

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURIMAC**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**



**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DE LA FIBRA DE ALPACA DE RAZA HUACAYA COLOR
BLANCO EN LA COMUNIDAD DE ISCAHUACA,
COTARUSE, APURÍMAC.**

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

Presentado por:

Rutniss Alecy VÁSQUEZ ONZUETA

Abancay - Perú

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC	
CÓDIGO	MFN
T MVZ V 2012	
	BIBLIOTECA CENTRAL
FECHA DE INGRESO:	18 OCT. 2012
Nº DE INGRESO:	00267

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA
FIBRA DE ALPACA DE RAZA HUACAYA COLOR BLANCO EN
LA COMUNIDAD DE ISCAHUACA, COTARUSE, APURÍMAC.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURIMAC**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

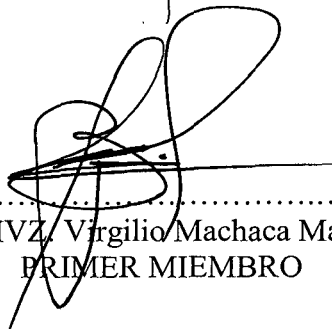
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DE LA FIBRA DE ALPACA DE RAZA HUACAYA COLOR
BLANCO EN LA COMUNIDAD DE ISCAHUACA,
COTARUSE, APURÍMAC.**

Jurado evaluador conformado por:



.....
M.Sc. MVZ. Victor A. Ramos de la Riva
PRESIDENTE



.....
Mag MVZ/ Virgilio Machaca Machaca
PRIMER MIEMBRO



.....
MVZ. Gizely Alva Villavicencio
SEGUNDO MIEMBRO

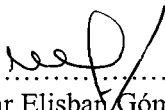
**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURIMAC**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DE LA FIBRA DE ALPACA DE RAZA HUACAYA COLOR
BLANCO EN LA COMUNIDAD DE ISCAHUACA,
COTARUSE, APURÍMAC.**

Asesores:


.....
MVZ. Oscar Elisban Gómez Quispe
ASESOR

.....
PhD. Ing. Edgar Quispe Peña
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme y sostenerme durante todo el tiempo que me queda vivir.

A mí padre; Domingo Vásquez Vargas, por el cariño y comprensión que siempre puso en mí.

A mí querida y estimada madre; Dorotea Onzueta Tambranco, por su eterna amabilidad y afecto incondicional.

A mis hermanos: Bericht, Patrichx, Luz Nerly y Adex por estar siempre brindándome su apoyo y alegría.

Alecy

AGRADECIMIENTOS

- *A mi alma mater la “Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac”, por el financiamiento de esta Investigación, en el IV Concurso de Anteproyecto de Tesis 2011, organizado por la Dirección de Investigación de la UNAMBA.*
- *Al MVZ. Oscar Elisban Gomez Quispe, por ser mi patrocinante durante la ejecución de este trabajo de Investigación.*
- *Al Dr. Edgar Quispe Peña, por la asesoría y facilidades brindadas en el laboratorio de fibras y lanas de la Universidad Nacional de Huancavelica – Peru.*
- *A mis amigas y compañeras, Karina Ccayhuari Aguirre y Amparo Eccoña Sota, quienes me motivaron y apoyaron en los primeros viajes de la investigación.*
- *A cada uno de los docentes que me impartieron los conocimientos básicos en las clases de la Universidad.*
- *A John Kyller, por su apoyo incondicional y motivación en todo el transcurso de la investigación.*
- *A todos mis queridos amigos y compañeros, Katherine, Juan Pablo, Angélica, Judith, Bersia y Vanessa, que siempre me motivaron durante mi formación profesional y para realizar el trabajo de investigación.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

	RESUMEN	v
	SUMMARY	vii
I.	INTRODUCCION	1
II.	MARCO TEORICO	3
	2.1. Distribución de los camélidos sudamericanos	3
	2.2. Importancia de los camélidos sudamericanos	3
	2.3. Generalidades de la fibra de alpaca	4
	2.4. Diámetro de fibra de alpaca	6
	2.5. Longitud de mecha	10
	2.6. Índice de confort	11
	2.7. Índice de curvatura	13
	2.8. Finura al hilado	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
	3.1. Población y muestra	17
	3.2. Materiales	18
	3.3. Metodología	21
	3.4. Análisis estadístico	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
	4.1. OBJETIVO 1: EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO DE FIBRA, LONGITUD DE MECHA, ÍNDICE DE CONFORT, ÍNDICE DE CURVATURA Y FINURA AL HILADO	25
	4.1.1. Diámetro de fibra (DF)	25
	4.1.2. Longitud de mecha (LM)	29
	4.1.3. Índice de confort (IC)	31
	4.1.4. Índice de curvatura (ICur)	34
	4.1.5. Finura al hilado (FinHil)	37
	4.2. OBJETIVO 2: INFLUENCIA DE LONGITUD DE MECHA, INDICE DE CONFORT, INDICE DE CURVATURA Y FINURA AL HILADO SOBRE EL DIÁMETRO DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA	39
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
	5.1. Conclusiones	41
	5.2. Recomendaciones	43
VI.	BIBLIOGRAFIA	44
	ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Reportes del diámetro de fibra en alpacas Huacaya	7
Cuadro 02. Reportes de la longitud de mecha en alpacas Huacaya	11
Cuadro 03. Reportes del Índice de confort de la fibra de alpacas Huacaya	13
Cuadro 04. Reportes del índice de curvatura de fibra en alpacas Huacaya	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Análisis de varianza para diámetro de fibra (DF)	25
Tabla 02. Prueba de Duncan de DF para sexo	25
Tabla 03. Prueba de Duncan de DF para edad	27
Tabla 04. Análisis de varianza para la longitud de mecha (LM)	29
Tabla 05. Prueba de Duncan de LM para sexo	29
Tabla 06. Prueba de Duncan de LM para Edad	30
Tabla 07. Análisis de varianza para el índice de confort (IC)	31
Tabla 08. Prueba de Duncan de IC para sexo	32
Tabla 09. Prueba de Duncan de IC para Edad	33
Tabla 10. Análisis de varianza para el índice de Curvatura (ICur)	34
Tabla 11. Prueba de Duncan de ICur para sexo.	35
Tabla 12. Prueba de Duncan de ICur para Edad	36
Tabla 13. Análisis de varianza para la Finura al Hilado (FinHil)	37
Tabla 14. Prueba de Duncan de FinHil para sexo	37
Tabla 15. Prueba de Duncan de FinHil para edad	38
Tabla 16. Relación del diámetro de fibra y longitud de mecha, índice de confort, índice de curvatura, finura al hilado	39

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en una muestra de 405 alpacas Huacaya de color blanco de la comunidad de Iscahuaca, distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes, región de Apurímac, ubicada entre 3 700 a 5 300 msnm; antes de la esquila se tomaron muestras de fibra de la zona del costillar medio, registrándose el sexo y edad de las alpacas, con el objeto de determinar las características físicas de la fibra de alpaca, como el diámetro de la fibra (DF), longitud de mecha (LM), índice de confort (IC), índice de curvatura (ICur), finura al hilado (FinHil); y la relación de LM, IC, ICur y FinHil con el diámetro de fibra, los cuales fueron determinados con el equipo OFDA 2000.

La media de DF fue 19.60 μ m en machos y 20.12 μ m en hembras, ($p \leq 0.05$). Con relación a la edad se encontró valores de 17.77 μ m, 19.68 μ m, 20.74 μ m y 22.13 μ m para animales DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, ($p \leq 0.01$). Los valores para LM por sexo fueron de 11.72 cm para alpacas machos y 12.18 cm para alpacas hembras, siendo estadísticamente no significativa ($p > 0.05$); en relación a la LM para edad, se obtuvieron valores de 11.80cm, 11.51cm, 11.76cm, y 12.93cm en alpacas DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, ($p \leq 0.01$). La media para IC en machos fue de 96,78 %, con un factor de picazón (FP) de 3,22%, y el IC en hembras de 95,53 %, con un FP de 4,47 %, ($p \leq 0.05$). Se obtuvo valores de 98,74%, 97,21%, 95,17% y 92.26% de IC en animales DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, ($P \leq 0.01$). Por otro lado, la media de ICur para las alpacas hembras fue de 37,14 grad/mm, superior a los machos (36,85 grad/mm), siendo similar entre ellas ($p > 0.05$); Sin embargo el ICur por edad presentó diferencias con valores de

35.81 grad/mm, 36.86 grad/mm, 38.18 grad/mm y 37.61 grad/mm para alpacas DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, ($p \leq 0.05$). El FinHil por sexo fue de 19.12 μm en machos y 19.64 μm en hembras ($p \leq 0.05$); por edad se obtuvieron valores de 17.35 μm , 19.21 μm , 20.22 μm y 21.62 μm para animales DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, ($P \leq 0.01$).

La relación entre diámetro de fibra y la longitud de mecha no existe, en cambio esta variable (DF) está muy relacionado con el índice de confort (-0.987) y la finura al hilado (0.994) y moderadamente relacionado con el índice de curvatura (-0.458).

Palabras clave: Alpaca Huacaya, diámetro de fibra, longitud de mecha, índice de confort, índice de curvatura, finura al hilado.

SUMMARY

This study has been done on 405 white Huacaya animals' alpaca from Iscahuaca community, Cotaruse district, province of Aymaraes in Apurimac region. Located between 3, 700 to 5, 300 meters above sea level. Samples were taken from mid rib area before shearing sex and age of alpaca data were registered in order to determine the physical characteristics of alpaca fiber as: fiber diameter (DF), staple length (LM), comfort index (IC), curvature index (ICur), yarn fineness (FinHil) and the relation of LM, IC, and FinHil ICur with fiber diameter were determined with OFDA equipment 2000.

The mean DF was 19.60 μm in males and 20.12 μm in females ($p \leq 0.05$). Related to age values were found 17.77 μm , 19.68 μm , 20.74 μm and 22.13 μm to animals DL, 2D, 4D and BLL respectively ($p \leq 0.01$). LM values for sex were 11.72 cm for males and 12.18 cm to alpaca females being statistically non significant ($p > 0.05$); according to the LM for age values were 11.80cm, 11.51cm, 11.76cm and 12.93cm in alpacas DL, 2D, 4D and BLL respectively ($p \leq 0.01$). The mean IC in males was 96.78% with an itch factor (PF) of 3.22% and the IC in females 95.53% with a PF of 4.47% ($p \leq 0.05$). We obtained values of 98.74%, 97.21%, 95.17% and 92.26% of IC in animals DL, 2D, 4D and BLL respectively ($P \leq 0.01$). On the other hand, the average at female alpacas ICur was 37.14 deg / mm than males (36.85 deg / mm) Icur media was statistically not different ($p > 0.05$). However, the age ICur values showed differences with 35.81 deg / mm, 36.86 deg / mm, 38.18 deg / mm and 37.61 deg / mm in alpacas DL, 2D, 4D and BLL respectively ($p \leq 0.05$). The FinHil by gender was 19.12

μm males and 19.64 μm in females ($p \leq 0.05$). Age values were 17.35 μm , 19.21 μm , 20.22 μm and 21.62 μm in animals DL, 2D, 4D and BLL respectively ($P \leq 0.01$).

