- 1.00: Correlación negativa perfecta.
- 0.90: Correlación negativa muy alta.
- 0.75: Correlación negativa alta.
- 0.50: Correlación negativa moderada.
- 0.10: Correlación negativa baja.
- 0.00: No existe correlación alguna entre las variables.
- +0.10: Correlación positiva baja.
- +0.50: Correlación positiva moderada.
- +0.75: Correlación positiva alta.
- +0.90: Correlación positiva muy alta.
- +1.00: Correlación positiva perfecta.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Diámetro de fibra

Sobre las características de la fibra de alpaca, se realizaron diversos estudios tanto en el Perú y otros países. En la región de Huancavelica, (Montes *et al.*, 2008) estudiaron las características de calidad de la fibra de alpacas Huacaya, para ello utilizaron una muestra de 203 animales de 8 comunidades (Astobamba, Cachimayo. Carhuancho. Choclococha. Llillinta, Pilpichaca, Pucapampa y Santa Ana), las muestras fueron evaluadas con el Sirolan Laserscan; obteniendo una media de diámetro de fibra de 22.7 um; así mismo dichos autores encontraron que más del 60% de la fibra de alpaca está por debajo de 23 um que corresponden a fibras de buena calidad y tan solo el 4% de la fibras tienen diámetros mayores a 29 um (fibras gruesas). (Quispe *et al.*, 2007) describieron la calidad de fibra de alpacas huacaya 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, Sálica, Santa Bárbara, Tukumachay y Carhuancho), donde midieron el diámetro de fibra por medio del Sirolan-Laserscan en el laboratorio de fibras de la Universidad Nacional Agraria La Molina; un valor medio de 21.59 um. que fue influenciado significativamente por efectos de la localidad, sexo y edad. Concluyendo finalmente que el diámetro de fibra es menor al promedio encontrado en otros trabajos y tiene bastante homogeneidad. (Lupton *et al.*, 2006) también estudiaron las características de la fibra de alpaca, para ello muestrearon 585 alpacas de 6 regiones de los Estados Unidos; las clasificaron por sexo (macho, hembra y castrado) y edades (1. 2 y >2 años), siendo la mayor cantidad de animales mayores a 2 años. Una de las características, el diámetro medio de la fibra fue evaluado por medio de un analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA); obteniéndose una media de 27.85 um., no encontrando diferencias significativas por sexo: pero sí encontraron diferencias significativas para edades. La media de

diámetro de fibra fue de 24.3um., 26.5u y 30.1 um., para alpacas de 1, 2 y >2 años de edad respectivamente. (Braga *et al.*,2007) estudiaron el efecto de la altitud (4200m y 4600m) sobre la producción de fibra de alpacas Huacaya en Cusco; utilizando 40 animales de dos años de edad, repartiéndolos en dos grupos para seguir un diseño experimental en tres fases. Una de las características evaluadas fue el diámetro de fibra, obtenido con ayuda de un microscopio de proyección, que resultó 22.9um., no mostrando diferencias significativas entre tratamientos, concluyendo así que la altitud no tiene efecto sobre el diámetro de fibras en dichas alpacas. (Siguayro y Aliaga, 2010), realizaron estudios en 100 animales de un año de edad con la finalidad de evaluar el efecto de la especie y sexo sobre las características físicas de la fibra de llamas chaku y alpacas Huacaya. Esto se ha sido desarrollado en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata, ubicado en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, región de Puno. Las muestras fueron procesadas por medio del Sirolan-Laserscan; obteniéndose diámetros de 18.23u, 17.37 um., 17.86 um. y 18.23 um., para llamas macho, hembra, alpaca macho y hembra respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre especies ni sexo: esto sería atribuido al descordado que sufrieron las fibras de llama antes de ser evaluadas. También (Quispe *et al.*, 2007) describieron la calidad de la fibra de alpacas Huacaya producidas en la región de Huancavelica: para lo cual obtuvieron 547 muestras de animales pertenecientes a 8 comunidades: las muestras fueron procesadas por medio del Sirolan- Laserscan obteniéndose una media de 21.588 um. de diámetro de fibra, encontrando diferencias significativas por comunidad, sexo y edad de los animales.

(Gamarra, 2008) realizó un estudio en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS)-La Raya del distrito de Marangani. provincia de Canchis del departamento de Cusco, esto con el objetivo de comparar el desarrollo de folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pastura asociada y pastos naturales, dentro de los

indicadores productivos Gamarra midió el diámetro de fibra, obteniendo 19.27 y 19.71 μm . en la primera semana para crías de alpaca alimentadas en el último tercio de gestación con pastos asociados y pastos naturales respectivamente, no encontrando diferencias significativas.

(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 diámetro de fibra. Estos estudios fueron realizados en la Isla Sur de Nueva Zelanda. Los resultados obtenidos fueron 31.9 μm . 30.5 μm y 26.4 μm . para alpacas adultas, tuis y crías respectivamente. Dichos autores concluyen que la producción es de fibra gruesa, ya que los valores encontrados está por encima de los valores que se reportan en Sudamérica. El diámetro de fibra, que es en este caso uno de nuestros temas de estudio fue de 23.03 μm . y 21.87 μm . para alpacas machos y hembras respectivamente en el Centro de Investigación de Desarrollo de Camélidos Sudamericanos-Lachocc, estos fueron reportados por (Escobar y Esteban, 2009); Entre los trabajos más recientes realizados en alpacas del sur de Perú, destacan los realizados en Arequipa (Renieri *et al.*, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2009; Morante *et al.*, 2009; Cervantes *et al.*, 2010), Puno (González *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2009) y Huancavelica (Montes *et al.*, 2008; Oria *et al.*, 2009; Quispe *et al.*, 2009; Quispe *et al.*, 2009; Quispe, 2010), que refieren medias de diámetro de fibra desde 21 hasta 24 μm .

1.2.1.1 Diámetro de fibra por factor edad.

Las variaciones encontradas en el diámetro de fibra por efecto de la edad han sido determinados por Ormachea *et al.*, 2013; Wuliji *et al.*, 2000; Lupton *et al.*, 2006 y McGregor y Butler (2004) en función al diámetro de fibra que se encontraron en alpacas de distintas edades. En alpacas Huacaya de 10 meses hasta 6 años de edad, el diámetro aumenta de 17.4 a 27.5 μ (Del Carpio, 1989). Durante los primeros meses de vida del animal el diámetro de fibra tuvo un rango de 21 a 23 μ y luego incrementó de 25 a 27 μ y finalmente desciende de 21 a

22 μ (McGregor, 2004). En animales de dos años en Puno, se encontraron valores de 14 a 30 μ (Flórez *et al.*, 1986). En un estudio realizado en el distrito de Corani provincia de Carabaya del departamento de Puno, indican que el diámetro de fibra se incrementa significativamente conforme avanza la edad del animal obteniendo los siguientes valores: 19.6 μ , 21.07 μ y 22.28 μ en alpacas de la categoría dos, cuatro y seis dientes respectivamente (Ormachea *et al.*, 2013). En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones de diámetro de fibra por edad es de 24.62 μ para animales de dos años, 25.57 μ para tres años y 26.74 μ para animales de 4 años de edad (Huamaní, y González, 2004). En animales tuis es de 20.75 μ y 23 μ para animales adultos (Quispe *et al.*, 2009). El diámetro de fibra describe medidas ligeramente variables que asciende hasta los 12 años de edad y a partir de esta sufre una disminución considerable hasta los 14 años; igualmente parece que la finura se ve afectada por la hiponutrición en edades avanzadas (Bustinza *et al.*, 1985). En una investigación de importancia económica que se realizó en Australia en alpacas de 2 a 6 años de edad de ambos sexos de la raza Huacaya, menciona que el 10% de alpacas, presentan un diámetro de 24 μ y más del 50%.

FUENTE		DL (X y D. S)	2D (X y D. S)	4D (X y D. S)	6D (X y D. S)	LUGAR DE ESTUDIO
Ormachea <i>et al.</i> (2013)	Promedio		19.6 \pm 2.09	21.07 \pm 2.56	22.28 \pm 2.45	Región Puno - Perú
	C.V (%)		10.66	12.14	10.99	
Carhuapoma y Sáenz (2009)	Promedio	21.34 \pm 0.43	22.66 \pm 0.45	23.34 \pm 0.44	23.83 \pm 0.55	Región Huancavelica - Perú.
	C.V (%)	2.01	1.98	1.88	2.3	
Cordero <i>et al.</i> (2008)	Promedio	19.64 \pm 0.60	20.55 \pm 0.72	24.13 \pm 0.63	25.33 \pm 0.68	Región Huancavelica - Perú.
	C.V (%)	3.05	3.50	2.61	2.68	
Montes <i>et al.</i> (2008)	Promedio	21.65 \pm 4.76	22.16 \pm 4.87	22.83 \pm 5.02	23.84 \pm 5.24	Región Huancavelica - Perú.
	C.V (%)	22	22	22	22	
Quispe <i>et al.</i> (2007)	Promedio	20.75 \pm 4.79	21.67 \pm 4.88	22.75 \pm 5.12	23.00 \pm 5.15	Región Huancavelica - Perú.
	C.V (%)	23.12	22.56	22.51	22.41	
Cisneros (2008)	Promedio	22.90 \pm 3.07	24.26 \pm 3.35	26.11 \pm 3.43	27.81 \pm 3.52	Canchis - Cusco - Perú.
	C.V (%)	13.40	13.80	13.13	12.65	
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Promedio	24.3 \pm 6.0	26.5 \pm 6.46	30.1 \pm 7.10		E.E.U.U.
	C.V (%)	24.30	26.5	29.4		
Holt (2006)	Promedio		24.26	25.78	27.02	Australia

DL: diente de leche (Hasta 1.5 años), 2D: dos dientes (de 1.5 a 3 años).

4D: cuatro dientes (de 3 a 4 años), 6D: boca llena (más de 4 años).

(Ormachea *et al.*, 2013)

1.2.1.2 Diámetro de fibra por factor sexo.

El sexo influye categóricamente sobre el diámetro de fibra, lo cual se debe a que las hembras tienen requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que pasan (lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el perfil de diámetro de fibra (Lupton *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2009 y Montes *et al.*, 2008). Sobre el particular cuando se hicieron trabajos de investigación con 240 alpacas Huacaya de color blanco en el distrito de Corani – Carabaya – Puno, indican que el sexo no influye en la variación del diámetro de fibra encontrando los siguientes resultados 20.69μ en hembras y 21.28μ en machos (Ormachea *et al.*, 2013). Sin embargo, Alvarez (1981), señala que las hembras tienen un menor diámetro de fibra en los 2 primeros años de edad y a partir de los 3 años va engrosando notablemente en comparación a los machos que mantienen su finura durante su vida reproductiva, datos que difieren con los obtenidos por Flórez *et al.*, (1986) indican que los machos poseen mayor diámetro de fibra en comparación con las hembras, esto probablemente se debe por los factores del medio ecológico, grado de mejoramiento genético, por la técnica usada para la determinación del diámetro de fibra.

1.2.2 Factor de confort

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 $6,33\% \pm 0,30\%$ que correspondería a un factor de confort de $93,67\%$, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

Quispe *et al.* (2009) en alpacas de color blanco provenientes de 8 comunidades de la región de Huancavelica (Perú), 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. Asimismo, Quispe, (2010) reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre ésta característica.

Sacchero (2008), 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 y Butler, 2004), 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% . En el 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 categoría dos, cuatro y seis dientes 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.*, 2013). En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de $6,33\% \pm 0,30\%$ que correspondería a un factor de confort de 93,67%, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007).

1.2.3 Índice de curvatura

El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras de lana. Esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (Fish *et al.*, 1999). El rizado de la lana, expresado como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los equipos como la OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana (Quispe *et al.*, 2008). El rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en referencia al procesamiento. El rizo en una mecha de lana puede ser expresado en función a la “definición del rizo”, descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que lanas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres, y a la “frecuencia del rizo” definido como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características, junto con el color de la grasa, la longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el “estilo de la lana”, el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos de lana final. 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, sí la curvatura se encuentra en un rango de 40 - 50 grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los

50 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006). Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra (Fish *et al.*, 1999). En EE.UU. Se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006). En Perú También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 en machos y 54.01 en hembras (Siguayro y Aliaga, 2010). Según Holt (2006), 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. Estos valores de ICur fueron inferiores a los encontrados por Siguayro (2009). Sin embargo, otros autores reportan valores más bajos, entre 28.0 y 32.2 grados/mm (Liu *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006). Por otro lado, Holt (2006) encuentra valores con un rango más amplio (25 a 60 grados/mm).

En un estudio realizado en 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 43.43grad/mm, 42.21grad/mm y 41.27grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34grad/mm y 42.26grad/mm en machos (Ormachea *et al.*, 2013). 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 (Ormachea *et al.*, 2013; Holt, 2006; Safley, 2006 y Fish *et al.*, 1999). Por otro lado, Vilcanqui (2008) encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34grad/mm para machos y hembras, respectivamente; también, Marín (2007) reportó para alpacas Huacaya de un año de edad valores de 47.14 y 47.22grad/mm para hembras y machos, respectivamente; no encontrando diferencias entre sexos. El índice de curvatura en

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

1.2.4 Coeficiente de variación

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

En alpacas, Hack *et al.* (1999), Aylan-Parker y McGregor (2002), McGregor (2002), McGregor (2006) González *et al.* (2008), Lupton (2006), Morante *et al.* (2009), Quispe *et al.* (2009) y Quispe (2010) obtuvieron resultados de CVDF de 24.40, 27.00, 23.30, 23.60 18.38, 23.48, 23.12, 22.82 y 21.4 % respectivamente,

los cuales, si bien resultan un tanto elevados, muestran una alta variabilidad de los animales que resulta conveniente para programas de mejora genética. Asimismo, casi todos los resultados (a excepción de lo encontrado por Aylan- Parker y McGregor (2002), no superan el 24%, que representa el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe *et al.*,

2009).

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no es afectado por el sexo de las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por McGregor y Butler (2004) y Quispe *et al.* (2009b). Al respecto, se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado (McGregor, 2006). Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDF tienen menor resistencia (Mueller, 2000), afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra (Wang *et al.*, 2003). Del mismo modo, el CVDF no estuvo influenciado por el estrato etario, tal y como lo menciona Quispe *et al.* (2009) en la región de Huancavelica, Perú, aunque con menor variabilidad. Asimismo, los valores son inferiores a otros reportes (Aylan-Parker y McGregor, 2002; Wang *et al.*, 2003; McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006), donde se mencionan valores de CVDF entre 23.5 y 28.1%. Solo McGregor y Butler (2004) encontraron evidencia de que el CVDF disminuye rápidamente hasta los 2 a 3 años, para luego incrementar levemente hasta los 10 años de edad.

1.2.5 Correlación del diámetro y el índice de curvatura de la fibra.

Ormachea *et al.*, (2013), al realizar un estudio con 240 muestras en alpacas Huacaya de color blanco obtuvo valores de -0.4978 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. Holt (2006) reportó coeficientes de correlación entre el índice de curvatura y el diámetro de fibra de -0.64 y -0.79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri. Siguayro y Gutiérrez (2010) reportó la correlación entre estos caracteres, para alpacas machos es negativamente baja de -0.20 y de incidencia no significativa ($p > 0.05$), para alpacas hembras negativamente muy baja de -0.14 y de incidencia no significativa ($p > 0.05$), asimismo, la correlación para la especie (alpaca)

negativamente muy baja de -0.18 y de incidencia no significativa ($p > 0.05$). Marín (2007) al correlacionar estos caracteres en alpacas Huacaya de un año de edad, reportó valores los cuales oscilan entre -0.35 y -0.70. Por otro lado, Vilcanqui (2008) al correlacionar estos caracteres en fibras de vicuñas encontró valores de -0.11 a -0.71.

1.2.6 Correlación del diámetro con el factor de confort.

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. Por su lado Diaz (2014) menciona que en alpacas Huacaya existe una correlación negativa y moderada del diámetro de fibra entre el índice de curvatura ($r = -0.68133$), de igual manera 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 II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

La crianza de camélidos sudamericanos domésticos (alpacas y llamas) constituyen el principal medio de subsistencia para más de un millón de pequeños productores de los andes centrales de Sudamérica (Quispe *et al.* 2009); en el caso del Perú (FAO. 2005), la crianza de alpacas y llamas constituyen una de las principales actividades de un sector de la población de las zonas alto andinas, a través del aporte de fibra, carne, energía de trabajo y otros subproductos.

Se estima una población nacional de 3'685.500 alpacas, la región Apurímac cuenta con 219,113 alpacas ubicándose en el 6to. Lugar en población (INEI. 2012). El Perú ocupa el primer lugar en el mundo en la producción de alpacas y vicuñas, y el segundo en llamas, después de Bolivia (Quispe *et al.* 2013). Estimándose según la FAO (2005) que el 90% de las alpacas y la totalidad de las llamas se encuentra en manos de pequeños productores; quienes las crían con el objetivo principal de la producción de fibra.

En la actualidad se conoce que los niveles de producción en alpacas en esta región, son relativamente bajos; vellones con alto porcentaje de pelos, considerando fibras de buena calidad de fibra de acuerdo a la Norma Técnica Peruana y características textiles de la fibra en rangos que pueden

permitir plantear programas de mejoramiento, especialmente aprovechando alpacas machos (Vásquez, 2015).

Las alpacas son dedicadas a la producción de fibra principalmente, este producto es muy valorado por la industria textil, considerándose a las prendas hechas a base de fibra de alpaca como artículos de lujo (Wang *et al.* 2003). Esto indica el gran valor que tiene la fibra de alpaca para los pequeños productores y también para la industria textil; para los pequeños productores la fibra de alpaca es la principal fuente de sustento económico. Los productores comercializan la fibra de alpaca, en cuyo mercado el precio está en función de su cantidad (peso de vellón) y su calidad (finura de fibra) (Quispe *et al.* 2013); es decir, sus ingresos económicos están en función del peso de vellón y el diámetro de fibra.

2.2 Justificación

Este estudio ha conllevado conocer las relaciones y efectos del sexo y edad en algunas características productivas y textiles de la fibra de alpaca en la zona representativa de crianza de alpacas en la Región Apurímac; facilitará el aporte de información para poder desarrollar programas de mejoramiento con los animales de la zona que permitirá tener animales con mayor factor de confort, índice de curvatura, mayor variabilidad, por ende mejoraran las características productivas y textiles de la fibra de alpaca, contribuyendo al incremento de la producción y productividad del productor alpaquero en las zonas identificadas como de mayor pobreza en la región Apurímac, zonas en las que a pesar de contar con alpacas que producen buena calidad de fibra, no presentan un adecuado peso de vellón y a la par presentan elevado porcentaje de pelos.

La crianza de alpacas es una actividad básica en las zonas altoandinas económica y socialmente más deprimidas del Perú. Dentro de esto se encuentra la región Apurímac, principalmente la provincia de Antabamba, que es una zona referente en la crianza y producción de alpacas y llamas de la región. Dicha crianza está dedicada principalmente a la producción de fibra y complementariamente la producción de carne en algunos sectores. Las alpacas son dedicadas a la producción de fibra principalmente, este producto es muy

valorado por la industria textil, considerándose a las prendas hechas a base de fibra de alpaca como artículos de lujo (Wang *et al.* 2003). Esto indica el gran valor que tiene la fibra de alpaca para los pequeños productores y también para la industria textil; para los pequeños productores la fibra de alpaca es la principal fuente de sustento económico. Los productores comercializan la fibra de alpaca, en cuyo mercado el precio está en función de su cantidad (peso de vellón) y su calidad (finura de fibra) (Quispe *et al.* 2013); es decir, sus ingresos económicos están en función del peso de vellón y el diámetro de fibras.

Nuestros resultados han permitido conocer el efecto, grado de influencia y relación de algunas características productivas y textiles de la fibra de alpaca: Diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, por tanto, facilita el aporte de información para poder desarrollar programas de mejora animal y poder obtener animales con mayor peso de vellón, finura y densidad de fibra, por ende mejorar sus características de la fibra de alpaca, contribuyendo al beneficio del productor alpaquero con el incremento de la producción y productividad en las zonas identificadas como de mayor pobreza en la región Apurímac, zonas en las que a pesar de contar con rebaños alpaqueros que no están manejados adecuadamente y que requieren con urgencia su mejoramiento.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El estudio se realizó en el distrito de Antabamba, de la Provincia de Antabamba de la Región Apurímac, con una población de 108,497 alpacas de las cuales 68,989 son Huacaya (INEI - CENAGRO. 2012) referente de la región Apurímac, está localizada en puna seca, entre los 3,900 y 5,300 m.s.n.m., latitud 14°29'13.71"S, longitud 73°30'43"O; con temperaturas que varían de -9 a -5 °C por las noches y de 10 a 25 °C durante el día, con una precipitación pluvial promedio de 700 mm/año.

3.2 Población y muestra

Se utilizó un tamaño muestral por conveniencia de 80 alpacas huacaya (40 machos y 40 hembras) del distrito de Antabamba de la Provincia de Antabamba, Región Apurímac.

Tabla 1.
Colección de muestras

REGION CORPORAL	Macho=40 animales				Hembra =40 animales				CANTIDAD DE MUESTRAS
	DL	2D	4D	BLL	DL	2D	4D	BLL	
Costillar medio	10	10	10	10	10	10	10	10	80

Donde: DL: Dientes de leche, 2D: 2 dientes, 4D: 4 dientes. BLL: Boca llena

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Para la obtención de muestras de fibra

Las muestras de fibra fueron obtenidas de alpacas de color blanco entero, de la región del costillar medio de los animales (Figura 1). De ellos se extrajo aproximadamente 5 g. de fibra de cada animal. Todas las muestras fueron debidamente identificadas. Al respecto, se ha tomado este método en base a los estudios realizados, por ejemplo, en el ganado ovino desde 1947 existe un método aceptado para evaluar el vellón, respecto a diámetro de fibra, población de fibra, longitud de mecha, densidad de fibra y rizos. La toma de muestra se realiza en la zona del costillar medio (Turner *et al.* 1953), que se encuentra localizada horizontalmente en la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral. Basado en este método, (Aylan- Parker y Mc Gregor, 2002) demostraron que en alpacas, la zona del “midside” (costillar medio) también resulta representativa para evaluación de la finura media y peso del vellón, constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para trabajos de mejora del diámetro de la fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costos de evaluación (Huanca *et al.* 2007).