The relation between DF and LM does not exist, however this variable (DF) is related with comfort index (-0.987) and yarn fineness (0.994) and related moderately with curvature index (-0.458).

Keywords: Huacaya Alpaca, fiber diameter, staple length, comfort index, curvature index, yarn fineness.

I. INTRODUCCION

Cerca del 90% de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú (3 005 902 de alpacas), el 80% de la producción de Camélidos Sudamericanos se desarrolla en las regiones andinas (Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile), a nivel del departamento de Apurímac se tiene 222 356 cabezas (MINAG 2006), en la provincia de Aymaraes un total de 40 080 alpacas y en la comunidad de Iscahuaca 8 160 alpacas, los cuales constituyen el principal medio de sustento para muchos productores de escasos recursos (PROREAL 2009). La alpaca está considerada como un producto de interés regional (PEI-GRA 2007-2011).

La calidad de la fibra de alpaca en cuanto a su valor comercial está directamente relacionada a su grado de finura (Michell y Cia 2007). Sin embargo en rebaños de alpacas de las comunidades, dicha condición no se cumple, situación que va en desmerito de su valor en el mercado nacional e internacional (Quispe *et al.* 2009).

El aprovechamiento de la fibra de alpaca en nuestra región de Apurímac, es todavía limitado pero potencialmente con capacidad de exportación (PERX-GRA 2006). Proveen carne, leche, fibra, energía de transporte, guano y, además, son un elemento importante de la identidad cultural en nuestros pueblos. Ésta ventaja comparativa es el reto que nuestro país encara, como el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria que afecta a las comunidades campesinas que viven de la crianza de estas especies.

Los resultados permiten conocer el grado de avance de la calidad de fibra de alpaca y así, establecer las bases para la implementación de adecuados programas de

mejoramiento genético que permita mejorar la producción y productividad y por lo tanto elevar el nivel de vida del productor alto andino.

La comunidad de Iscahuaca al igual que otras, no cuenta con información acerca de las características físicas de la fibra de alpaca, haciendo que toda política o acción destinada a mejorar la producción y productividad de alpacas se realicen con limitaciones, lo que conlleva a bajos ingresos económicos de los productores alpaqueros.

El presente estudio se ha realizado con el propósito de determinar las características físicas de la fibra de alpaca de raza Huacaya color blanco en la comunidad de Iscahuaca según, sexo y edad; para ello ha sido necesario evaluar el diámetro de fibra (DF), longitud de mecha (LM), índice de confort (IC), índice de curvatura (ICur) y finura al hilado (FinHil), según sexo y edad; y la relación de la LM, IC, ICur y FinHil con el diámetro de fibra en alpacas de raza Huacaya color blanco en la comunidad de Iscahuaca, distrito de Cotarure, provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac.

II. MARCO TEORICO

2.1. Distribución de los camélidos sudamericanos

Las alpacas habitan la zona alto andina, por encima de 3 000 msnm, en Perú, Bolivia, Argentina y Chile; éstos ambientes incluyen mesetas (altiplano) y laderas cordilleras con alta incidencia de heladas y precaria disponibilidad de agua. Las alpacas y llamas fueron llevadas a otros países, donde son criadas en condiciones más favorables que las de su ambiente de origen, para servir como mascotas o producir fibra; por ejemplo se tiene en los Estados Unidos (120 000 ejemplares), Australia (100 000 ejemplares), Canadá, Nueva Zelanda y algunos países europeos (Lupton *et al.* 2006).

2.2. Importancia de los camélidos sudamericanos

Los camélidos sudamericanos domésticos, a veces en asociación con ovinos, constituyen el principal medio de utilización productiva de extensas áreas de pastos naturales en las zonas alto andinas donde no es posible la agricultura y la crianza exitosa de otras especies de animales domésticos. Convierten con eficiencia la vegetación nativa de estos ambientes en carne y fibras de alta calidad, además sus pieles y cueros tienen múltiples usos industriales y artesanales (Iñiguez LC y Alem R 1996).

Al menos un millón y medio de personas se dedican a la crianza de camélidos en la región alto andina del Perú. Las áreas productoras de camélidos sudamericanos en el Perú incluyen las provincias con mayor pobreza y marginalización; sin embargo, esta producción aun no representa una vía directa para reducir la pobreza y la marginalización de sus productores, a pesar de la demanda incrementada por los productos de esta especie. Lo anterior refleja un contexto de producción complejo, afectado por la limitada

disponibilidad y el uso no conservativo de los recursos naturales que determinan baja productividad de los rebaños de alpacas, pequeñas escalas de producción y una débil integración de las cadenas productivas con las del mercado (De Los Ríos E 2006). Las poblaciones alto-andinas de Argentina y Chile no escapan a las características observadas en Perú y Bolivia (UNEP/CA 1997).

2.3. Generalidades de la fibra de alpaca

2.3.1. Producción

La principal característica productiva y económica de la alpaca es la fibra, que actualmente se caracteriza en el extranjero como una fibra exótica y sus características textiles de calidad hacen que tenga un precio mayor frente a la lana de ovino en el mercado mundial. Las fibras de los camélidos, son denominadas "fibras especiales" al igual que otros fibras animales como la Cashemire, Mohair, fibra de Yak y Musk Ox, fibra de Camellos, entre otras. El Perú, se constituye como el principal productor de fibra de alpaca cuya producción alcanza las 3,400 toneladas anuales representando el 80% de la producción mundial, del cual un 90% está orientado hacia el mercado internacional (Contreras A 2009). La producción regional de fibra de alpaca es de 375 toneladas, lo que representa 6% de la producción nacional. El rendimiento varía entre las 3 a 6 libras/cabeza/año según el nivel de tecnología de los sistemas de producción. Sin embargo estos índices productivos son bajos, como consecuencia de las inadecuadas técnicas de manejo de pastos y manejo sanitario. Los criadores de alpaca solo entregan la fibra en bruto, sin procesos de selección, peinado o cardado. Un total de 375 toneladas de fibra, con un potencial de crecimiento de 30% anual con la asistencia de crianza, capacitación en la selección de la fibra, corte y cardado de la misma (PERX-GRA 2006).

2.3.2. Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya

La fibra de alpaca está considerada por la industria textil como fibra especial ya que es flexible y suave al tacto, poco inflamable, de bajo afieltramiento y poco alergénica. 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. Los rendimientos en limpio de los vellones de alpaca son altos (87% a 95%), lo cual permite un procesamiento industrial menos dispendioso. La fibra de alpaca y vicuña comparten características de suavidad y exhiben alta resistencia a la tracción (con valores mayores a 40 N/ktex), una condición importante en el proceso industrial. La capacidad de estas fibras de absorber humedad ambiental es baja (máximo 10 a 15%) y por ello no afecta su aspecto. También permiten mantener la temperatura corporal ya que contienen “bolsillos” microscópicos de aire en la medula que posibilitan que los artículos confeccionados con alpaca puedan ser usados en un amplio rango de climas (Quispe *et al.* 2009).

La estructura de la fibra de alpaca, la hace muy suave al tacto, pudiéndose comparar con una lana de 3 a 4 micrones más fina y tiene un bajo poder de higroscopicidad, que le permite absorber la humedad ambiental, no afectando su aspecto, la otra particularidad de la fibra es la longitud, compresión y por su gran resistencia a la tracción, obteniendo mejores resultados siendo tres veces mayor que la lana de ovino, y frente a otras fibras animales, lo cual es muy importante para los procesos textiles. Por otro lado, es importante señalar, que la fibra de alpaca por más que esté en contacto con el fuego no se combustiona muy fácilmente. Finalmente podemos mencionar que la fibra de alpaca tiene una menor tendencia al afieltramiento, a pesar que se encuentra en condiciones adecuadas de humedad y presión, en comparación a la lana y otras fibras animales (Contreras A 2009).

2.4. Diámetro de fibra de alpaca

El diámetro de la fibra es una de las características físicas más importantes en la clasificación de la fibra, el cual podría determinar el precio de la fibra en el mercado. La comercialización generalmente se realiza por peso de vellón; sin embargo existen empresas privadas que otorgan incentivos por finura de vellón. No obstante, la medición del diámetro de la fibra representa un problema de costos y de accesibilidad a los métodos existentes, especialmente para los pequeños productores (McColl A 2004).

El vellón de la alpaca es el producto máspreciado del animal, el mismo que está constituido por fibras finas y gruesas. La fibra fina se encuentra en la parte del lomo y los flancos del animal; mientras que las fibras gruesas se concentran, mayormente, en la región pectoral, extremidades y cara (Villarroel J 1983). Para la evaluación, las muestras de la fibra se toman de la zona media a la altura de la décima costilla, debido a que es la zona más representativa para medir la media del diámetro de fibra de alpaca (Aylan-Parker J y McGregor BA 2002). El diámetro de la fibra de alpaca oscila entre 18 y 33 μm , dependiendo a qué parte del cuerpo corresponde y a la edad del animal esquilado. La finura promedio está en el orden del 26.8 a 27.7 μm (Villarroel J 1983). Por otro lado Rogers G (2006) menciona que alpacas jóvenes producen fibras más finas que los adultos. Castellaro *et al.* (1998), Wuliji *et al.* (2000), McGregor BA (2006) y Lupton *et al.* (2006) mencionan que a medida que se incrementa la edad de las alpacas, se incrementa el peso del vellón. Así mismo, Wuliji *et al.* (2000), McGregor BA y Butler KL (2004) y Quispe *et al.* (2009) sustentan que también el diámetro se incrementa; es así que, alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que los animales adultos, lo cual se debería al incremento de la superficie corporal (León-Velarde CU y Guerrero J 2001, Frank *et al.* 2006).

Cuadro 01. Reportes del diámetro de fibra en alpacas Huacaya.