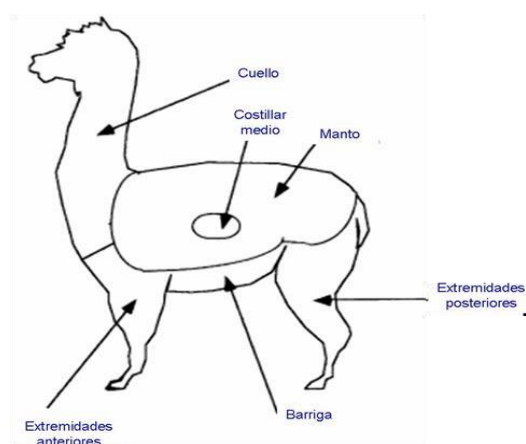


Figura 1. Región del costillar medio para la obtención de muestras de fibra de alpaca.

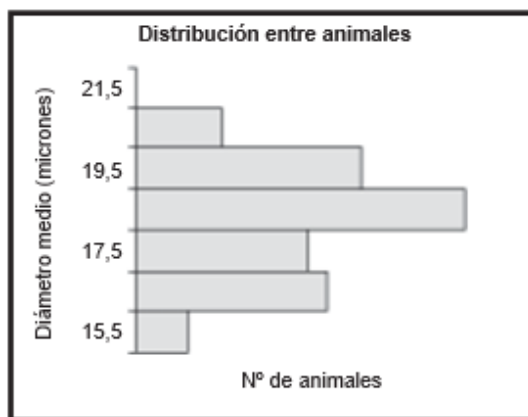
3.3.1.1 Evaluación de las características fenotípicas de la fibra

Para la determinación de las características de la fibra, estas fueron analizadas con el equipo Analizador Óptico del Diámetro de Fibras (OFDA -2000) del IVITA Marangani – Cusco, guiado por el protocolo elaborado en el laboratorio en base a la publicación de Elvira "Presentación del Instrumento de Medición de Finura OFDA 2000". Los datos obtenidos fueron anotados en las fichas correspondientes, a una temperatura ambiente de 22°C, una humedad relativa de 60%, en un ambiente cerrado.

3.3.1.1.1 Interpretación de los datos

Diámetro de fibra (DF)

Las primeras tres columnas de datos luego de la columna que identifica a cada animal con su caravana correspondiente nos indican el diámetro individual, la variabilidad de los diámetros entre los vellones o animales, la posición o "ranking" de finura y el rango individual de desviación con respecto al promedio del grupo, por ejemplo:

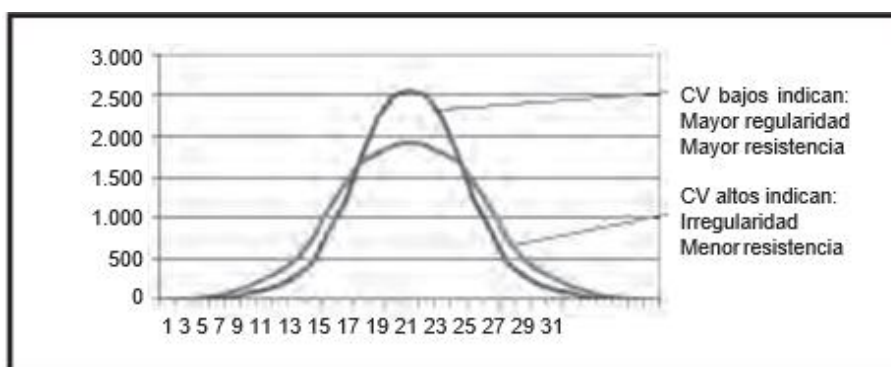


- Promedio, 17,9 mic.
- Menor 15,2 mic. (-2,5 mic.)
- Mayor 20,5 mic. (+ 2,7 mic.) |

Coeficiente de variación (CV)

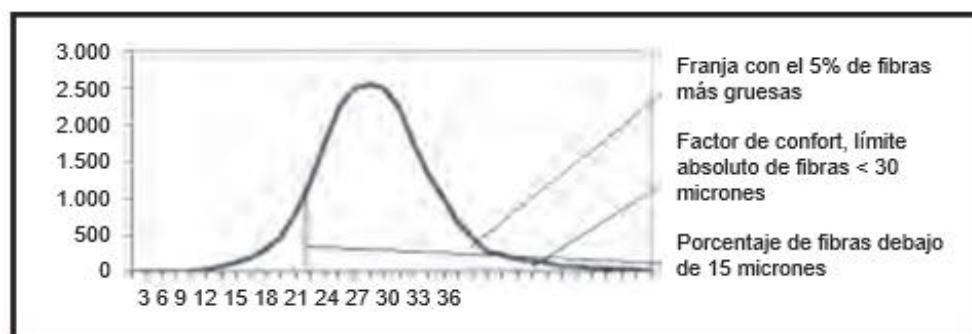
El Coeficiente de Variación CV es la magnitud de comparación, porque al estar definida como $CV = (SD/Diam) * 100$, se muestra como una variación porcentual y no depende del diámetro medio. Estas propiedades muestran la variabilidad dentro de cada medición.

El CV es un buen estimador de la resistencia de la mecha y, analizando los perfiles de finura a lo largo, podemos identificar el punto donde probablemente quiebren las fibras al ser débiles.



Factor de confort (FC)

Se mide en CF%, el extremo más grueso (CEM) y Porcentaje de fibras menores a 15 micras ($\% < 15$).



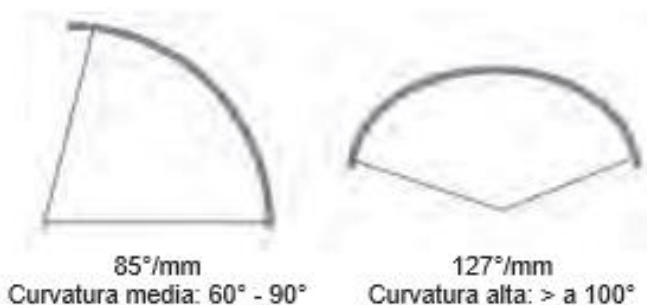
Índice de curvatura (IC)

Se mide en dg / mm , el grado de curvatura está asociado al "crimp" o rizo de las mechas. Se mide en grados por milímetros.



Crimp ó rizo de la fibra

En otra escala, teniendo en cuenta el ángulo de curvatura ($^{\circ}$ grados) por unidad de longitud de arco (mm).



Importancia de una baja curvatura:

- Mayor largo de mecha
- Mayor altura media en los tops
- Menor porcentaje de blousse
- Mejora la performance al hilado
- Mejora el tacto o suavidad en tejidos

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Todos los datos fueron procesados a través del paquete estadístico SAS, estableciendo el ANOVA y la Prueba de comparación múltiple de Tukey.

3.4.1 Para el objetivo 1 y 2:

Las variables de estudio fueron evaluadas por sexo (macho y hembra), cuatro grupos etarios (DL, 2D, 4D y BLL)

El método estadístico empleado fué un diseño bloque completo al azar bajo un arreglo factorial de 2x4:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

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

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

Donde:

Y_{ijk} = Diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura, coeficiente de variabilidad, desviación estándar

μ = Constante media de la población

α_i = Efecto del i-esimo nivel del factor sexo

β_j = Efecto del j-esimo nivel del factor grupo estario $(\alpha\beta)_i$ = Efecto de la interacción de los factores

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LA FIBRA DE ALPACA HUACAYA

4.1.1 Diámetro de fibra

Según ANVA en las tablas; observamos que no existe diferencias significativas en la variación del diámetro de fibra de alpacas huacaya en comunidades de la región Apurímac, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ($P \geq 0.05$); mientras, si existe diferencia significativa y la variación del diámetro de fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad ($P \leq 0.05$) tal como se muestra en la tabla 2;

Tabla 2.
Diámetro de fibra en alpacas Huacaya blanco según sexo en la región apurimac

Sexo	N	PROMEDIO \pm D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	21.81 ^a \pm 2.62	12.01	17.13 – 26.13
Machos (1)	40	21.51 ^a \pm 2.54	11.8	16.54 – 26-08

^a Letra común no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

En esta tabla 2 del anexo 1, se observa el diámetro de fibra de alpacas Huacaya en comunidades de la región Apurímac por efecto sexo; donde los machos (2) tienen 21.81 micras y las hembras 21.51 micras ($P \geq 0.05$). Esta semejanza se debería al manejo actual de estos animales y al medio ambiente donde se crían, cuyas condiciones mayormente son desfavorables debido a que no hay un manejo técnico de estos animales y las condiciones de alimentación en las que se encuentran las mismas que no son las adecuadas por la poca disponibilidad de pastos naturales que es la fuente de alimentación de estos animales.

Estos datos concuerdan con varios autores, pero algunos manifiestan que el sexo influye categóricamente sobre el diámetro de fibra, lo cual se debe a que las hembras tienen requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que pasan (lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el perfil de diámetro de fibra (Lupton *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2009 y Montes *et al.*, 2008). Sobre el particular cuando se hicieron trabajos de investigación con 240 alpacas Huacaya de color blanco en el distrito de Corani – Carabaya – Puno, indican que el sexo no influye en la variación del diámetro de fibra encontrando los siguientes resultados 20.69μ en hembras y 21.28μ en machos (Ormachea *et al.*, 2013). Sin embargo, Alvarez (1981), señala que las hembras tienen un menor diámetro de fibra en los 2 primeros años de edad y a partir de los 3 años va engrosando notablemente en comparación a los machos que mantienen su finura durante su vida reproductiva, datos que difieren con los obtenidos por Flórez *et al.*, (1986) indican que los machos poseen mayor diámetro de fibra en comparación con las hembras, esto probablemente se debe por los factores del medio ecológico, grado de mejoramiento genético, por la técnica usada para la determinación del diámetro de fibra. Vasquez (2015) en un estudio realizado en Cotaruse, Apurímac reporta que la mayor finura del diámetro de la fibra (MDF) en los machos (19.6μ), en comparación con las hembras (20.1μ), resulta contradictoria con el reporte de

Lupton *et al.* (2006) y Aylan-Parker y McGregor (2002), quienes indican que los machos tienen mayor diámetro de fibra. También difiere al encontrado por Wuliji *et al.* (2000) y McGregor y Butler (2004), quienes informan que no existe efecto del sexo sobre la MDF; sin embargo, concuerda con lo encontrado por Montes *et al.* (2008) y Quispe *et al.* (2009). Es posible que los resultados del presente estudio se deban a la selección subjetiva de los machos, la cual es mucho más minuciosa que la selección de las hembras (Quispe *et al.*, 2009), y a que las hembras son generalmente de la misma región de Apurímac, mientras que los machos provienen de otras regiones. Estos últimos datos son muy similares a los encontrados en el presente estudio. Por otro lado Díaz (2014), reportó en su estudio que el diámetro de fibra fue 19.49 μ ; 19.58 μ y 19.74 μ , en alpacas de la procedencia Parina, Texci, Pukacaja, respectivamente ($p > 0.05$); respecto al sexo los machos mostraron diámetro de fibra de 19.59 μ ; y las hembras 19.61 μ ($p > 0.05$); en alpacas Suri el diámetro de fibra 20.72 μ y en Huacaya 18.49 μ ($p \leq 0.05$). Machaca (2017) indicó que el promedio del diámetro de fibra estaba influenciado por el sexo y por sexo ($p < 0.05$), siendo la fibra de las hembras 1 μ m más fina que la de los machos.