País/Departamento	Alpaca Huacaya	Diámetro de fibra (μm)	Autor
USA	Hembras	26.7	Lupton <i>et al.</i> (2006).
	Machos	27.1	
	DL	24.3	
	2D	26.5	
	4D	30.1	
Australia	10% de alpacas	24	McGregor BA (2006).
	50% de alpacas	29.9	
	Prom. (sexo y edad)	29 23.4 - 27.3 27.5 \pm 4.6	McGregor BA y Butler KL (2004). Ponzoni RW (2000). Aylan-Parker J y McGregor BA (2002).
Nueva Zelanda	Hembras	27.2	Wuliji <i>et al.</i> (2000).
	Machos	28.8	
	DL	26.4 \pm 0.4	
	2D	30.5 \pm 0.9	
	4D	31.3 \pm 1.7	
Perú - Huancavelica	Prom. (sexo y edad)	22,7 21.59	Montes <i>et al.</i> (2008). Quispe <i>et al.</i> (2007).
	2D	24.62	Huamaní R y González C (2004).
	4D	25.57	
	BLL	26.74	
Perú - Puno	Machos	27.47	Encinas M (2009)
	Hembras	27.78	
	DL	21.64	
	2D	24.90	
	4D	30.68	
	BLL	33.28	
	Machos	17.86	
	Hembras	18.23	
	Machos	22.47	Huanca <i>et al.</i> (2007).
	Hembras	22.83	
	DL	22.91	Mamani A (2006).
	BLL	29.11	
	DL	20.08	Carrasco J (2009).
BLL	23.33		
Prom. (sexo y edad)	21.74 \pm 4.01 26.8 - 27.7 23.70 \pm 4.26 22.82	Gonzales <i>et al.</i> (2008). Villarroel J (1983). Cervantes <i>et al.</i> (2010). Morante <i>et al.</i> (2009).	
Perú - Cusco	Prom. (sexo y edad)	24.84	Cisneros H (2009).
	DL	20.8 \pm 1.9	Badajoz <i>et al.</i> (2008).
Perú - Arequipa	DL	19.51 \pm 1.56	Antonini <i>et al.</i> (2005)

En el cuadro 01, se observa los reportes del diámetro de fibra de alpaca Huacaya en donde, en muestras de vellón de alpacas Huacaya provenientes de USA, se encontró valores de diámetro de fibra de 26.7 μm en hembras y 27.1 μm en machos igualmente 24.3 μm en animales DL, 26.5 μm 2D y 30.1 μm para 4D (Lupton *et al.* 2006).

En Australia, en alpacas Huacaya de 2D a BLL de ambos sexos, se encontró que el promedio de finura de fibra en el 10% de alpacas Huacaya, presentan una media de 24 μm y en más del 50% están sobre los 29.9 μm (McGregor BA 2006). Así mismo al realizar estudios sobre fuentes de variación en diámetro de fibra encontraron promedios de 29 μm con un coeficiente de variación de 24.33% (McGregor BA y Butler KL 2004). Se encontró promedios de diámetro de fibra de 25.7 μm con un rango de 23.4 - 27.3 μm en muestras de vellón provenientes de alpacas Huacaya Australianas (Ponzoni RW 2000). En Nueva Zelanda, se obtuvo promedios de DF de 28.8 μm y 27.2 μm para alpacas machos y hembras y de 26.4 \pm 0.4, 30.5 \pm 0.9 y 31.3 \pm 1.7 μm en alpacas DL, 2D y 4D, respectivamente (Wuliji *et al.* 2000). También reportaron un promedio de diámetro de fibra de 27.5 \pm 4.6 μm (Aylan-Parker J y McGregor BA 2002).

En animales selectos de Perú, reportaron promedios de diámetro de fibra en alpacas Huacaya de 23.70 \pm 4.26 y 22.82 μm (Cervantes *et al.* 2010, Morante *et al.* 2009).

En la región de Huancavelica se describió sobre la calidad de la fibra de alpacas Huacaya, el diámetro fue de 22,7 μm , variando con el sexo y la edad. Los machos mostraron tener una fibra más fina que las hembras, en contraste con los resultados de otros estudios, aunque puede deberse a que proceden de rebaños seleccionados de Puno y Cusco (Montes *et al.* 2008). Por otro lado, en la misma región, encontraron un DF de 21.59 μm , lo cual es menor a los valores referidos para la raza Huacaya dentro y fuera de la

zona, lo que podría indicar el buen potencial genético de estos animales. Se encontraron variaciones de DF por efecto de sexo y edad, de modo que hembras y animales jóvenes tienen fibras más finas que los machos y animales adultos (Quispe *et al.* 2007). Se obtuvo diámetros de fibra de 24.62 μm , 25.57 μm y 26.74 μm para animales 2D, 4D y BLL respectivamente (Huamaní R y González C 2004).

En Puno los valores promedio encontrados para alpacas machos y hembras fueron 17.86 μm y 18.23 μm , respectivamente (Siguayro P y Aliaga L 2010). Así mismo, al realizar una evaluación de 206 muestras de fibra de alpacas encontraron valores promedio de diámetro de las fibras de $21.74 \pm 3.03 \mu\text{m}$, $21.64 \pm 3.58 \mu\text{m}$ y $21.74 \pm 4.01 \mu\text{m}$ según los métodos DIFDA, Lanámetro y OFDA, respectivamente, sin haber diferencia significativa entre ellos (Gonzales *et al.* 2008). También se obtuvo valores de 22.47 μm y 22.83 μm de diámetro de fibra para alpacas machos y hembras, respectivamente (Huanca *et al.* 2007). Por otro lado Mamani A (2006) indica que el diámetro de alpacas DL es menor (22.91 μm) frente a alpacas boca llena (29.11 μm). Carrasco J (2009) obtuvo diámetros de fibra de 20.08 μm y 23.33 μm para alpacas DL y BLL respectivamente. Así mismo, Encinas M (2009) indica un DF de 27.47 μm en alpacas machos y 27.78 μm en alpacas hembras, en animales DL, 2D, 4D y BLL encontró un DF de 21.64 μm , 24.90 μm , 30.68 μm y 33.28 μm , respectivamente ($P \leq 0.01$).

En Cusco, Cisneros H (2009) indica de 24.84 μm en alpacas Huacaya; así como Badajoz *et al.* (2008) encontró un DF de $20.8 \pm 1.9 \mu\text{m}$, para animales DL.

En Arequipa, Antonini *et al.* (2005) obtuvo un DF de $19.51 \pm 1.56 \mu\text{m}$, para animales dientes de leche (DL).

Bustinza V (2001) menciona que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpaca, y los animales jóvenes tienen diámetros de fibra inferiores que animales adultos. Valdivia V (2009) comprobó que el porcentaje de alpacas con vellón grueso y según la edad incrementan significativamente ($p < 0.01$) a partir de los cuatro años de edad; inversamente, disminuye el porcentaje de alpacas con vellón fino siendo significativamente menor ($p < 0.01$) cuando es mayor de cuatro años. No obstante, animales DL y 2D fueron significativamente mayores.

2.5. Longitud de mecha

La longitud de mecha (LM) es el largo de un conjunto de fibras, que tienen un año de crecimiento de una esquila a otra. Este factor determina a cual sección de la industria será destinada la fibra, ya sea al peinado o cardado (Siguayro P y Aliaga L 2010).

En el cuadro 02, se observa los reportes de la longitud de mecha en alpacas Huacaya, en donde, en la región de Puno reportaron longitudes de mecha de 10.44 cm en alpacas Huacaya machos y 10.22 cm en alpacas Huacaya hembras (Siguayro P y Aliaga L 2010). En Huancavelica, se encontró un promedio de 11.5 cm de longitud de mecha en alpacas de raza Huacaya (Quispe E 2010). Por un lado, se obtuvo valores de 12.38 y 12.75 cm en alpacas machos y hembras, respectivamente (Marín E 2007). Así mismo, Zanabria J (1989) encontró 11.23 cm de longitud de mecha en alpacas Huacaya DL y 9.36 cm para alpacas de 2D.

Por otro lado, Espezúa N (1989) obtuvo longitudes de mecha de 7.05 cm, 9.32 cm, 11.10 cm y 9.73 cm en animales DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente; y Encinas M (2009) indica longitudes de mecha de de 9.28 cm en alpacas machos y 9.35 en alpacas hembras y según edad de 11.46 cm, 9.74 cm, 8.28 cm y 7.78 cm, en alpacas Huacaya DL, 2D, 4D y

BLL ($P \leq 0.01$). También, Pinazo R (2000) encontró valores de 12.71 cm para alpacas DL y 10.15 cm en alpacas BLL. En otros estudios de longitud de mecha, en el Perú (Condorena N 1985; mencionado por Frank *et al.* 2006) ha reportado 12.6 cm para alpaca Huacaya.

Cuadro 02. Reportes de la longitud de mecha en alpacas Huacaya.

País/Departamento	Alpaca Huacaya	Longitud de mecha (cm)	Autor
Perú - Puno	Machos	10.44	Siguayro P y Aliaga L (2010).
	Hembras	10.22	
	Machos	9.28	Encinas M (2009).
	Hembras	9.35	
	DL	11.46	
	2D	9.74	
	4D	8.28	
	BLL	7.78	
	DL	11.23	
	2D	9.36	
	DL	7.05	Espezúa N (1989).
	2D	9.32	
	4D	11.10	
BLL	9.73		
	Prom. (sexo y edad)	12.6	Condorena N (1985) mencionado por Frank <i>et al.</i> (2006).
Perú - Huancavelica	Prom. (sexo y edad)	11.5	Quispe E (2010).
	Machos	12.38	Marín E (2007).
	Hembras	12.75	
Perú - Cusco	DL	12.71	Pinazo R (2000).
	BLL	10.15	

2.6. Índice de confort

El índice de confort (IC) se define como el porcentaje de las fibras de alpacas, menores que 30 micrones y se conoce también como *factor de comodidad*. Mientras que el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). El IC y el FP son parámetros que valoran la unión de las variables que intervienen en los

intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Contreras A 2009).

Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces muchos consumidores encontrarán el vestido que puedan usar no confortable para su uso por el picazón que sienten en la piel (McLennan N y Lewer R 2005). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras el confort es mayor (Sacchero D 2008).

En el momento del uso de las prendas, los terminales de la fibra emergen hacia la superficie y presionan contra la piel. La fuerza que el terminal de la fibra puede aplicar sobre la piel antes de flexionarse es altamente dependiente de su diámetro y longitud de emergencia. Encima de la fuerza crítica (100 mg) los nervios terminales que se encuentran situados justo debajo de la piel son provocados. Cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera usualmente llamado picazón (Naylor GRS y Stanton J 1997). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras el confort es mayor (Quispe E 2010).

En el cuadro 03, se aprecia los reportes del índice de confort de alpacas Huacaya, donde, en alpacas criadas en Australia, se obtuvo un factor de picazón de 44.42 % y un índice de confort de 55.58 % (McGregor BA y Butler KL 2004); también, en un estudio realizado en alpacas al sur de Australia, exponen un un índice de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.* 2006). Mientras que, en alpacas Huacaya criados en EEUU, con una muestra representativa de 585 animales, se encontró un índice de confort de 68.39 ± 25.05 % (Lupton *et al.* 2006).

Cuadro 03. Reportes del Índice de confort de la fibra de alpacas Huacaya.

País/Departamento	Alpaca Huacaya	Índice de confort (%)	Autor
Australia	Prom. (sexo y edad)	75.49 55.58	Ponzoni <i>et al.</i> (2006). McGregor BA y Butler KL (2004).
USA	Prom. (sexo y edad)	68.39 ±25.05	Lupton <i>et al.</i> (2006).
Perú - Huancavelica	Prom. (sexo y edad)	93,67	Quispe <i>et al.</i> (2007).

En 544 muestras de vellón de alpaca Huacaya de color blanco, de la región de Huancavelica 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 de acuerdo a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.* 2007).

2.7. Índice de curvatura

El índice de curvatura de la fibra es una característica textil adicional que es utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras. Esta propiedad, que es pertinente a todas las fibras textiles, ha sido 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).

En alpacas, se reportó correlaciones entre el índice de curvatura [expresado en grados / milímetro ($^{\circ}/\text{mm}$)] y diámetro de fibra (expresado en μm) de 0.64 y 0.79 para muestras de fibra de la raza Huacaya y Suri, y entre frecuencia de rizo y diámetro de 0.44, demostrando la ventaja que tiene el índice de curvatura frente a la frecuencia de rizos, cuando se quiere evaluar el diámetro de la fibra. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 50 grad/mm se describe como curvatura baja, sí la curvatura se encuentra en un rango de 60 y 90 grad/mm se le

considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 100 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt C 2006).

Las fibras con baja frecuencia de curvaturas o rizos y alta definición de rizo dan Hauters más grandes en los tops (Hansford KA 1996). Los mechones con rizos definidos pobremente podrían producir incrementados enredos de fibra durante el desgrasado; y si la lana se encuentra muy enredada, podrían ocurrir mayores roturas de fibras en el proceso del cardado y peinado produciendo un rendimiento inferior.

Para las fibras superfinas, una menor frecuencia de rizos en la fibra da lugar a una mayor uniformidad de hilados y menor número de terminales salientes en la hilatura (Wang *et al.* 2004). Mike S (2006) demostró que para diferentes especies, el grado de curvatura es mayor cuando menor es el diámetro de fibra.

Cuadro 04. Reportes del índice de curvatura de fibra en alpacas Huacaya.

País/Departamento	Alpaca Huacaya	Índice de Curvatura (grad/mm)	Autor
Australia	Prom. (sexo y edad)	32.2	McGregor BA (2006).
USA	Prom. (sexo y edad)	32.5	Lupton <i>et al.</i> (2006).
Nueva Zelanda	Prom. (sexo y edad)	28.0 32.0,	Liu <i>et al.</i> (2004). Wang <i>et al.</i> (2004).
Perú - Puno	Machos Hembras	54.70 54.01	Siguayro P y Aliaga L (2010).
Perú - Huancavelica	Machos Hembras	47.22 47.14	Marín E (2007).

El índice de curvatura en alpacas Huacaya (cuadro 04) ha sido bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, donde

encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5 y 32.2 grad/mm, respectivamente (Liu *et al.* 2004, Wang *et al.* 2004, Lupton *et al.* 2006, McGregor BA 2006). Comparativamente, al parecer la fibra de alpaca Suri tienen menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 grad/mm contra 25 a 60 grad/mm respectivamente (Holt C 2006). 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 *et al.* 2010). En Australia, se encontró que en alpacas Huacaya la edad no afecta la curvatura, pero en Suris la curvatura de la fibra fue el doble de los registrados para edades de dos o más años (McGregor BA 2006).

En la región de Puno, encontraron valores entre 54.70 grad/mm y 54.01 grad/mm en alpacas Huacaya machos y hembras respectivamente, éstos resultados guardan cierta relación con el número de rizos por centímetro encontrados, es decir, cuanto mayor es el número de rizos también incrementa el grado de curvatura de la fibra; sin embargo, al relacionar estos resultados de curvatura con sus diámetros de fibra, no guardan correspondencia. En relación al efecto del sexo sobre la curvatura de fibra, no encontraron diferencias (Siguayro P y Aliaga L 2010). Por otro lado, se reportó promedios de 47.14 grad/mm en alpacas hembras y 47.22 grad/mm en machos, no encontrando diferencias entre sexos (Marín E 2007).

2.8. Finura al hilado

Es expresada en μm , denominado en inglés “spinning fineness”, es un estimado del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra y el coeficiente de variación. La teoría original viene de Martindale J (1945), citado por Quispe E (2010) que fue analizada y planteada por Anderson S (1976), citado por Quispe E (2010) como “effective fineness”, y

que posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado, es una característica fuertemente heredable (Butler KL, Dolling M 1992). La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (Lupton *et al.* 2006).

Anderson S (1976), llamó a la expresión: $F_e = MDF * \sqrt{1 + 5 * (CV_{MDF} / 100^2)}$, *finura efectiva* (Effective Fineness) y lo usó con el objetivo de demostrar la influencia de los cambios de la MDF (media del diámetro de fibra) y el CV_{MDF} (coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra) sobre la uniformidad de los hilados. Dos tops con diferentes MDF y CV_{MDF} pueden generar hilados de la misma uniformidad si sus finuras efectivas tienen el mismo valor al utilizar la fórmula descrita anteriormente. Por ejemplo una top con MDF y CV_{MDF} de 21.5 µm y 20.0% respectivamente, produce un hilado uniforme que otro top con MDF y CV_{MDF} de 20.2 y 27% respectivamente (De Groot G 1995).

Como la *finura efectiva* sólo depende de la MDF y del CV_{MDF} puede ser en función a esas cantidades. Una dificultad con su uso es que resulta difícil conciliar con la MDF porque la *finura efectiva* es siempre numéricamente mayor que la MDF, sin embargo esto puede corregirse normalizando la finura efectiva, resultando así la fórmula: $F \approx 0.881 * MDF * \sqrt{1 + 5 * (CV_{MDF} / 100^2)}$. En la región de Huancavelica, al evaluar las características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya, encontró un promedio de 20.90 ± 0.40 µm de finura al hilado (Quispe E 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. Características y delimitación de la población

La investigación se delimitó al estudio de las características de la fibra de alpacas de raza Huacaya color blanco, según sexo y edad.

3.1.2. Ubicación espacio – temporal

La investigación se realizó en el departamento de Apurímac, provincia de Aymaraes, distrito de Cotaruse, comunidad de Iscahuaca, localizada geográficamente en la puna seca a una altitud entre 3 700 a 5 300 msnm. La comunidad cuenta con 8 160 alpacas distribuidas entre los productores alpaqueros (PROREAL 2009). El número de productores alpaqueros fue 17, distribuidos en los cuatro anexos de Iscahuaca: Ccarapampa, Capillas, Huayunca e Iscahuaca. La ejecución de la investigación fue en los meses de diciembre de 2011 a febrero de 2012.

3.1.3. Técnicas de muestreo y tamaño de la muestra

A nivel del departamento de Apurímac se tiene 222 356 cabezas (MINAG 2006), en la provincia de Aymaraes un total de 40 080 alpacas y una población de 8 160 animales en la comunidad de Iscahuaca (PROREAL 2009).

La técnica de muestreo que se utilizó fue probabilística: muestreo aleatorio simple para población finita, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{i^2(N-1)+1}$$

Donde:

n = Cantidad de muestra.

N = Cantidad de la población.

i = Error asumido.

Si existe una población de 8 160 animales en la comunidad de Ischahuaca y asumiendo un error del 5%, entonces la cantidad de muestra fue de 381. 3529; se tomó una muestra de 405 animales dado la disponibilidad de unidades muestrales, lo que se presenta a continuación (cuadro 05):

Cuadro 05. Distribución muestral de la Investigación

SEXO	Machos				Hembras				
EDAD	DL	2D	4D	BLL	DL	2D	4D	BLL	Total
Total Edad	56	33	37	32	72	49	60	66	405
Total Sexo	158				247				405

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de campo

Tijeras manuales de esquila para toma de muestras.

Sogas.

Bolsas de polietileno.

Plumón indeleble para identificar las muestras.

Libreta de campo.

Regla plástica milimetrada de 20 cm.

Cámara fotográfica.

Lápiz marcador.

Ropa de trabajo.

Clips.

3.2.2. Materiales de laboratorio

Cinta masking type.

Plumón indeleble para identificar muestras.

Formatos estadísticos diseñados exclusivamente para el estudio.

3.2.3. Equipos

OFDA 2000, con software de IWG incorporado, el cual permitió procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos.

Balanza de precisión, con pantalla de máxima legitimidad calibración externa, adaptador a red 24 V/batería de 1.5 V, y con una precisión de 0,1 g.

Estufa, con una exactitud de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. con indicadores lumínicos de funcionamiento e interruptor de corte de funcionamiento.

3.2.4. Insumos

Alcohol isopropílico de alta pureza es de rápida evaporación. Es un excelente desengrasante no deja residuos y está libre de humedad apto para limpieza por inmersión, se evapora sin dejar residuos. Apropiado también

para limpieza de placas, componentes electrónicos y superficies plásticas y metálicas con pureza de 99.82% propanol, su punto de ebullición es de 82.5°C, densidad 82.5°C.

Hexano, es un líquido incoloro, fácilmente inflamable y con un olor característico se utiliza como disolvente se mezcla bien con los disolventes como el alcohol, éter o el benceno, su punto de inflamación es a 22° C y su punto de ebullición es a 69° C.

Agua potable, para el lavado de muestras de fibra en el laboratorio.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Requisitos de inclusión muestral

Se consideraron alpacas de la raza Huacaya color blanco, de ambos sexos (machos y hembras), de todas las edades (DL, 2D, 4D y BLL).

3.3.2. Medición de longitud de mecha

Se tomó según edad y sexo, alpacas al azar, según lo correspondiente, y se inmovilizó con el apoyo de dos operarios al animal, luego utilizando una regla milimetrada se midió la longitud de la mecha desde la base (piel) hasta la punta de mecha del costillar medio de cada animal, procediéndose luego a identificar y registrar la información pertinente (sexo y edad de los animales, lugar y nombre del productor).

3.3.3. Toma de muestras de fibra

La toma de la muestra de la fibra se realizó antes de que el animal sea esquilado (animal en pie), para lo cual utilizando una tijera se cortaron mechales de fibras, hasta alcanzar 0.5 g en promedio, del costillar medio (altura de la zona central y lateral, entre la línea superior e inferior del animal). Las muestras fueron puestas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con sexo, edad, productor y fecha del muestreo.

3.3.4. Análisis de laboratorio

El análisis de las características físicas como el diámetro de fibra, índice de confort, índice de curvatura y finura al hilado de la fibra de alpaca, se realizó en el laboratorio de lanas y fibras de la Universidad Nacional de Huancavelica, mediante el equipo OFDA 2000, con el siguiente procedimiento:

- Se trabajó con el equipo en un ambiente de 20°C de temperatura y 65% de humedad relativa.
- La calibración del equipo se realizó usando patrones de fibra de poliéster para obtener los parámetros de la curva.
- Se preparó una mecha de muestra de la fibra de alpaca con su respectiva identificación, que fue puesta en un soporte de porta muestra (rejilla).
- Luego se utilizó un pequeño equipo auxiliar de soporte de porta muestra que tiene un ventilador en su parte inferior. Este tiene por objeto dos funciones básicas: Primero, permitir al operador desplegar y preparar adecuadamente las mechales a medir sin que corrientes de aire dificulten la tarea de

preparación, y en segundo término, hacer pasar a través de la muestra a medir una buena cantidad de aire, logrando que la humedad de la muestra sea la correspondida a las condiciones del ambiente donde se realiza la tarea, ya que el propio instrumento tiene un sensor de humedad y temperatura para registrar las condiciones durante la medición y corregir a cada una de las lecturas por humedad y temperatura de ambiente.