Tabla 3.
Diámetro de fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región apurímac

Edad	N	PROMEDIO (μ) \pm D.E.	CV (%)	V.E.
Boca llena (4)	20	23.15 ^a \pm 2.51	12.6	17-08 – 26.86
4 Dientes (3)	20	21.90 ^{ab} \pm 2.43	11.09	19.43 – 26.86
2 Dientes (2)	20	21.24 ^{ab} \pm 2.25	10.6	16.23 – 24.99
Dientes de leche (1)	20	20.44 ^b \pm 2.57	12.6	16.23 – 24.83

^{ab} Letras diferentes indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

En esta tabla se observa el diámetro de fibra de alpacas Huacaya en comunidades de la región Apurímac por efecto edad; en donde los animales dientes de leche (1) tienen 20.44 micras, los de 2 dientes (2) 21.24 micras, los de 4 dientes (3) 21.90 micras y los boca llena (4) 23.15 micras ($P < 0.05$). Existe una diferencia significativa entre animales de 2 y 4 dientes lo cual se debería principalmente a las condiciones en el aspecto reproductivo de estos animales, también al manejo actual y al medio ambiente donde se crían, cuyas condiciones mayormente son desfavorables debido a que no hay un manejo técnico y las condiciones de alimentación en las que se encuentra las mismas que no son las adecuadas por la poca disponibilidad de pastos naturales que es la fuente de alimentación de estos animales. Nuestros valores encontrados, en varios casos son similares y difieren con algunos, Vasquez (2015) reportó que la media del diámetro de fibra incrementó significativamente ($p < 0.05$) según grupo etario o conforme avanza la edad del animal, tal conforme a lo que señalan (Wuliji *et al.*, 2000; McGregor y Butler, 2004; Quispe *et al.*, 2009). Sin embargo, las medias obtenidas en el presente estudio fueron más finas o superiores a los valores reportados por Huamaní y Gonzáles (2004), Lupton *et al.* (2006), Mamani (2006), Carrasco (2009) y Encinas (2009) según los estratos etarios. El efecto de la edad sobre la MDF se debería a la queratinización de la fibra, que resulta en un mayor proceso de modulación en animales adultos (Contreras, 2009). Además, Rogers (2006) indica que las alpacas adultas producen vellones cada vez menos finas debido al efecto de las esquilas, que tiende a incrementar el funcionamiento folicular. Diversos autores señalan, asimismo, que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpacas (Bustinza, 2001; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006; Quispe *et al.*, 2007; Valdivia, 2009). Asimismo, Bustinza (2001) considera que existen factores adicionales, entre ellos, la nutrición, que juegan un rol importante en la formación, maduración folicular, crecimiento y diámetro de la fibra. Algunas variaciones en el diámetro de fibra por efecto de la edad también fueron determinadas por Ormachea *et al.*, 2013; Wuliji *et al.*,

2000; Lupton *et al.*, 2006 y McGregor y Butler (2004) en función al diámetro de fibra que se encontraron en alpacas de distintas edades. En alpacas Huacaya de 10 meses hasta 6 años de edad, el diámetro aumenta de 17.4 a 27.5 μ (Del Carpio, 1989). Durante los primeros meses de vida del animal el diámetro de fibra tuvo un rango de 21 a 23 μ y luego incrementó de 25 a 27 μ y finalmente desciende de 21 a 22 μ (McGregor, 2004). En animales de dos años en Puno, se encontraron valores de 14 a 30 μ (Flórez *et al.*, 1986). En un estudio realizado en el distrito de Corani provincia de Carabaya del departamento de Puno, indican que el diámetro de fibra se incrementa significativamente conforme avanza la edad del animal obteniendo los siguientes valores: 19.6 μ , 21.07 μ y 22.28 μ en alpacas de la categoría dos, cuatro y seis dientes respectivamente (Ormachea *et al.*, 2013). En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones de diámetro de fibra por edad es de 24.62 μ para animales de dos años, 25.57 μ para tres años y 26.74 μ para animales de 4 años de edad (Huamaní, y González, 2004). En animales tuis es de 20.75 μ y 23 μ para animales adultos (Quispe *et al.*, 2009). Machaca (2017), encontró que el promedio del diámetro de fibra (MDF) estuvo influenciado por la edad ($p < 0.01$) (valores entre 21.61 y 24.32 μm). y sitio de muestreo ($p < 0.05$), pero sin diferencias por color y comunidad.

4.1.2 Factor de confort

Según ANVA en la tabla 4 del anexo 2; observamos que no existen diferencias significativas en la variación del factor de confort de fibra de alpacas Huacaya en comunidades de la región Apurímac, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ($P \geq 0.05$); mientras, que de acuerdo a la tabla 4 se encontró la variación del factor de confort de la fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad ($P \geq 0.05$);

Tabla 4.
Factor de confort de la fibra en alpacas huacaya blanco según sexo en la región apurímac

Sexo	N	PROMEDIO (%) ± D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	92.36 ^a ± 5.95	6.44	71.32 – 99.11
Machos (1)	40	91.34 ^a ± 5.73	6.3	77.05 – 99.11

^a Letras similares no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

Por los resultados obtenidos, afirmamos que al no ser significativamente diferentes, 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). Arango (2016) en Cerro de Pasco, reportó que en hembras se halló un factor de confort promedio de 90.8% y en machos de 82.03%, que son inferiores a los encontrados en este estudio. 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 (Lupton *et al.*, 2006). Sacchero (2008), 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 y Butler, 2004), 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%. En Corani, Carabaya, Puno, 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.*, 2013). En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de $6,33\% \pm 0,30\%$ que correspondería a un factor de confort de $93,67\%$, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007). Los índices de confort (IC) por sexo fueron de 96.8 y 95.5% en machos y hembras, respectivamente ($p < 0.05$), los cuales corresponden a factores de picazón (FP) o fibras $> 30 \mu\text{m}$ de 3.2 y 4.5% en machos y hembras, respectivamente. El FP implica que si los extremos de las fibras que sobresalen de la superficie de los hilos fueran delgados, estas serían más flexibles y menos probable que provoquen picazón en la piel. El IC del presente estudio fue superior a otros reportes (McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2007, 2013). Según Quispe *et al.* (2013), los consumidores sienten picazón con textiles que contienen más del 5% de fibras mayores de $30 \mu\text{m}$. Nuestros resultados demuestran que en comparación a los obtenidos en Macusani y Huancavelica son menores, y son superiores a los animales estudiados fuera de nuestro país. También Diaz (2014) indicó que el factor de confort en alpacas de Parina 97.43%, Texci 97.19% y Pukacajaja 96.88% ($p > 0.05$); en alpacas hembras 96.90% y en machos 97.44% ($p > 0.05$); mientras que en la raza Huacaya 98.76% y 95.58% en Suri ($p \leq 0.05$).

Tabla 5.

Factor de confort de la fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región Apurímac

Edad	N	PROMEDIO (%) \pm D.E.	CV (%)	V.E.
Boca llena (4)	20	88.01 ^d \pm 5.86	6.66	71.32 – 95.25
4 Dientes (3)	20	92.02 ^{ab} \pm 6.91	7.51	80.45 – 98.55
2 Dientes (2)	20	93.54 ^a \pm 4.07	4.35	80.98 – 99.91
Dientes de leche (1)	20	93.83 ^a \pm 4.53	4.83	84.78 – 99.11

^{ab} Letras diferentes indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Nuestros resultados encontrados son superiores a estudios realizados con animales fuera de nuestro país, por ejemplo en animales de un año mostraron 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% (Lupton *et al.*, 2006). Por otro lado, Arango (2016) en un estudio realizado en Cerro de Pasco, manifiesta que el factor de confort tiende a disminuir con el incremento de la edad, siendo 96.99% en animales DL, 93.92% en 2D, 92.94% en 4D y 82.51% en BLL, estos resultados se asemejan a los nuestros. En el 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 categoría dos, cuatro y seis dientes respectivamente (Ormachea *et al.*, 2013) estos resultados son cercanos a los que hemos reportado. Qusipe *et al.* (2007), indica que el factor de confort por estrato etario fue estadísticamente significativo, siendo menor conforme avanza la edad ($p < 0.05$). Sin embargo, es necesario realizar una corrección por efectos medioambientales, pues el factor nutrición podría estar afectando el factor de confort. Quispe, (2010) también reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre ésta característica. Las variaciones sobre todo medioambientales en las zonas altas de la región Apurímac, son muy variables principalmente por ser Puna seca lo que afecta a las características de la fibra de alpaca, además de no existir un manejo técnico adecuado de los animales, donde no se desarrollan actividades de selección, salvo en algunos criadores pequeños y medianos. Machaca (2017) indica que el FC tuvo diferencias significativas ($p < 0.01$) por efecto de la comunidad y color de la fibra, así como por edad, sexo y sitio de muestreo ($p < 0.05$).

4.1.3 Índice de curvatura

Según ANVA en la tabla 6 del Anexo 3; observamos que no existe diferencias significativas en la variación del índice de curvatura de la

fibra de alpacas huacaya en comunidades de la región Apurímac, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ($P \geq 0.05$); mientras, si encontramos la variación del índice de curvatura de la fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad del animal ($P \leq 0.05$);

Tabla 6.
Índice de curvatura de la fibra en alpacas huacaya blanco según sexo en la región apurímac.

Sexo	N	PROMEDIO (grad./mm) \pm D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	41.00 ^a \pm 9.94	24.24	18.92 – 60.17
Machos (1)	40	40.00 ^a \pm 7.82	19.55	18.92 – 52.58

^a Letras similares no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

En nuestro estudio, hemos encontrado que el sexo no ejerce influencia en el índice de curvatura, calificándola de un índice de curvatura media, donde la curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 grad/mm se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de 40 - 50 grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006). Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra (Fish *et al.*, 1999). En EE.UU. Se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006). En Perú También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 en machos y 54.01 en hembras (Siguayro y Aliaga, 2010). Según Holt (2006), una curvatura menor de 50 grados/mm se describe como curvatura baja; de allí que el índice de curvatura (ICur) encontrado en el presente estudio 41.0 y 40.0 grados/mm en hembras y machos respectivamente correspondería a una fibra con baja cantidad de

rizados según Holt (2006). Estos valores de ICur fueron inferiores a los encontrados por Siguyro (2009). Sin embargo, otros autores reportan valores más bajos, entre 28.0 y 32.2 grados/mm (Liu *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006). Por otro lado, Holt (2006) encuentra valores con un rango más amplio (25 a 60 grados/mm). En el presente trabajo no se encontró efecto del sexo sobre el índice de curvatura. El índice de curvatura en alpacas ha sido estudiado en Perú por Siguyro y Gutiérrez (2010), quienes encuentran valores entre 47.66grad/mm y 54.01grad/mm en alpacas, mientras que Quispe (2010), encuentra una media de 38.8grad/mm. Así también, el IC está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu *et al.*, (2004), Wang *et al.*, (2004), Lupton *et al.*, (2006), McGregor (2006), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8grad/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 contra 25 a 60grad/mm respectivamente (Holt, 2006). Mientras que la lana de ovino tiene mayor índice de curvatura que la fibra de alpaca (Liu *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004), pero menor que la de vicuña (Quispe, 2010). Por otro lado Diaz (2014) reportó que el índice de curvatura obtenido en alpacas Suri 18.14grad/mm y en Huacaya 41.47grad/mm ($p \leq 0.05$).