- Para medir las características físicas, se determinó una secuencia de 10 primeras mediciones en sucio para el factor de corrección por cobertura de grasa (GCF).
- Luego se utilizó un equipo ultrasónico para el lavado de las mechas de muestra de la fibra de alpaca con 80% de hexano y 20% de alcohol isopropílico como solvente por un tiempo de 20 segundos, estas muestras de fibras fueron puestas en una rejilla con sus respectivos ganchos para su identificación. Así mismo, para el secado de la muestra se pasó con un rodillo sobre una toalla. Posteriormente se realizó nuevamente las mediciones de dichas muestras en limpio.
- Luego el OFDA 2000, mediante su propio software, hizo un análisis estadístico relacionando las mediciones en sucio y luego en limpio del grupo de mechas que fueron lavadas, por medio del cual se obtuvo el factor de corrección de 0.7% por grasa. Posteriormente las muestras subsiguientes fueron medidas en sucio, encargándose el OFDA 2000 de aplicar la corrección de grasa para la determinación de la finura (Contreras A 2009).

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Al obtener los datos, el procesamiento y análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SAS V-9, según los objetivos planteados:

Para el objetivo N° 01:

Cada variable; diámetro de fibra (DF), longitud de mecha (LM), índice de confort (IC), índice de curvatura (Icur) y finura al hilado (FinHil) fue evaluado utilizando el análisis de varianza, el diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial de 2×4, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = u + S_j + A_i + SA_{(ij)} + E_{ijk};$$

i = 1, 2 (macho y hembra)
j = 1, 2, 3 y 4 (DL, 2D, 4D, BLL)
k = 1, 2, ..., r (repeticiones)

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

u = La media general o poblacional.

S_j = Efecto edad.

A_i = Efecto sexo.

$SA_{(ij)}$ = Efecto de la interacción de sexo y edad.

E_{ijk} = El error aleatorio o experimental.

Para comparar las medias de los tratamientos, se utilizó la Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Para objetivo N° 02:

Para estimar la relación de la longitud de mecha, índice de confort, índice de curvatura y finura al hilado con el diámetro de la fibra; se aplicó una regresión múltiple para determinar cómo están relacionadas las variables X y Y.

$$Y_i = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n;$$

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ = Parámetros

Donde:

Y_i = Diámetro de fibra

X_1 = Longitud de mecha.

X_2 = Índice de confort.

X_3 = Índice de curvatura.

X_4 = Finura al hilado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. OBJETIVO 1: EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO DE FIBRA, LONGITUD DE MECHA, ÍNDICE DE CONFORT, ÍNDICE DE CURVATURA Y FINURA AL HILADO

4.1.1 DIÁMETRO DE FIBRA

Tabla 01. Análisis de varianza para diámetro de fibra.

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Sign.
Sexo	1	25.737563	25.737563	4.16	0.0421	*
Edad	3	1117.194619	372.398206	60.15	<.0001	**
Sexo*edad	3	10.782615	3.594205	0.58	0.6281	N.S
Error	397	2457.985683	6.191400			
Total	404	3611.700480				

CV = 12.49067

Existe diferencia del diámetro de fibra entre los machos y hembras ($p \leq 0.05$) y una alta diferencia entre las edades ($P \leq 0.01$); sin embargo la interacción de ambas variables no es significativa ($p > 0.05$).

Asimismo se observa que las muestras analizadas mantienen bastante homogeneidad, pues el coeficiente de variación fue baja (12.49%); estos datos indican el enorme potencial que tienen estos animales con respecto a esta variable.

Tabla 02. Prueba de Duncan para sexo.

SEXO	N	MEDIA (μm)	IGNIF. ($P \leq 0.05$)
H	247	20.1225	a
M	158	19.6057	b

* Medias con diferentes letras (a y b) son significativamente diferentes.

La Tabla 02, muestra que el promedio de diámetro de fibra (DF) es menor en alpacas machos que en hembras ($p \leq 0.05$). Esta diferencia puede ser debido al mayor grado de selección y mejoramiento genético al cual son sometidas los machos, con el objetivo de utilizarlos como reproductores. La media global de DF observado en la comunidad de Iscahuaca es de $19.86 \mu\text{m}$, éstos datos son ligeramente superiores a los encontrados en Puno por Siguayro P y Aliaga L (2010) de $17.86 \mu\text{m}$ y $18.23 \mu\text{m}$, para alpacas machos y hembras respectivamente; pero más bajos que los valores reportados por Encinas M (2009) de $27.47 \mu\text{m}$ y $27.78 \mu\text{m}$, Huanca *et al.* (2007) de $22.47 \mu\text{m}$ y $22.83 \mu\text{m}$, Lupton *et al.* (2006) de $27.1 \mu\text{m}$ y $26.7 \mu\text{m}$, Wuliji *et al.* (2000) de $28.8 \mu\text{m}$ y $27.2 \mu\text{m}$, para alpacas machos y hembras respectivamente; Montes *et al.* (2008) de $22,7 \mu\text{m}$, Quispe *et al.* (2007) de $21.59 \mu\text{m}$, Ponzoni RW (2000) de $25.7 \mu\text{m}$, McGregor BA y Butler KL (2004) de $29 \mu\text{m}$, Cisneros H (2009) de $24.84 \mu\text{m}$, y a lo reportado por Villarroel J (1983) quien menciona que el diámetro promedio está en el orden del 26.8 a $27.7 \mu\text{m}$. Aylan-Parker y McGregor BA (2002) obtuvieron un promedio de diámetro de fibra de $27.5 \pm 4.6 \mu\text{m}$; Además, en animales selectos de Perú, encontraron promedios de diámetro de fibra en alpacas Huacaya de 23.70 ± 4.26 y $22.82 \mu\text{m}$ (Cervantes *et al.* 2010, Morante *et al.* 2009), los mismos que son superiores a los reportados por nosotros.

Éstos resultados obtenidos conllevan a considerar que un gran porcentaje de vellones que se producen en estos rebaños son fibras de la mejor calidad, de acuerdo a la clasificación de la Norma Técnica Peruana (2004), el cual indicaría la existencia de animales con buena calidad de fibra con los que sería factible la formación de una elite de reproductores en las comunidades alpaqueras alto andinas y poder difundir este potencial genético en nuestra región y fuera de ella.

Una de las causas más probables de ésta finura podrían deberse al labor realizada por los productores alto andinos, ya que realizan una selección de animales machos por las constantes capacitaciones y asistencias técnicas que vienen recibiendo de muchas instituciones públicas y privadas, así como debido a la introducción de nuevos reproductores provenientes de otras regiones del país (Cusco y Puno). También, ésta finura podría deberse a que la fibra de los animales mal alimentados es más fina pero menos resistente que los animales con mejor alimentación, por los periodos de sequía constante, donde es escasa la disponibilidad de pastos naturales en las comunidades alto andinas (Contreras A 2009).

Tabla 03. Prueba de Duncan para edad.

EDAD	N	MEDIA (μm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
BLL	97	22.1330	a
4D	98	20.7416	b
2D	81	19.6896	c
DL	129	17.7792	d

* Medias con diferentes letras (a, b, c y d) son significativamente diferentes.

En la Tabla 03, se observa que los valores de diámetro de fibra de alpaca Huacaya color blanco en la comunidad de Iscahuaca, presenta diferencias, incrementándose la media del DF conforme a la edad del animal, lo cual concuerda a lo hallado por Encinas M (2009) quien encontró valores de 21.64 μm , 24.90 μm , 30.68 μm y 33.28 μm para alpacas DL, 2D, 4D y BLL, al igual que Lupton *et al.* (2006) de 24.3 μm , 26.5 μm y 30.1 μm para DL, 2D y 4D, Huamaní R y González C (2004) de 24.62 μm , 25.57 μm y 26.74 μm para animales 2D, 4D y BLL respectivamente, Wuliji *et al.* (2000) de 26.4 \pm 0.4, 30.5 \pm 0.9 y 31.3 \pm 1.7 μm en alpacas DL, 2D y 4D respectivamente. El aumento del promedio de diámetro de fibra según la edad, también se corrobora con los valores obtenidos por

Mamani A (2006) de 22.91 μm y 29.11 μm y Carrasco J (2009) de 20.08 μm y 23.33 μm para alpacas Huacaya DL y BLL respectivamente. Así mismo, Badajoz *et al.* (2008) encontró un DF de 20.8 ± 1.9 μm en alpacas Huacaya DL, y Antonini *et al.* (2005) obtuvo un DF de 19.51 ± 1.56 μm para animales DL. Sin embargo los valores obtenidos por dichos autores son superiores a los nuestros, lo cual indica el buen potencial genético que tienen las alpacas Huacaya de nuestra región.

Bustinza V (2001) y McGregor BA (2006) mencionan que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpacas, porque los animales jóvenes tienen diámetros de fibra inferiores que animales adultos, lo cual es concordante a nuestros datos y a lo reportados por Lupton *et al.* (2006), Valdivia V (2009) y Quispe *et al.* (2007) quienes, encontraron que animales más jóvenes presentan menor DF que animales adultos.

Además el efecto de la edad sobre la media de DF se debería a la queratinización de la fibra resultando mayor proceso de modulación en animales adultos que se encuentran ligadas al mayor diámetro de fibras (Contreras A 2009); por otro lado Rogers G (2006) menciona que alpacas jóvenes producen vellones con fibras más finas, lo cual se debería al efecto de las esquilas que tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular; Bustinza V (2001), considera que existen otros factores tales como la nutrición, que juega un rol importante en la formación y maduración folicular así como en el crecimiento y diámetro de la fibra.

Castellaro *et al.* (1998), Wuliji *et al.* (2000), McGregor BA (2006) y Lupton *et al.* (2006) mencionan que a medida que se incrementa la edad de las alpacas, se incrementa el peso del vellón; Wuliji *et al.* (2000), McGregor BA y Butler KL (2004) y Quispe *et al.* (2009) sustentan que también el diámetro se incrementa a medida que se incrementa la

edad; es así que, alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que los animales adultos, lo cual se debería al incremento de la superficie corporal (León-Velarde CU y Guerrero J 2001, Frank *et al.* 2006), lo mencionado por los autores es corroborada por nuestros resultados donde los animales jóvenes presentaron medias de diámetro de fibra menores que los animales adultos.

4.1.2. LONGITUD DE MECCHA

Debido a un alto coeficiente de variación y con el objeto de ajustar los datos a la distribución normal, se aplicó una transformación logarítmica, cuyo análisis de varianza se presenta en la tabla 04.

Tabla 04. Análisis de varianza para la longitud de mecha

Fuente de Variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Sign.
SEXO	1	0.01040026	0.01040020	1.12	0.2913	N.S.
EDAD	3	0.11056818	0.03685606	3.96	0.008	**
SEXO*EDAD	3	0.05442892	0.01814297	1.95	0.1213	N.S.
Error	397	3.69731277	0.00931313			
Total	404	3.87271012				

CV = 9.038306

La longitud de mecha (LM) por edad es altamente significativa ($p \leq 0.01$), sin embargo cuando se realiza el análisis de la LM por sexo y la interacción de ambas variables (sexo y edad) resulta no significativa.