Tabla 7.

Índice de curvatura de la fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región apurimac

Edad	N	PROMEDIO (deg/mm) ± D.E.	CV (%)	V.E.
Boca llena (4)	20	38.23 ^a ±8.97	23.46	19.47 – 52.58
4 Dientes (3)	20	41.63 ^a ±8.65	20.78	19.47 – 52.58
2 Dientes (2)	20	42.10 ^a ±6.53	15.51	25.54 – 50.25
Dientes de leche (1)	20	40.04 ^a ±9.85	24.6	18.92 – 60.17

^a Letras similares indican que no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

Diferencias significativas por estrato etario solo se aprecian entre DL con 4D y BLL (tabla 6). Al respecto, McGregor (2006) menciona que la edad no afecta el ICur en alpacas Huacaya, pero encuentra diferencias en alpacas Suri. En un estudio realizado en 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 43.43grad/mm, 42.21grad/mm y 41.27grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34grad/mm y 42.26grad/mm en machos (Ormachea *et al.*, 2013). 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 (Ormachea *et al.*, 2013; Holt, 2006; Safley, 2006 y Fish *et al.*, 1999). Por otro lado, Vilcanqui (2008) encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34grad/mm para machos y hembras, respectivamente; también, Marín (2007) reportó para alpacas Huacaya de un año de edad valores de 47.14 y 47.22grad/mm para hembras y machos, respectivamente; no encontrando diferencias entre sexos. Por otro lado Machaca (2017) indica que el IC tuvo diferencias significativas debido a la comunidad ($p < 0.01$), edad, sexo y color ($p < 0.05$), pero no por el sitio de muestreo.

4.1.4 Coeficiente de variabilidad

Según ANVA de la tabla 8 del Anexo 4; observamos que no existe diferencias significativas en la variación del coeficiente de variabilidad de la media del diámetro de fibra de alpacas huacaya en comunidades de la región Apurímac, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ($P \geq 0.05$); mientras que en la tabla 8 tampoco observamos alguna variación del coeficiente de variabilidad de fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad ($P \leq 0.05$);

Tabla 8.
Coeficiente de variabilidad de la fibra en alpacas Huacaya blanco según sexo en la región apurímac.

Sexo	N	PROMEDIO (%) ± D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	24.54 ^a ±2.84	11.57	20.69 – 32.89
Machos (1)	40	25.70 ^a ±2.58	10.04	18.00 – 32.89

^a Letras similares indican que no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no fue afectado por el sexo de las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por McGregor y Butler (2004) y Quispe *et al.* (2009). Al respecto, se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado (McGregor, 2006). Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDF tienen menor resistencia (Mueller, 2000), afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra (Wang *et al.*, 2003). Machaca (2017), manifiesta que el CV(Df) mostró diferencias significativas por efecto de la edad ($p < 0.01$) y por sexo.

Tabla 9.
Coeficiente de variabilidad de la fibra en alpacas Huacaya blanco según edad en la región apurímac

Edad	N	PROMEDIO ± D.E.	CV (%)	V.E.
Boca llena	20	26.83 ^a ±2.62	9.77	20.69 – 32.89
4 Dientes	20	25.46 ^a ±3.24	12.73	20.69 – 32.89
2 Dientes	20	26.15 ^a ±3.02	11.55	18.00 – 30.58
Dientes de leche	20	26.04 ^a ±1.12	4.30	24.08 – 28.25

^a Letras similares indican que no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$)

Del mismo modo, el CVDF no estuvo influenciado por el estrato etario, tal y como lo menciona Quispe *et al.* (2009) en la región de Huancavelica, Perú, aunque con menor variabilidad. Asimismo, los valores son inferiores a otros reportes (Aylan-Parker y McGregor,

2002; Wang *et al.*, 2003; McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006), donde se mencionan valores de CVDF entre 23.5 y 28.1%. Solo McGregor y Butler (2004) encontraron evidencia de que el CVDF disminuye rápidamente hasta los 2 a 3 años, para luego incrementar levemente hasta los 10 años de edad.

4.2. CORRELACIÓN DE VARIABLES

4.2.1 Correlación fenotípica general según sexo

Para este objetivo, hemos procesado los datos obtenidos, determinando las correlaciones que existen entre las variables de estudio; en las tablas 10 y 11 detallamos los valores obtenidos en las correlaciones fenotípicas general entre el diámetro de fibra con el factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas Huacaya:

Tabla 10.

Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en machos

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.20 ^{ns}			
FC	-0.89 ^{***}	-0.42 ^{ns}		
IC	-0.46 ^{ns}	-0.24 ^{ns}	0.42 ^{ns}	

ns= no significativo; *** altamente significativo ($p < 0.001$)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura)

Tabla 11.

Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en hembras

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	-0.06 ^{ns}			
FC	-0.91 ^{***}	-0.14 ^{ns}		
IC	-0.21 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	0.27 ^{ns}	

ns= no significativo; *** altamente significativo ($p < 0.001$)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura)

En estos resultados, por efecto sexo encontramos correlaciones negativas altas entre el diámetro de fibra con el factor de confort con un valor de -0.89 y -0.91 para machos y hembras, respectivamente; Contrastando estos resultados con otros autores, por ejemplo, Diaz (2014), concluye que existió interacción entre el sexo y el grupo de edad para el factor confort. Por otro lado Frank (2012), concluyó que la relación entre el factor picazón y el diámetro promedio de fibra de alpacas se ajusta a una distribución potencial. Para la relación del diámetro promedio de fibra (DF) y el factor picazón (PcF) en alpacas resultó la función: $PcF=56.35*(DF/30)^6$ siendo el factor picazón constante antes de las 22μ (punto de quiebre), luego de este punto aumenta significativamente el cual puede estar influenciado por el sexo, además reporta valores entre diámetro de fibra y factor de confort -0.85871 y correlación en alpacas Suri entre diámetro de fibra y factor de confort -0.88895. También Machaca (2017) y Quispe *et al.* (2009) reportan correlaciones altas entre el diámetro de fibra y factor de confort por efecto sexo.

Por otro lado hemos encontrado una correlación negativa baja entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura con valores de -0.46 y -0.21 para machos y hembras respectivamente, Ormachea *et al.*, (2013), al realizar un estudio con 240 muestras en alpacas Huacaya de color blanco obtuvo valores de -0.4978 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. Por su parte Holt (2006) reportó coeficientes de correlación entre el índice de curvatura y el diámetro de fibra de -0.64 y -0.79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri. Siguyayro y Gutiérrez (2010) reportó la correlación entre estos caracteres, para alpacas machos es negativamente baja de -0.20 y de incidencia no significativa ($p>0.05$), para alpacas hembras negativamente muy baja de -0.14 y de incidencia no significativa ($p>0.05$), asimismo, la correlación para la especie (alpaca) negativamente muy baja de -0.18 y de incidencia no significativa ($p>0.05$). Marín (2007) al correlacionar estos caracteres en alpacas Huacaya de un año de edad, reportó valores los cuales oscilan entre -0.35 y -0.70. Por otro lado, Vilcanqui (2008) al

correlacionar estos caracteres en fibras de vicuñas encontró valores de -0.11 a -0.71. En otro estudio en Puno, Diaz (2014) encontró que la correlación en alpacas Huacaya entre diámetro de fibra e índice de curvatura -0.68133.

4.2.2 Correlación fenotípica general según edad

Para complementar el presente objetivo, hemos obtenido valores que han determinado las correlaciones que existen entre las variables de estudio; en las tablas del 12, 13, 14 y 15 detallamos los valores encontrados de las correlaciones fenotípicas general entre el diámetro de fibra con el factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas Huacaya según la edad del animal, las cuales detallamos a continuación:

Tabla 12.

Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas dientes de leche

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.14 ^{ns}			
FC	-0.93 ^{***}	-0.33 ^{ns}		
IC	-0.34 ^{ns}	-0.44 ^{ns}	0.39 ^{ns}	

ns= no significativo; *** altamente significativo ($p < 0.001$)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura)

Estos resultados demuestran que en alpacas dientes de leche existe una correlación negativa muy alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.93, es decir que hay marcada influencia de la edad (dientes de leche) en el factor de confort con presencia de una mínima cantidad de pelos en el vellón de la alpaca joven.

Tabla 13.

Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas dos dientes

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.02 ^{ns}			
FC	-0.82 ^{***}	-0.46 ^{ns}		
IC	-0.38 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.24 ^{ns}	

ns= no significativo; *** altamente significativo ($p < 0.001$)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura)

Estos resultados demuestran que en alpacas de dos dientes existe una correlación negativa alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.82, es decir que hay influencia de la edad (dos dientes).

Tabla 14.

Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas cuatro dientes

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.24 ^{ns}			
FC	-0.96 ^{***}	-0.41 ^{ns}		
IC	-0.52 ^{**}	-0.08 ^{ns}	0.51 ^{**}	

ns= no significativo; *** altamente significativo ($p < 0.001$), **significativo ($p < 0.01$)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura).

Los resultados demuestran que en alpacas de cuatro dientes existe una correlación negativa muy alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.96, es decir que hay marcada influencia de la edad (cuatro dientes); además existe una correlación negativa moderada entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura con un valor de -0.52.

Tabla 15.

Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas boca llena

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	-0.20 ^{ns}			
FC	-0.89 ^{***}	-0.01 ^{ns}		
IC	-0.08 ^{ns}	-0.32 ^{ns}	0.14 ^{ns}	

ns= no significativo; *** altamente significativo ($p < 0.001$)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura)

Estos resultados muestran que en alpacas adultas (boca llena) existe una correlación negativa alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.89, es decir que hay marcada influencia de la edad (boca llena), lo que demuestra que estos animales cuando fueron más jóvenes tenían un alto factor de confort.

En la discusión y contrastando con otros autores podemos referir que en nuestro estudio hemos encontrado una muy alta correlación negativa entre el diámetro de fibra con el factor de confort, donde en alpacas de 4 dientes es mayor con un valor negativo alto de -0.96, cabe mencionar que también en alpacas de 4 dientes hay una correlación media entre el diámetro de fibra con el índice de curvatura con un valor positivo de 0.52. Los demás valores encontrados son no significativos, destacando lo más importante en este objetivo. Díaz (2014), concluye que la edad tuvo un efecto significativo ($p < 0.01$) sobre el factor confort; además existió interacción entre el sexo y el grupo de edad para el factor confort. Por otro lado Frank (2012), concluyó que la relación entre el factor picazón y el diámetro promedio de fibra de alpacas se ajusta a una distribución potencial. Para la relación del diámetro promedio de fibra (DF) y el factor picazón (PcF) en alpacas resultó la función: $PcF = 56.35 * (DF/30)$ siendo el factor picazón constante antes de las 22μ (punto de quiebre), luego de este punto aumenta significativamente. Machaca (2017), indica que La MDF presentó una alta y negativa correlación con FC ($r = -0.99$) e IC

($r=-0.61$) y la FC presentó una correlación positiva con IC ($r=0.62$). No se encontró una definición clara del sitio apropiado para el muestreo del vellón de alpaca, pero se puede realizar a la edad de 1 año.

Con respecto a cómo afecta el coeficiente de variación (CV) del diámetro promedio de fibra al factor confort, se afirma que es necesario mantener un CV bajo. Si se comparan dos vellones ambos con el mismo diámetro medio de fibra pero con una diferencia de 5% en el coeficiente de variación, el de menor CV se comporta como si fuese 1 micra menor y por lo tanto tiene mayor factor confort. (Machaca, 2017), en nuestro caso hemos encontrado correlaciones negativas muy bajas con el coeficiente de variabilidad, por lo que se cumple la afirmación de que se debe mantener un coeficiente de variabilidad bajo.

CONCLUSIONES

- ✓ Existe diferencia significativa en la variación del diámetro de fibra, factor de confort en alpacas de 2 y 4 dientes por efecto edad ($P \leq 0.05$); por otro lado no se han encontrado diferencias significativas en la variación del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad por efecto sexo y la interacción sexo/edad ($P \geq 0.05$).
- ✓ Existe correlación negativa muy alta entre el diámetro de fibra y factor de confort por efecto sexo y efecto edad en alpacas de 4 dientes; y una correlación negativa alta en las demás edades, además una correlación negativa moderada entre el diámetro de fibra e índice de curvatura en alpacas de cuatro dientes.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de seguimiento de las características fenotípicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri desde los primeros años de vida hasta una edad adulta, para poder determinar el grado de maduración y la influencia que tienen los factores medio ambientales en el desarrollo de la fibra.
- Desarrollar trabajos de investigación referidos a la estimación de las correlaciones genéticas entre índice folicular, diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura, coeficiente de variabilidad, longitud de fibra, finura al hilado y peso de vellón en alpacas; para poder conocer si existe o no independencia de estas variables y de qué manera influyen en la valoración genética del animal.
- Desarrollar trabajos de investigación para determinar la influencia de la alimentación en alpacas de puna húmeda y seca en diferentes condiciones de manejo, sobre las características fenotípicas de la fibra de alpaca.

BIBLIOGRAFÍA

- **Arango S.** (2016). *Variaciones del factor de confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad*. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Agraria La Molina . Lima . Perú
- **Aylan-Parker, J. & McGregor, B. A.** (2002). *Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas*. Small Ruminant Research; 44, 53-64.
- **Antonini, M.** (2010). *Hair follicle characteristics and fibre production in South American Camelids*. Animal; 4:9, 1460-1471.
- **Antonini, M., Gonzales, M. & Valbonesi, A.** (2004). *Relationship between age and posnatal skin follicular development in three types of South American domestic camelids*. Livestock Production Science; 90: 241-246.
- **Braga, W., Leyva, V. & Cochran, R.** (2007). *The effect of altitude on alpaca (Lama pacos) fiber production*. Small Ruminant Research; 68: 323-328.
- **Bryant, F., Florez, A. & Pfister, J.** (1989). *Sheep and alpaca productivity on high andean rangelands in Peru*. J. Anim. Sci., 6:3078-3095.
- **Bustinza, V.** (1979). *“The camelids of South America. The Camelidae; an all Pourse Animal. Proceedings of the Khartoum Workshop on Camels”*. Scandinavian Institute of Africa Studies. Uppsala. Vol. I. 112 -143.
- **Bustinza, V.** (2001). *La alpaca, conocimiento del gran potencial andino*. Universidad. Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 343 pág.
- **Calle, R.** (1982). *Producción y mejoramiento de la alpaca*. Pág. 201 – 224. Lima, Perú.
- **Carpio, M.** (1991). *La fibra de camélidos*. En: Novoa y Flores. Producción de rumiantes menores: Alpacas. Lima, Perú: RERUMEN. p. 297-359.
- **Carpio, M. & Solari, Z.** (1981). *Estudios preliminares sobre folículos pilosos en la piel de la vicuña*. En: Informe de trabajos de

investigación en vicuña. Vol.

I. programa de ovinos camélidos sudamericanos. Serie ciencia y práctica Zootécnica, pp 104 – 136.

- **Carter, H. & Clarke, W.** (1956). *The hair follicle group and skin follicle population of Australian merino sheep*. Aust. J. Agric. Res., Vol. 8, N° 1.
- **Castellaro, G., Garcia-Huidobro, J. & Salinas, P.** (1998). *Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of Chile*. J. Range Manage., 51: 509-513.
- **Chambilla, V.** (1983). Estructura histológica de la piel de llama (lama glama). *Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista*. Puno: Univ. Nac. del altiplano, Puno, Perú.
- **Charry, A.** (1998). *Soft riling skin: is it a watershed for alpaca production*. EFFN News 4: 8-12.
- **Condori, E.** (2009). Evaluación de peso vellón y diámetro de fibra en módulos de alpacas. CONACS – Puno. *Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista*. FMVZ. UNA. Puno. Perú.
- **Copana, C., Rodríguez T., Antonini M., Ayala C., & Martínez Z.** (2000). *Estructura y desarrollo de la población folicular de llamas en crecimiento*. In: Facultad de Agronomía, UMSA, Proyecto SUPREME. Informe final de actividades. La Paz, Bolivia.
- **Cordero, A., Contreras, J., Mayhua, P., Jurado, M., & Castrejón, M.** (2011). *Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya*. Rev. Inv. Vet.; 22 (1): 15-21.
- **Córdova, Z.** (2003). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Quinta edición. Editorial MOSHERA S. R. L. Lima- Perú. Pág. 495.
- **De Los Ríos, E.** (2006). *Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área alto-andina de Bolivia, Ecuador y Perú*. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO). https://www.unido.org/file-storage/download/file_id=58563. [Accesado el 26 de septiembre del 2007].
- **Díaz, J** (2014). *Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla – Carabaya*. Tesis para la obtención del título de

Médico Veterinario y Zootecnista . FMVZ. UNA . Puno . Perú

- **Esteban, L. & Escobar, M.** (2009). Relación entre el índice folicular y diámetro de fibra en alpacas huacaya color blanco en el centro de investigación de camélidos sudamericanos-Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. *Tesis de grado de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica*.Perú.
- **FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación.** (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú*. FAO. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/2914.
- **Franco, F., San Martín, F., Ara, M., Olazábal, L. & Carcelén, F.** (2009). *Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas*. Rev. Inv. Vet. Perú. 20(2): 187-195.
- **Frank, E. & Parisi de Fabro, S.** (1993). *Aspectos morfológicos y variables del grupo folicular en camélidos sudamericanos domésticos*. Actas VII C. I. E. C. S. (separatas).
- **Frank, E., Hick, M., Gauna, C., Lamas, H., Renieri, C. & Antonini, M.** (2006). *Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas)*. Small Rumin. Res., 61:113-129.
- **Franklin, W.** (1982). *Biology, ecology and relationship to man of the South American camelids*. pp. 457-489. in M.A. Mares and H.H.
- **Gaitán, D.** (1967). Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas Huacaya. *Tesis de Ingeniero Zootecnista*, UNA La Molina. Lima Perú.
- **Galal, E.** (1986). *Selection for increased production in multi-purpose sheep and goats*. Small ruminant production in the developing countries. Proc. FAO Animal Production and Health Paper. Rome Italy. Nº. 58.
- **Galbraith, H.** (2010). *Fundamental hair follicle biology and fine fibre production in animals*. Animal; 4:9, 1490-1509.

- **Gamarra, Y.** (2008). Comparación del desarrollo de los folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas Huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas ryegrass-trébol y pastos naturales. *Tesis de grado de la Facultad de Agronomía y Zootecnia*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- **Gutiérrez, J., Goyache, F., Burgos A. & Cervantes, I.** (2009). *Análisis genético de seis rasgos de producción en alpacas Peruanas*. INCATOPS. Arequipa, Perú.
- **Hynd, P. & Master, D.** (2002). *Nutrition and Wool Growth In Sheep Nutrition*. Eds. Freer M. and H. Dove. CAB international 165- 185.
- **Hoffman, E. & Fowler, M.** (1995). *Fiber*. In: The alpaca book.USA: Ed. Clay Press. P. 44-84.
- **Huanca, T., Apaza, N. & Lazo, A.** (2007). *Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa - Puno*. Arch. Latinoamer. Proel Anim.. 15(Supl. 1):480.
- **INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática.** (2012) *IV Censo Nacional Agropecuario 2012.(CENAGRO 2012)*. INEI. Lima. Perú.
- **Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R. & Bruford, M.** (2001). *Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca*. Proc. R. Soc. London. B; 268: 2575-2584.
- **León-Velarde, C. & Guerrero, J.** (2001). *Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies*. <http://inrm.cip.cgiar.org/home/publicat/01cpb023.pdf>. [Accesado el 18 de abril de 2010].
- **Lupton, C., McColl, A. & Stobart, R.** (2006). *Fiber characteristics of the huacaya Alpaca*. Small Ruminant Research; 64: 211-224.
- **Machaca, V.** (2017). *Características de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurimac, Perú*. Rev. Inv. Perú. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>.
- **Manso, C.** (2011). *Determinación de la calidad de la fibra de alpaca*

en Huancavelica (Perú): Validación de los métodos de muestreo y valoración. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra. España.

- **Manso, C., Ramos, H., Quispe, E. & Alfonso, L.** (2012). *Validación de la técnica de muestreo para la estimación de la calidad de la fibra de alpaca en condiciones productivas alto andinas.* Resúmenes y Trabajos del VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos; Arica-Chile.
- **McGregor, B. & Butler, K.** (2004). *Fuentes de variación en los atributos de diámetro de fibra Alpacas australianas y sus implicaciones para la evaluación del vellón y la selección de animales.* Small Ruminant Research.
- **McGregor, B.** (2006). *Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development.* Small Ruminant Research; 61: 93-111.
- **Mc Gregor, B., Ramos, H. & Quispe, E.** (2012). *Variation of fibre production characteristics among sampling sites for Huacaya alpaca fleeces from the High Andes.* Small Ruminant Research.
- **Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E. & Alfonso, L.** (2008). *Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau región of Huancavelica.* Spanish Journal of Agricultural Research.
- **Naylor, G. & Stanton, J.** (1997). *Time of shearing and the diameter characteristics of fibre ends in the processed top: An opportunity for improved skin comfort in garments.* Wool Tech. Sheep Breeding, 45(4): 243-255.
- **Newman, S. & Paterson, D.** (1994). *Efecto del nivel de nutrición y estación en el crecimiento de las fibras en alpacas.* Peq. Rumin. Res., 64: 211 - 224.
- **Norma Técnica Peruana.** (2004). NTP 231.301. *Fibra de Alpaca Clasificada – Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado.* INDECOPI. Perú.
- **Novoa, C.** (2001). *Producción de alpacas y llamas.* XII Reunión Científica Anual – APPA. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima Perú.