Tabla 05. Prueba de Duncan para sexo.

SEXO	N	MEDIA (cm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
H	247	12.1842	a
M	158	11.7247	a

* Medias con la misma letra (a) no son significativamente diferentes.

Los valores encontrados para longitud de mecha por sexo fueron similares, siendo estadísticamente no significativa ($p > 0.05$), sin embargo las alpacas hembras presentan ligeramente una LM superior a los machos. Éstos resultados son similares a los encontrados por Marín E (2007) con valores de 12.38 cm y 12.75 cm, Encinas M (2009) de 9.28 cm y 9.35 en alpacas machos y hembras, respectivamente, y Condorena N (1985) mencionado por Frank *et al.* (2006), quien ha reportado 12.6 cm para la raza Huacaya.

Por otro lado Siguayro P y Aliaga L (2010), reportaron longitudes de mecha de 10.44 cm en alpacas machos y 10.22 cm en alpacas hembras, siendo los machos con una LM superior no concordantes con los resultados que obtuvimos; asimismo, Quispe E (2010) encontró un promedio de 11.5 cm de longitud de mecha en alpacas de raza Huacaya inferior a nuestros resultados. Éstos valores similares que obtuvimos de longitud de mecha según sexo, se debería principalmente a los trabajos de esquila que se realizan con los animales, lo cual es indistinto al sexo.

Tabla 06. Prueba de Duncan para Edad

EDAD	N	MEDIA (cm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
DL	129	11.7984	a
2D	81	11.5062	a
4D	98	11.7755	a
BLL	97	12.9278	b

* Medias con diferentes letras (a, b) son significativamente diferentes.

La Tabla 06, muestra que la LM para edad, presentó diferencias significativas. Las alpacas Huacaya DL, 2D y 4D presentaron medias similares de longitud de mecha, diferentes al valor promedio superior de alpacas BLL.

Éstos resultados contradicen a los encontrados por Encinas M (2009), quien indica longitudes de mecha de 11.46 cm, 9.74 cm, 8.28 cm y 7.78 cm, en alpacas Huacaya DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, Zanabria J (1989), quien reporta 11.23 cm y 9.36 cm de longitud de mecha en alpacas Huacaya DL y 2D, y Pinazo R (2000) de 12.71 cm y 10.15 cm para alpacas DL y BLL; pero son similares a los obtenidos por Espezúa N (1989), quien obtuvo longitudes de mecha de 7.05 cm, 9.32 cm, 11.10 cm y 9.73 cm en animales DL, 2D, 4D y BLL respectivamente. Estos valores se deberían a que los productores alpaqueros no manejan un plan de esquila fijo para cada año, muchos de ellos esquilan a sus animales según las necesidades que demanden su familia.

4.1.3. ÍNDICE DE CONFORT

Tabla 07. Análisis de varianza para el índice de confort

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Sign.
SEXO	1	0.01193687	0.01193687	4.15	0.0422	*
EDAD	3	0.54672577	0.18224192	63.43	<.001	**
SEXO*EDAD	3	0.00683643	0.00227881	0.79	0.4983	N.S
Error	397	1.14071476	0.00287334			
Total	404	1.70621383				

CV = 4.175130

En la Tabla 07, se observa el análisis de varianza con datos transformados ($\log X$) para el índice de confort (IC) habiendo diferencia significativa para el sexo ($p \leq 0.05$), y para edad fue altamente significativa ($p \leq 0.01$), sin embargo la interacción entre sexo y edad no tubo diferencia ($p > 0.05$).

Asimismo se observa que las muestras analizadas mantienen bastante homogeneidad, pues la media del coeficiente de variación fue bastante baja (4.18%).

Tabla 08. Prueba de Duncan para sexo.

SEXO	N	MEDIA (%)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
M	158	96.7842	a
H	247	95.5308	b

* Medias con diferentes letras (a, b) son significativamente diferentes.

Los valores encontrados respecto a la media para IC en machos fue de 96.78 %, que nos indica que las fibras \geq de $30\mu\text{m}$ representarían el factor de picazón (FP) que corresponden a 3.22%, medida que está asociado a la sensación de picazón (*prickle factor*) del cuerpo humano frente a las prendas confeccionadas de la fibra. Por otro lado el IC en hembras es significativamente menor 95.53 %, con un FP de 4.47 %, existiendo diferencia significativa para ambos ($p \leq 0.05$).

Éstos datos son superiores a los encontrados por Quispe *et al.* (2007) un índice de confort de 93.67% y valores de factor de picazón de $6.33\% \pm 0.30\%$, McGregor BA y Butler KL (2004) un IC de 55.58 % y FP de 44.42 %, Ponzoni *et al.* (2006) un IC de 75.49 % y Lupton *et al.* (2006) un IC de 68.39 ± 25.05 %. Entonces el índice de confort de las alpacas en la comunidad de Iscahuaca se considera como un buen factor de acuerdo a los requerimientos de la industria textil. Contreras A (2009) menciona que la sensación del FP se debe a que los extremos de fibras que sobresalen desde la superficie de los hilos son relativamente gruesas, sin embargo, y que si fueran más delgadas serán más flexibles y es menos probable que provoquen picazón en la piel.

McLennan N y Lewer R (2005), indican que si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces muchos consumidores encontrarán el vestido que puedan usar no confortable para su uso por el picazón que sienten en la piel; nuestros resultados se encuentran dentro del rango máximo de FP mencionado por el autor, lo que indicaría que el índice de confort de las fibras de alpaca Huacaya color blanco de la comunidad de Iscahuaca son superiores a los encontrados en otras regiones.

Tabla 09. Prueba de Duncan para Edad

EDAD	N	MEDIA (%)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
DL	129	98.7442	a
2D	81	97.2136	b
4D	98	95.1714	c
BLL	97	92.2567	d

* Medias con diferentes letras (a, b, c y d) son significativamente diferentes.

En la Tabla 09, se observa que el IC para DL, 2D, 4D y BLL presentó diferencias ($P \leq 0.05$). Esto obedecería a la relación que existe entre el diámetro de fibra (DF) e IC, a menor DF el valor de IC será mayor y a mayor DF el IC será menor respectivamente, lo cual es concordante a lo indicado por Contreras A (2009), Quispe *et al.* (2007), Lupton *et al.* (2006) y Ponzoni *et al.* (2006).

Por otro lado, Sacchero D (2008) reporta que el IC, es un indicador de la proporción de fibras menores a 30 μm , la precisión en términos relativos declinan cuando el número de fibras mayores de 30 μm se acerca a 0 %, y si las fibras son menores a 30 μm se acerca a 100%, además, menciona que el picazón de los tejidos se deben a que los extremos de fibras sobresalen desde la superficie de los hilos, cuando las fibras son relativamente gruesas son menos flexibles y por cuanto tiene contacto con la piel provocan

una sensación de picazón, y cuando el extremo de esas fibras son más finas y más flexibles, es poco probable que provoquen picazón.

Por lo tanto, la causa más probable de nuestros resultados sería debido a que la MDF que obtuvimos es 19.86 μm , la cual está dentro del estándar menor a 30 μm , el cual resulta ser bastante buena para las exigencias de la industria textil, ya que las prendas tejidos con éstas fibras brindarán mayor estado de confort, sin causar la sensación de picazón en el cuerpo humano.

Asimismo se observa que las muestras analizadas mantienen bastante homogeneidad, pues la media del coeficiente de variación fue bastante baja (5,58%). Estos datos indican el enorme potencial que tienen estos animales con respecto a esta variable, y que pueden constituir una buena base para el programa de mejoramiento genético, aunque se hace necesario realizar una adecuada corrección por efectos medioambientales, pues el factor nutrición podría estar influyendo disminuyendo el IC (Quispe *et al.* 2007).

4.1.4. ÍNDICE DE CURVATURA

Tabla 10. Análisis de varianza para el índice de Curvatura (ICur)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Sign.
SEXO	1	7.8265856	7.8265856	0.18	0.6726	N.S.
EDAD	3	353.2377695	117.7459232	2.69	0.0460	*
SEXO*EDAD	3	124.1736041	41.3912014	0.95	0.4185	N.S.
Error	397	17374.25004	43.76385			
Total	404	17859.48800				

correcto

CV = 17.86772

La Tabla 10, muestra que el índice de curvatura (ICur) entre edades fue significativa ($p \leq 0.05$), sin embargo cuando se realiza el análisis del ICur para los sexos y la interacción de sexo y edad resultó no significativa ($P > 0.05$).

Tabla 11. Prueba de Duncan para sexo.

SEXO	N	MEDIA (grad/mm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
H	247	37.1356	a
M	158	36.8506	a

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Podemos observar (tabla 11) que el ICur entre machos y hembras es 37.14 y 36.85 grad/mm, respectivamente, siendo similares ($P > 0.05$). Éstos resultados son semejantes a los encontrados por Siguayro P y Aliaga L (2010) donde el ICur para sexo es de 54.70 grad/mm y 54.01 grad/mm en machos y hembras respectivamente ($P > 0.05$); inferiores a los encontrados por Marín E (2007) que al analizar el grado de curvatura en alpacas encontró promedios de 47.22 grad/mm en machos y 47.14 grad/mm en hembras, no encontrando diferencias entre sexos; ambos autores reportaron valores ligeramente superiores en machos contradiciendo nuestros resultados, lo que podría deberse a que en los machos se realizan mayores prácticas de selección.

Otros autores como Liu *et al.* (2004); Wang *et al.* (2004), Lupton *et al.* (2006) y McGregor BA (2006) reportaron valores de 28.0, 32.0, 32.5 y 32.2 grad/mm de ICur, respectivamente, los cuales se encuentran dentro del rango de ICur mencionado por Holt C (2006) de 25 a 60 grad/mm, al igual que nuestros resultados.

Tabla 12. Prueba de Duncan para Edad

EDAD	N	MEDIA (grad/mm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)	
4D	98	38.1806	a	
BLL	97	37.6124	b	a
2D	81	36.8617	b	a
DL	129	35.8062	b	

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

El índice de curvatura (ICur) para edad (tabla 12) agrupada en 4D, BLL y 2D, DL que equivale a 38.18, 37.61, 36.86 y 35.81 grad/mm, respectivamente, son diferentes ($p \leq 0.05$), aunque $Pr > F = 0.0460$ está próxima a $p = 0.05$. Éstos resultados guardarían relación con el diámetro de fibra, puesto que animales jóvenes presentarían menor índice de curvatura y menor diámetro de fibra, contradiciendo a los encontrados por Mike S (2006) quien indica que el grado de curvatura es mayor cuando menor es el diámetro de fibra; asimismo, Siguayro P y Aliaga L (2010) al relacionar la curvatura con el diámetro de fibra, no encontró correspondencia; al respecto McGregor BA (2006) menciona que en alpacas Huacaya la edad no afecta la curvatura, en cambio sí hay diferencias en alpacas Suri; sin embargo, nosotros hemos encontrado diferencias entre los índices de curvatura para las edades ($p \leq 0.05$), que puede deberse al tamaño de muestra empleada, ya que los autores anteriores han trabajado con muestras pequeñas.