- **Novoa, C. & Flores, A.** (2007). *"Producción de Rumiantes Menores: Alpacas"*. Con el auspicio del Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores (SR-CRSP) Convenio Universidad de California, Davis - INIM. Apartado 110097, Lima- Perú.
- **Oria, I., Quicaño, I., Quispe, E., Alfonso, L.** (2009). *Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú*. *Animal Genetic Resources Information*. 45, 79–84.
- **Pacco, C., Calsin, B. & Quispe, J.** (2009). *Diámetro de fibra, número de rizos y porcentaje de pelos en alpacas Huacaya reproductores de plantel del SPAR – Macusani Carabaya*. ALLPAK'A, Revista de Investigación IIPC. FMVZ. UNA. Puno. Perú.
- **Pinazo, R.** (2000). *Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri en el CIP la Raya*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- **Ponzoni, R., et. al.** (1999). *The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas*. Disponible en <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx> [Accesado el 5 de julio del 2013].
- **Paucar, J. & Sedano, E.** (2014). *Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza Huacaya de color blanco*. *Tesis de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela Profesional de Zootecnia*. UNH. Huancavelica, Perú.
- **Quispe, E., Flores, A., Alfonso, L. & Galindo, A.** (2007). *Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas huacaya de color blanco en la región de Huancavelica*. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>. [Accesado el 4 de julio del 2013].
- **Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, L. & Mueller, J.** (2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. *Animal Genetic Resources Information*; 45,1.14.
- **Quispe, E.** (2010). *Estimación del progreso genético bajo un esquema de selección planteado en alpacas (Vicugna pacos) Huacaya en la región alto andina de Huancavelica*. *Tesis para optar el Grado de Ph. D.* Universidad Agraria La Molina Lima, Perú. 160 Pág.

- **Quispe, E., Poma, A. & Purroy, A.** (2013). *Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya*. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias; 7(1): 1-29.
- **Renieri, E., Frank, A., Rosati, M. & Antonini, M.** (2009). *Definición de razas en alpacas y llamas*. Animal Genetic Resources Information, 2009, 45, 45–54. © Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO.
- **Russel, A. & Redden, H.** (1997). *The effect of nutrition on fibre growth in the alpaca*. Anim. Scie., 64: 509-512.
- **Ryder, M. & Stephenson, S.** (1968). *Fleece Variation Owing to Nutritional Change in wool Growth*. Academig Press. London – New York. pp 562-587.
- **Sachero, D.** (2005). *"Utilización de Medidas Objetivas para Determinar Calidad de lanas"*. En: Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas. Bariloche, Argentina. 207-221.
- **Siguayro, R. & Aliaga, J.** (2010). *Comparación de las características físicas de las fibras de llama chaku (lama glama) y alpacas Huacaya (lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno*. Sitio Argentino de Producción Animal.
- **Solís, R.** (1997). *Efecto edad y sexo en el peso vivo y peso vellón grasiento en alpaca Huacaya del centro de productivos en alpacas Suri y Huacaya de la cooperativa comunal Huayllay*. Cerro de Pasco, Perú.
- **Sosa, C.** (2006). *Determinación de receptores para prolactina en células epiteliales de folículos pilosos primarios y secundarios de piel de alpaca (Lama pacos) mediante inmunohistoquímica*. Tesis de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú
- **Turner, H., Hayman, R., Riches, J., Roberts, N. & Wilson, L.,** (1953). *Physical Definition of Sheep and Their Fleece for Breeding and Husbandry Studies*. Divisional Report No. 4 (Series S.W.-2), Division of Animal Health and Production, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Melbourne, Australia, 92 pág.

- **Vallejo, A., Yalta, C. Veli, E. & Cerna, D.** (2012). *Diversidad y estructuración genética de alpacas de color de la región Puno Perú*. VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Arica, Chile. 115.
- **Vásquez, R.** (2015). *Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de apurimac*. Rev. Inv. Vet. Perú. 26 (2): 213- 222.
- **Vidal, O.** (1996). *Selección y clasificación de fibra de alpaca*. Informe técnico 4. Arequipa. Perú.
- **Villarroel, J.** (1963). *Un estudio de la fibra de alpaca*. Anales Científicos Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 1:246–274.
- **Wang, X., Wang, L. & Liu, X.** (2003). *The quality and processing performance of alpaca fibres*. Series RIRDC Publication N° 03/128. Australia: Rural Industries Research and Development Corporation. 118 p.
- **Watts, J.** (1990). *No alpaca should ave two costas*. Australian Alpaca Association Inc. N° 16.28-29pp.
- **Watts, J.** (2008). *Reinventing the Alpaca*. World Alpaca Conference Proceedings, Sydney, Australia, 28-30 March 2008 pp.28-33.
- **Watts, J.** (2017). *Introducción al srs merino y la genética de fibras*. Recuperado de: <https://srsmerino.com.au/introduction-to-srs-merino-and-fibre-genetics-2/>.
- **Wheeler, J.** (2004). "Evolution and Present Situation of the South American camelidae". Biol. J. Linn. Soc. 54:271-295
- **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*. Small Ruminant Research.
- **Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R. & Bruce, G.** (2000). *Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zealand*. Small Ruminant Research, 37: 189-201.

ANEXOS

Anexo 1.

**TESINA: CARACTERISTICAS FENOTIPICAS DE LA FIBRA DE ALPACA
VICTOR RAMOS DE LA RIVA
CARACTERISTICAS DE LA FIBRA - OFDA 2000**

MACHOS				CARACTERISTICAS DE LA FIBRA			
Nº ORDEN	Nº IDENTIFICACION	SEXO	EDAD	DF (um)	CV (%)	CF (%)	IC (deg/mm)
1	A-001	M	2D	20,72	29,44	93,53	45,49
2	A-002	M	2D	24,99	30,58	80,98	38,71
3	A-005	M	BLL	25,24	25,65	83,89	39,59
4	A-006	M	4D	20,75	23,68	96,59	49,03
5	A-008	M	4D	23,79	24,79	89,03	36,35
6	A-014	M	2D	21,8	24,76	93,82	25,54
7	A-015	M	2D	16,54	26,85	98,61	51,3
8	A-018	M	DL	23,3	27,11	88,74	23,51
9	A-019	M	DL	24,83	28,25	84,78	18,92
10	A-023	M	2D	22,4	18	97,09	40,37
11	A-024	M	4D	18,08	25,65	98,55	43,18
12	A-025	M	BLL	19,43	32,89	95,25	24,61
13	A-027	M	4D	23,05	26,73	88,68	37,31
14	A-028	M	4D	20,51	23,34	96,82	36,89
15	A-030	M	2D	16,23	25,64	99,11	40,97
16	A-031	M	4D	20,43	24,92	96,37	47,41
17	A-037	M	DL	18,47	25,09	98	52,78
18	A-038	M	4D	19,06	29,9	96,84	47,74
19	A-039	M	2D	22,66	26,02	92,18	36,81
20	A-040	M	4D	20,82	21,56	97,29	35,47
21	P-002	M	DL	18,88	24,83	97,66	34,97
22	P-005	M	DL	18,61	25,66	97,52	52,58
23	P-009	M	DL	16,76	25,56	98,99	45,3
24	P-011	M	2D	20,61	25,14	96,52	45,78
25	P-012	M	2D	22,58	25,87	92,6	38,35
26	P-013	M	DL	21,58	26,24	92,62	39,21
27	P-016	M	4D	19,47	28,35	95,97	49,78
28	P-020	M	DL	20,27	24,08	96,6	45,34
29	P-022	M	DL	20,87	24,13	95,91	43,66
30	P-023	M	2D	21,81	27,14	93,07	50,25
31	P-025	M	4D	23,14	28,02	87,55	40,79
32	P-026	M	DL	24,53	24,13	86,12	45,84
33	P-030	M	BLL	25,9	29,3	78,77	36,74
34	P-031	M	BLL	26,08	25,28	77,05	34,1
35	P-032	M	BLL	18,77	25,61	98,06	46,94
36	P-033	M	BLL	22,72	26,27	91,13	38,87
37	P-034	M	BLL	22,72	23,26	92,51	44,32
38	P-035	M	BLL	22,03	22,83	95,61	42,36
39	P-036	M	BLL	23,6	26,31	88,55	41,37
40	P-037	M	BLL	22,93	27,7	91,56	38,29



HEMBRAS

41	A-003	H	DL	21,99	26,73	92,1	45,78
42	A-004	H	2D	20,53	26,19	95,25	48,89
43	A-007	H	2D	24,66	20,69	89,26	34,84
44	A-009	H	2D	22,03	27,35	91,91	46,16
45	A-010	H	BLL	17,13	28,92	98,12	54,64
46	A-011	H	BLL	17,25	30,63	97,67	60,17
47	A-012	H	4D	20,72	29,44	93,53	45,49
48	A-013	H	4D	24,99	30,58	80,98	38,71
49	A-016	H	4D	23,92	23,99	88,4	43,83
50	A-017	H	4D	26,86	25,78	71,32	37,07
51	P-020	H	BLL	22,5	25,47	91,88	34,78
52	A-021	H	BLL	25,23	28,6	79,56	26,5
53	P-022	H	BLL	19,96	25,13	96,6	46,7
54	P-026	H	4D	22,59	24,53	92,71	19,99
55	A-029	H	4D	22,06	30,53	89,42	19,47
56	P-032	H	4D	26,13	29,12	80,45	39,55
57	P-033	H	4D	19,43	32,89	95,25	43,18
58	P-034	H	BLL	18,08	25,65	98,55	23,51
59	P-035	H	BLL	19,43	32,89	95,25	18,92
60	P-036	H	BLL	23,05	26,73	88,68	40,37
61	P-001	H	DL	16,23	25,64	99,11	37,31
62	P-037	H	DL	20,43	24,92	96,37	36,89
63	P-031	H	DL	18,47	25,09	98	40,97
64	P-006	H	2D	19,06	29,9	96,84	47,41
65	P-029	H	DL	22,66	26,02	92,18	48,89
66	P-008	H	2D	20,82	21,56	97,29	34,84
67	P-023	H	2D	18,88	24,83	97,66	46,16
68	P-014	H	DL	18,61	25,66	97,52	54,64
69	P-015	H	DL	16,76	25,56	98,99	60,17
70	P-031	H	DL	20,61	25,14	96,52	49,78
71	P-018	H	DL	22,58	25,87	92,6	45,34
72	P-019	H	DL	22,93	27,7	91,56	43,66
73	P-024	H	2D	21,99	26,73	92,1	50,25
74	P-027	H	2D	20,53	26,19	95,25	40,79
75	P-028	H	4D	24,66	20,69	89,26	52,58
76	P-025	H	4D	22,03	27,35	91,91	45,3
77	P-030	H	BLL	18,77	25,61	98,06	45,78
78	P-038	H	2D	22,72	26,27	91,13	38,35
79	P-039	H	2D	22,72	23,26	92,51	39,21
80	P-040	H	BLL	22,03	22,83	95,61	44,3

Leyenda:							
DF:	Diámetro de fibra						
CV:	Coeficiente de variación del diámetro de fibra						
CF:	Factor de confort						
IC:	índice de curvatura						