Por otra parte, Bustinza V (2001), concuerda al mencionar que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpacas, porque los animales jóvenes tienen diámetros de fibra inferiores que animales adultos.

4.1.5. FINURA AL HILADO

Tabla 13. Análisis de varianza para la Finura al Hilado (FinHil)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Sign.
SEXO	1	25.808358	25.808358	4.35	0.0377	*
EDAD	3	1065.907095	355.302365	59.88	<.0001	**
SEXO*EDAD	3	11.198576	3.732859	0.63	0.5966	N.S.
Error	397	2355.677972	5.933698			
Total	404	3458.592000				

CV = 12.53188

Se observa en la tabla 13, que la finura al hilado (FinHil) entre el sexo es diferente ($p \leq 0.05$), y también existe una diferencia significativa entre las edades ($p \leq 0.01$), sin embargo es similar la finura al hilado en la interacción de sexo y edad ($p > 0.05$).

Tabla 14. Prueba de Duncan para sexo.

SEXO	N	MEDIA (μm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
H	247	19.6397	a
M	158	19.1222	b

* Medias con diferentes letras (a y b) son significativamente diferentes.

Se encontró (tabla 14) que la finura al hilado (FinHil) para hembras y machos es 19.64 y 19.12 μm , respectivamente, siendo diferentes ($p \leq 0.05$). Ésta diferencia podría ser explicado debido al mayor grado de selección y mejoramiento genético al cual son sometidos los machos, con el objetivo de utilizarlos como reproductores. Éstos resultados concuerdan a los obtenidos por Quispe E (2010), quien obtuvo un promedio de $20.90 \pm 0.40 \mu\text{m}$ de finura al hilado en alpacas Huacaya, datos ligeramente superiores a los nuestros.

Tabla 15. Prueba de Duncan para edad.

EDAD	N	MEDIA (μm)	SIGNIF. ($P \leq 0.05$)
DL	129	17.3527	a
2D	81	19.2062	b
4D	98	20.2173	c
BLL	97	21.6165	d

* Medias con diferentes letras (a, b, c y d) son significativamente diferentes.

En la Tabla 15, se muestra los resultados de FinHil para edad, donde la finura al hilado para DL, 2D, 4D y BLL es 17.35, 19.21, 20.22 y 21.62, respectivamente, siendo éstos valores diferentes entre sí ($p \leq 0.01$). Esto es debido a que las alpacas jóvenes presentan menor DF que los adultos y la finura al hilado incrementa correlativamente a la edad de animal. Por otro lado Bustinza V (2001) y McGregor BA (2006) mencionan que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpacas, porque los animales jóvenes tienen diámetros de fibra inferiores que animales adultos, lo cual es concordante a nuestros datos.

4.2. OBJETIVO 2: RELACION DE LA LONGITUD DE MECCHA, INDICE DE CONFORT, INDICE DE CURVATURA Y FINURA AL HILADO CON EL DIÁMETRO DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA

El modelo de regresión planteado ha permitido obtener los coeficientes de regresión de Pearson y las correlaciones parciales (Tabla 16), donde el diámetro de la fibra no está relacionada con la longitud de mecha; sin embargo esta variable está relacionada alta y positivamente con el índice de confort, moderada y negativamente relacionada con el índice de curvatura y alta y positivamente con la finura al hilado. Asimismo, se observa los coeficientes de correlaciones parciales donde, manteniendo constante las demás variables, el diámetro de la fibra no está relacionada con la longitud de mecha o el índice de confort; y hay una relación baja y positiva entre el diámetro de la fibra con el Índice de curvatura, alta y positiva entre el diámetro de la fibra y la finura al hilado, manteniendo constante las demás variables.

Tabla 16. Relación del diámetro de fibra y longitud de mecha, índice de confort, índice de curvatura, finura al hilado.

Correlaciones	Indicadores	LM	IC	ICurv	FinHill
DF	R2 de Pearson	0.06857	0.98740	-0.45782	0.99373
	P= valor	0.1684	<.0001	<.0001	<.0001
	Signif.	N.S.	**	**	**
Correlaciones Parciales	Indicadores	LM	IC	ICurv	FinHill
DF	R2 de Pearson	-0.08684	-0.02018	0.13211	0.71352
	P= Valor	0.0860	0.6866	<.0080	<.0001
	Signif.	N.S.	N.S.	**	**

Nota: DF = Diámetro de fibra, LM =Longitud de mecha, IC = Indice de confort, ICurv = Indice de curvatura, FinHill = Finura al hilado.

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Estos datos concuerdan con los encontrados con la baja y positiva relación encontrada entre el diámetro de la fibra y la curvatura de la fibra (Mc Gregor BA 2006). Asimismo, Cervantes *et al.* (2010), encuentran que hay una relación negativa y alta (-0.968) entre el diámetro de fibra y el factor de confort, al respecto nosotros encontramos alta relación pero negativa. Al respecto, Bustinza V (2001), quien menciona que el diámetro de la fibra está relacionado con los demás características físicas de la fibra de alpaca.

Las diferencias encontradas entre los coeficientes de correlación de Pearson y las correlaciones parciales, indican que hay que tener cuidado con la interpretación de resultados cuando se mantienen fijos algunos factores o variables en la modelación, habiendo la necesidad de incorporar otras variables al modelo, como por ejemplo el peso vivo, tipo de alimentación, factores ambientales, entre otras, con el objeto de explicar el comportamiento del diámetro de fibra.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La media global del DF en la comunidad de Iscahuaca es de 19.86 μm , con 19.60 μm y 20.12 μm para machos y hembras respectivamente, existiendo diferencia significativa entre ambos sexo ($p \leq 0.05$); éstos valores son mayores que los reportados en Arequipa y en Puno, e inferiores a los reportados en USA, Australia, Nueva Zelanda, Huancavelica y Cusco. Con relación a la edad se encontraron valores de 17.77 μm , 19.68 μm , 20.74 μm y 22.13 μm para animales DL, 2D, 4D y BLL respectivamente con una diferencia de medias del diámetro de fibra altamente significativa ($p \leq 0.01$), incrementándose la media del DF conforme a la edad del animal.
2. Los valores encontrados para longitud de mecha por sexo fue de 11.72 cm y 12.18 cm para alpacas machos y hembras respectivamente, siendo estadísticamente no significativa ($p > 0.05$), sin embargo las alpacas hembras presentan ligeramente una LM superior a los machos. En relación a la LM para edad, se obtuvieron los siguientes valores: 11.80 cm, 11.51 cm, 11.76 cm, y 12.93 cm para alpacas DL, 2D, 4D y BLL respectivamente, con diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$). Las alpacas Huacaya DL, 2D y 4D presentaron medias similares de longitud de mecha, diferentes al valor promedio superior de alpacas BLL.
3. La media para IC en machos fue de 96.78 %, que nos indica que las fibras \geq de 30 μm representarían el factor de picazón (FP) que corresponden a 3.22%, y el IC en hembras es significativamente menor 95.53 %, con un FP de 4.47 %,

existiendo diferencia significativa para ambos ($p \leq 0.05$). El IC para edad es altamente significativa ($P \leq 0.01$), encontrándose valores de 98.74%, 97.21%, 95.17% y 92.26% en animales DL, 2D, 4D y BLL respectivamente.

4. La media de ICur para las alpacas hembras fue de 37.14 grad/mm, y 36.85 grad/mm para machos, siendo éstos valores similares ($p > 0.05$). Sin embargo el índice de curvatura (ICur) por edad fue significativa ($p \leq 0.05$), el agrupamiento de alpacas DL, 2D y BLL presentó medias similares de ICur, por otro lado el agrupamiento de alpacas 4D, BLL, 2D tuvieron medias similares de ICur. Los valores obtenidos de ICur para edad fueron: 35.81, 36.86, 38.18 y 37.61 grad/mm para animales de DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente.
5. Hubo diferencia entre la finura al hilado (FinHil) para sexo ($p \leq 0.05$), con valores de FinHil de 19.12 μm y 19.64 μm para machos y hembras respectivamente. La FinHil entre edades fue altamente significativa ($P \leq 0.01$), con valores de 17.35, 19.21, 20.22 y 21.62 μm para animales de DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente.
6. No existe una relación entre diámetro de fibra y la longitud de mecha, en cambio ésta variable está muy relacionado con el índice de confort (-0.987) y la finura al hilado (0.994) y moderadamente relacionado con el índice de curvatura (-0.458).

5.2. Recomendaciones

1. Implementar los estudios de los principales parámetros genéticos relacionados con la fibra de alpaca en nuestro ámbito de estudio.
2. A partir de estos resultados, que constituyen una línea de base, se deben establecer adecuados programas de mejoramiento genético que permita mejorar la producción y productividad de las alpacas y por lo tanto elevar el nivel de vida del productor alto andino del departamento de Apurímac.
3. Implementar un laboratorio de fibras y lanas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (FMVZ), que permita realizar el procesamiento de las muestras de fibra de alpaca de las comunidades productoras de alpaca, para realizar el seguimiento a programas de mejora genética.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson S. The Measurement of Fibre Fineness and Length: The Present Position. *J. Text. Inst.* 1976; 67: 175-180.
2. Antonini M, Pacheco C, Balbonesi. Efecto de la esquila sobre la calidad del vellón y la actividad folicular en alpacas de la localidad de Tocra, Arequipa, Perú. II Simposium Internacional de Investigaciones sobre Camélidos Sudamericanos. 2005. Pág. 82 – 94.
3. Aylan-Parker J, McGregor BA. Optimización de técnicas de muestreo y la estimación de varianza muestral de la lana en los atributos de calidad en alpacas. *Small Ruminant Research* 2002; 44, 53-64.
4. Badajoz E, Sandoval N, García W, Gavidia C. Determinación de finura de fibra de alpaca asociada a la relación folículo secundario/folículo primario(s/p) entre las razas Suri y Huacaya. Estación experimental IVITA – Marangani La Raya Cusco. Memorias XIX Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. 2008. Pág 127 – 130.
5. Bustinza V. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Edit. Univ. Nac. del Altiplano, Puno, Perú. 2001. Pág.113-126.
6. Butler KL, Dolling M. Calculation of the heritability of spinning fineness from phenotypic and genetic parameters of the mean and CV of fibre diameter. *Aust. J. Agric. Res.* 1992; 43:1441-1446.
7. Carrasco J. Proporción de pelos en vellones clasificados según edad en alpaca Huacaya hembra. [Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista]. En: Revista de Investigación del IIPC. FMVZ – UNA. Puno, Perú. 2009; Vol. 12 – N° 01.
8. Castellaro G, Garcia-Huidobro J, Salinas P. Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of Chile. *J. Range Manage* 1998; 51: 509-513.
9. Cisneros H. Correlación entre el diámetro de fibra y porcentaje de pelos de alpacas Huacaya del distrito de Pitumarca, Provincia de Canchis, Región Cusco. [Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista] En: Revista de Investigación del IIPC. FMVZ - UNA. Puno, Perú. 2009; Vol. 12 – N° 01.
10. Cervantes I, Pérez-Cabal M, Morante R, Burgos A, Salgado C, Nieto B, Goyache F, Gutiérrez P. Genetic parameters and relationships between fibre and