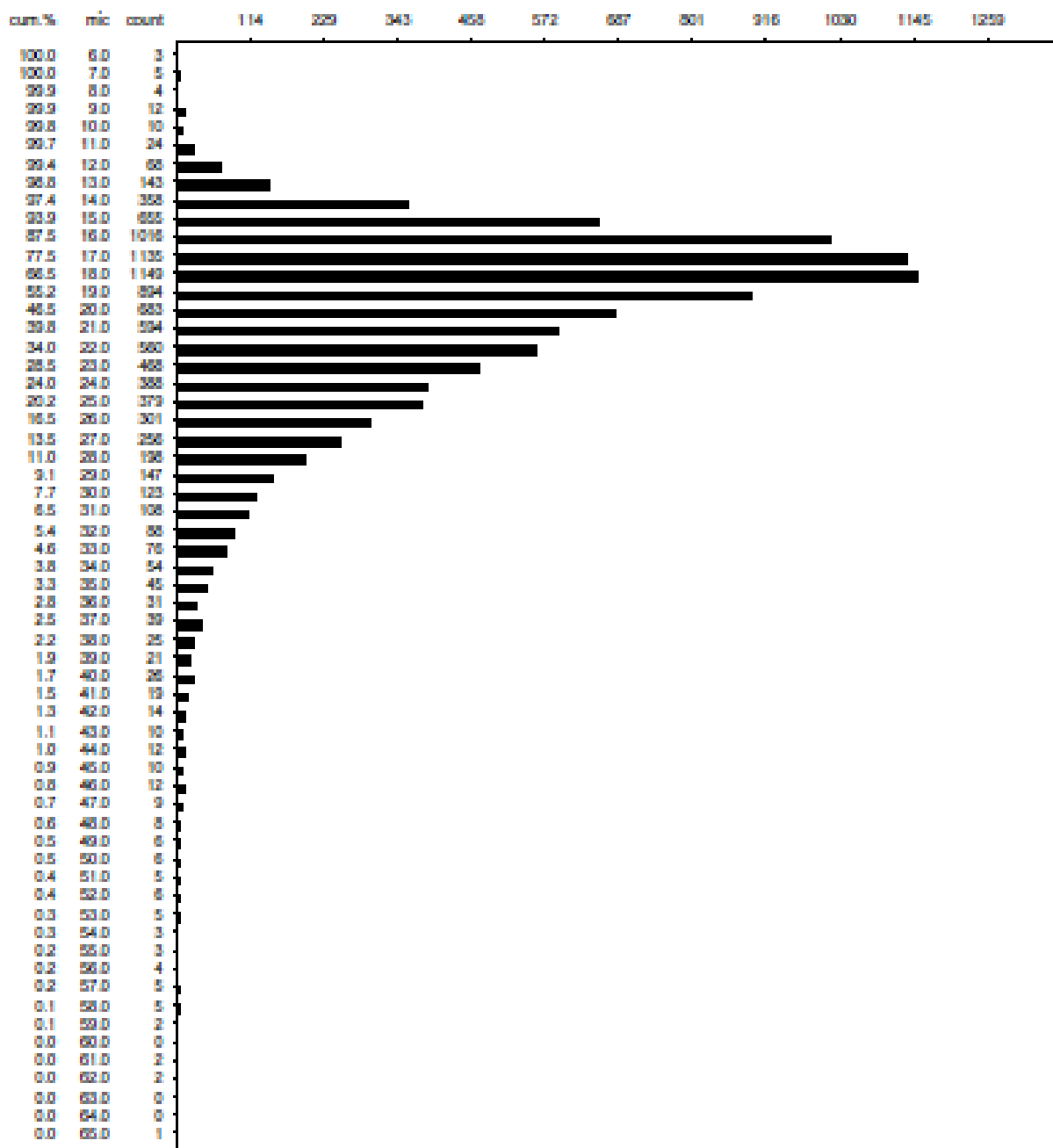


Anexo 2. Histogramas de evaluación de Características de la fibra – OFDA 2000

IVITA-MARANGANI - UNMSM : Diameter Histogram

Date	: 91Aug16	Diam	= 20.72[5.10] um
Sample ID	: 1-P002	CV	= 29.44 %
Description	: Alpacas blancas y suri	CEM	= 11.75 um
Lot/Client	: Abancay Victor Ramos Belardo	CF	= 93.53 %
Operator	: Cahuana	Spin fineness	= 21.85
		Sample size	= 10235

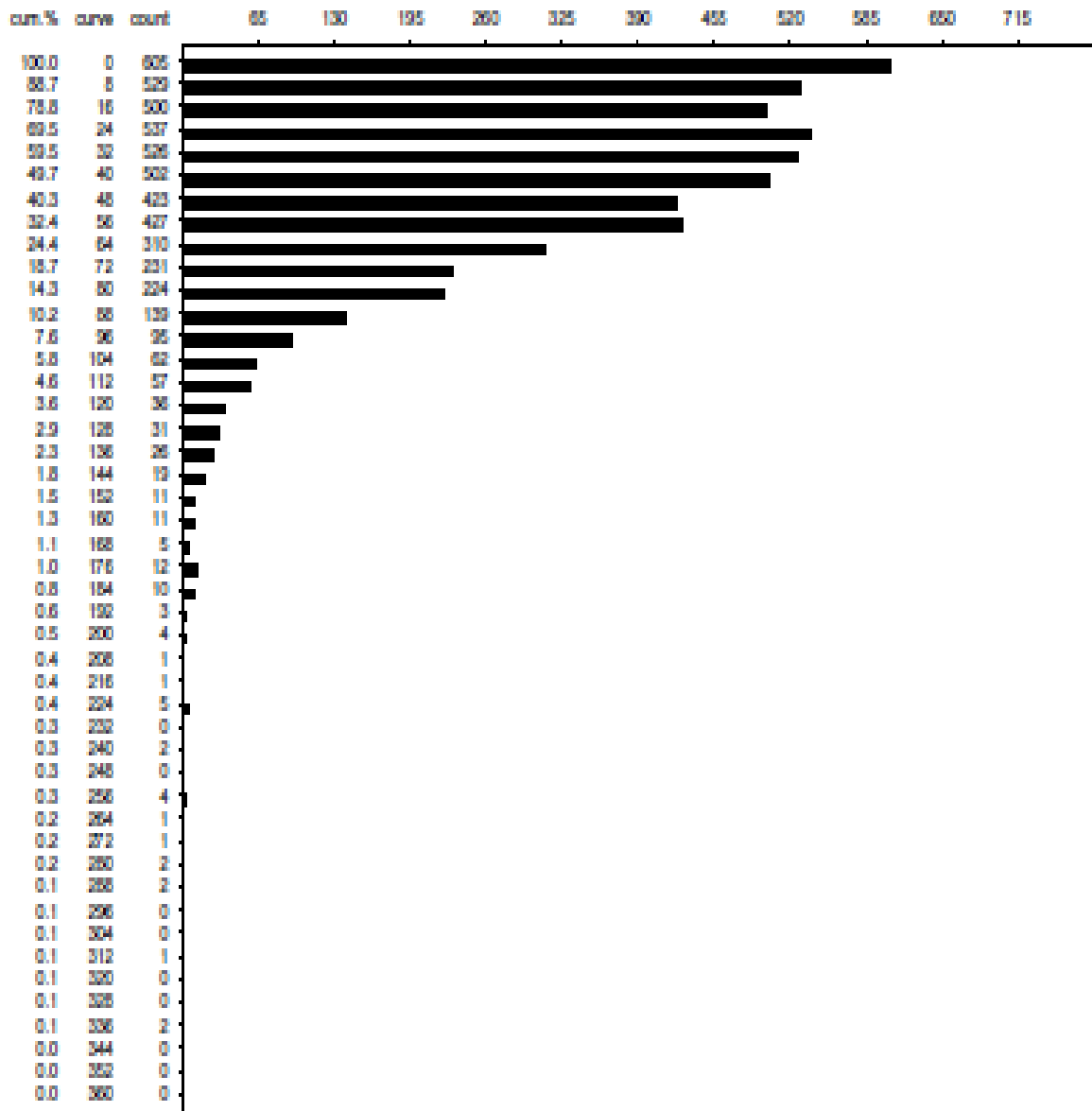
OFDA2138533 Cal: D = 5.2054°WH -2.60
 Filename :



IVITA-MARANGANI - UNMSM : Curve Histogram

Date : 31Aug16 Diam = 20.72[5.10] um
 Sample ID : I-P002 Curva = 45.40[36.91] dag/mm
 Description : Alpacas blancas y suri Sample size = 10235
 Lot/Client : Abancay Victor Ramos Balardo Curva size = 5359
 Operator : Cahuana

OFGA2138-5.33 Cal: D = 5.2054*WH -2.60
 Filename :



Anexo 3. Toma y Procesamiento de muestras



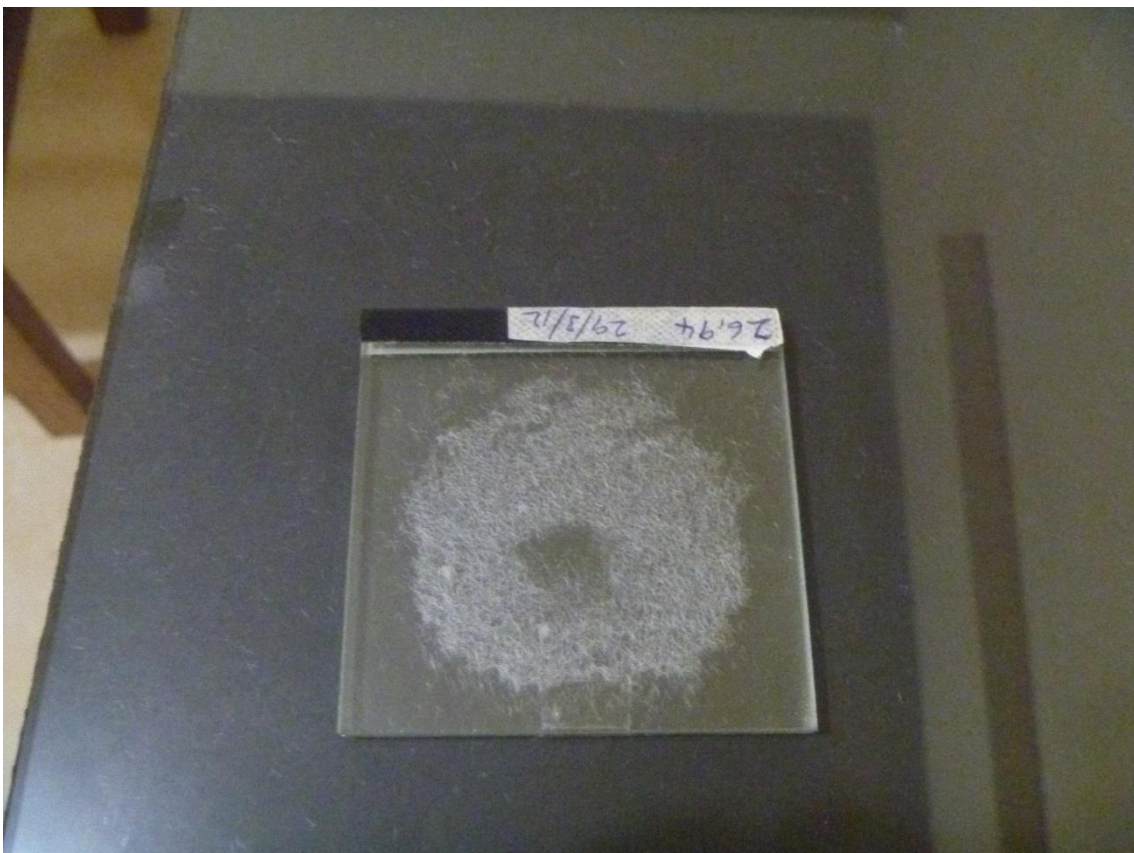
Fotografía 1. Obtención de muestras de fibra



Fotografía 2. Muestra obtenidas de fibra de alpaca



Fotografía 3. Extracción de impurezas de la muestra de fibra de alpaca



Fotografía 4. Batido de la muestra para OFDA 2000



Fotografía 5. Evaluación de la fibra en OFDA 2000



Fotografía 6. IVITA – CIP Marangani, Centro de evaluación de fibra de alpaca OFDA 2000