- type traits in two breeds of Peruvian alpacas. *Small Ruminant Research* 2010;88: 6–11.
11. Condorena N. Aspectos de un sistema regularizador de la crianza de alpacas. IVITA La Raya. Puno, Perú. 1985.
 12. Contreras A. Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la región de Huancavelica. [Tesis de Ingeniero Zootecnista] UNH – Huancavelica, Perú. 2009.
 13. De Groot G. The Effect of coefficient of Variation of Fibre diameter in Wool tops on Yarn and Fabric Properties. *J. Text. Inst.* 1995; 86(1):164-166.
 14. De Los Ríos E. 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). 2006. Disponible en: <http://www.unido.org/file-storage/download//file58563>. Accesado el 09 de Agosto de 2011.
 15. Encinas M. Caracterización de la fibra de alpacas Huacaya del instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (IIPC) de la UNA. [Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista]. *Revista de Investigación del IIPC. FMVZ – UNA.* Puno, Perú. 2009; Vol. 12 – N° 01.
 16. Espezúa N. Longitud de Mecha, Rendimiento y Diámetro de Fibra en Alpacas Huacaya en Cuatro Comunidades de la Provincia de Chucuito. [Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista] FMVZ – UNA. Puno, Perú. 1989.
 17. Frank EN, Hick MVH, Gauna CD, Lamas HE, Renieri C, Antonini M. Phenotypic and genetic description of fiber traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research* 2006; 61: 113-129.
 18. Fish VE, Mahar TJ, Crook BJ. Fibre curvature morphometry and measurement. International Wool Textile Organization. Nice Meeting. Report N° CTF 01. 1999.
 19. González H, León-Velarde CU, Rosadio R, García W, Gavidia C. Evaluación de un método numérico de medición del diámetro de la fibra de Alpaca. *Rev Inv Vet, Perú* 2008; 19 (1): 1-8.
 20. Hansford KA. Wool strength and topmaking. En *Papers Top Tech.* Geelong, Australia. 1996. Pag. 284-292.

21. Holt C. A survey of the relationships of crimp frecuencia, micron, character y curvature de fibra. A report to the Australian Alpaca Association. Pambula Beach NSW. Australia. 2006.
22. Huamaní R, Gonzales C. E. Efecto de la edad y el sexo en los parámetros físicos de la fibra de alpaca *lama pacos* Huacaya en Huancavelica. [Tesis de Ingeniero Zootecnista] Edt. UNH. UNH – Huancavelica, Perú. 2004. Pág. 80.
23. Huanca T, Apaza N, Lazo A. Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa – Puno. APPA - ALPA - Cusco, Perú. 2007.
24. INDECOPI. Norma Técnica Peruana 2004.
25. Iñiguez LC, Alem R. Role of camelids as means of transportation and exchange in the Andean region of Bolivia. *World Animal*. 1996.
26. León-Velarde CU, Guerrero J. Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies. 2001. Disponible en <http://inrm.cip.cgiar.org/home/publicat/01cpb023.pdf>. Accesado el 18 de Julio de 2011.
27. Liu X, Wang L, Wang X. Evaluating the Softness of Animal Fibers. *Textile Res. J.*, 2004; 74(6): 535-538.
28. Lupton CJ, McColl A, Stobart RH. Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research* 2006; 64: 211–224.
29. Mamani A. Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra, según región corporal. [Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista] FMVZ de la UNA: En Revista de Investigación del IIPC. Puno, Perú. 2006; Vol. 12 – N° 01.
30. Marín E. Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. [Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal] UNLM - Lima, Perú. 2007.
31. Martindale J. A new method of measuring the irregularity of yarns with some observations on the origin of irrregularities in worsted slivers and yarns. *J. Text. Inst.* 1945; 36: T35-T47.
32. McColl A. Methods for measuring microns. *Alpacas Magazine*. Herd Sire 2004. Pag 164-168.

33. McGregor BA. Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research* 2003; 61: 93-111.
34. McGregor BA, Butler KL. Sources of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Australian journal of Agricultural Research* 2004; 55: 433-442.
35. McLennan N, Lewer R. Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). 2005.
Disponible en: <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>. Accesado el 25 de Marzo del 2011.
36. Michell y Cia, Calidad de la fibra. Alpaca del Perú. *Alpaca Perú* 2007;1(1):44-45.
37. Mike S. "Wool Technology and Sheep Breeding. Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright, AWTA, Ltd. 2002: 50(4)
38. Ministerio de Agricultura (MINAG). 2006.
39. Montes M, Quicaño R, Quispe E, Alfonso L. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. 2008. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2008; 6(1): 33-38.
40. Morante R, Goyache F, Burgos A, Cervantes I, Pérez-Cabal A, Gutiérrez P. Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: The Pacamarca experience. *Animal Genetic Resources Information. Food and Agriculture Organization of the United Nations.* 2009;45:37-43. doi:10.1017/S1014233909990307.
41. Naylor GRS, Stanton J. 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*, 1997; 45(4): 243-255.
42. Ponzoni RW. Genetic improvemet of Australian Alpacas: present state and potencial developments. *Proc. Aust. Alpaca Assoc.* 2000. Pag 71-96.
43. Ponzoni RW, Grimson RJ, Hill JA, Hubbard DJ, McGregor BA, Howse A, Carmichael I, Judson GJ. The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. 2006.

- <http://alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>. Accesado el 27 de Agosto de 2011.
44. Pinazo R. Algunas características físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del CIP la Raya. [Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista] FMVZ- UNA. Puno - Perú. 2000.
 45. Plan Estratégico Institucional. Gobierno Regional de Apurímac 2007 – 2011. 2007.
 46. Plan Estratégico Regional de Exportación. Gobierno Regional de Apurímac. 2006.
 47. PROREAL. Proyecto Alpaquero Regional de Apurímac. Gobierno Regional de Apurímac. 2009.
 48. Quispe E. Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. International simposium on fiber South American Camelids. 2010. Pág. 119 – 155.
 49. Quispe E, Flores A, Alfonso L, Galindo A. Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas Huacaya de color blanco en la región de Huancavelica. APPA - ALPA – Cusco, Perú. 2007. Pág. 18.
 50. Quispe E, Rodríguez T, Iñiguez L, Mueller J. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. Animal Genetic Resources Information. 2009. 45, 1–14. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009 doi:10.1017/S1014233909990277.
 51. Rogers G. Biología of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered. Experimental Dermatology, 2006;15:931-949.
 52. Sacchero D. Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. Grafica Industrial IERL - Huancayo- Perú. 2008. Pág. 155.
 53. Siguyayro P, Aliaga L. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku (*lama glama*) y la alpaca Huacaya (*lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. 2010.
 54. UNEPCA (Unidad Ejecutora del Proyecto Camélidos). Estudio de base sobre la situación de la producción de camélidos en Bolivia. 1997.

55. Valdivia V. Relación entre la condición corporal y edad con la calidad de fibra y longitud de mecha del vellón de alpaca Huacaya. UNMSM. Lima-Perú. 2009.
56. Villaroel J. Un estudio de la fibra de alpaca. Avaluos científicos. Edit. UNA-La Molina Perú. 1983. Pág. 254.
57. Wang L, Liu X, Wang X. Changes in Fibre Curvature during the Processing of Wool and Alpaca Fibres and their Blends, in College of Textiles, Donghua University. Proc. of the Textile Institute 83rd World Conference. The Textile Institute & Donghua University, Manchester, UK and Shanghai, PR China 2004: 449-452.
58. Wuliji T, Davis GH, Dodds KG, Turner PR, Andrews RN, Bruce GD. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. Small Ruminant Research. 2000; 37: 189-201.
59. Zanabria J. Características físicas de la fibra de tuis procedentes de las cuatro zonas alpaqueras del departamento de Puno: En Resúmenes de Investigación FMVZ de la UNA 1980 – 1989. Puno. 1989.

ANEXOS

ANEXO 01: FIGURAS DE MEDICIÓN DE LONGITUD DE MECHA Y TOMA DE MUESTRA DE LA FIBRA DE ALPACA DE RAZA HUACAYA COLOR BLANCO EN LA COMUNIDAD DE ISCAHUACA.



Fig 01. Medición de longitud de mecha de la fibra de alpaca Huacaya en la región del costillar medio. Enero de 2012.



Fig 02. Toma de muestra de fibra de alpaca para procesamiento en el Laboratorio de Fibras y Lananas de la UNH. Diciembre de 2011.

ANEXO 02: FIGURAS DE MUESTRAS DE FIBRA PREVIO PROCESAMIENTO EN EL LABORATORIO Y EL EQUIPO OFDA 2000.



Fig 03. Preparación de mechas de fibra para su procesamiento con el Equipo OFDA 2000. Febrero de 2012.

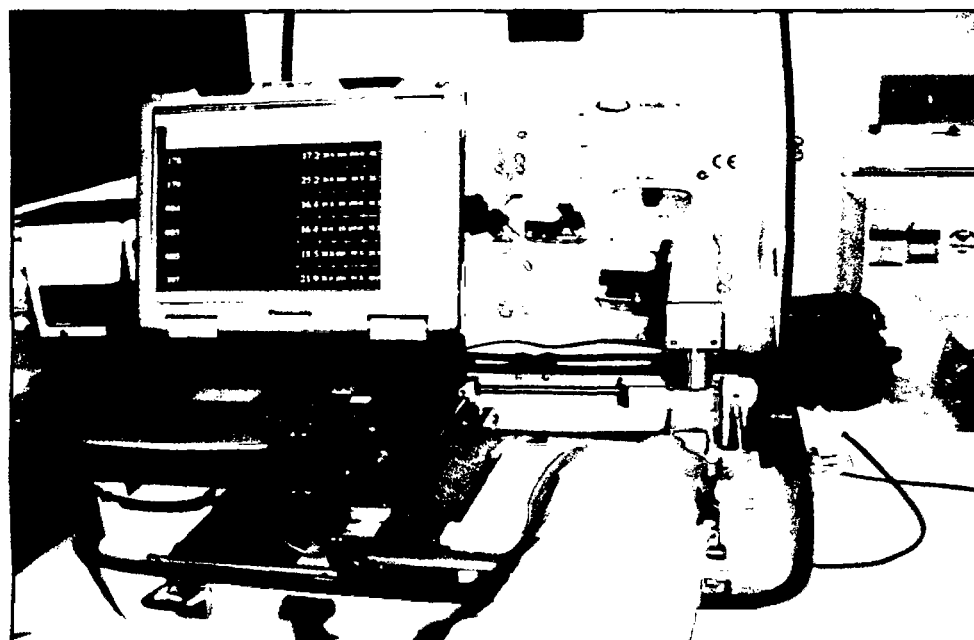


Fig 04. Procesamiento de muestras de fibra con el equipo OFDA 2000, en el Laboratorio de Fibras y Lanasy de la Universidad Nacional de Huancavelica. Febrero 2012.

