

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**Efecto de la zona de muestreo corporal y sexo en características
textiles de la fibra de alpacas Huacaya del CIP La Raya**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. Percy Fernando Arizaca Luna

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS

Efecto de la zona de muestreo corporal y sexo en características
textiles de la fibra de alpacas Huacaya del CIP La Raya

PRESENTADA POR:

Bach. Percy Fernando Arizaca Luna

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA



APROBADA POR:

PRESIDENTE:

D.Sc. Roberto Floro Gallegos Acero

PRIMER MIEMBRO:

MV. Oscar Eleuterio Carreón Panca

SEGUNDO MIEMBRO:

M.Sc. Wilbur Rubén Ayma Flores

DIRECTOR / ASESOR:

D.Sc. Bilo Wenceslao Calsin Calsin

Área : Sistemas de producción animal

Tema : Fibra de alpacas

Fecha de sustentación: 25/06/2018

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1.Marco teórico	14
2.2.Antecedentes	21
2.3.Marco conceptual.....	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1.Lugar de estudio	35
3.2.Material experimental.....	35
3.2.1.Identificación y tamaño de muestra	35
3.3.Metodología.	37
3.3.1.Identificación de alpacas	37
3.3.2.Obtención de la muestra de fibra.....	37
3.4. Análisis estadístico.	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya	42
4.2. Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya.....	48
4.3. Factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya	52
4.4. Finura al hilado	56
4.5. Índice de curvatura	59
V. CONCLUSIONES	63



VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
ANEXO	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diámetro medio de fibra en alpacas Huacaya (μm).....	31
Tabla 2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra en alpacas Huacaya (%).	31
Tabla 3. Factor de confort de fibra en alpacas Huacaya (%).....	32
Tabla 4. Finura al hilado de fibra en alpacas Huacaya (μm).....	32
Tabla 5. Índice de curvatura de fibra en alpacas Huacaya ($^{\circ}/\text{mm}$)	32
Tabla 6. Efecto del sexo en el diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya (μm)	42
Tabla 7. Efecto de la zona corporal de muestreo en el diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya (μm)	44
Tabla 8. Efecto del sexo en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra (%)	48
Tabla 9. Efecto de la zona corporal de muestreo en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra.....	50
Tabla 10. Efecto del sexo en el factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya (%)	52
Tabla 11. Efecto de la zona corporal de muestreo en el factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya (%)	55
Tabla 12. Efecto del sexo en la finura al hilado (μm) de la fibra de alpacas Huacaya.....	56
Tabla 13. Efecto de la zona corporal de muestreo en la finura al hilado (μm) de la fibra de alpacas Huacaya	58
Tabla 14. Efecto del sexo en el índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) de fibra de alpacas Huacaya.....	59
Tabla 15. Efecto de la zona corporal de muestreo en el índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) de la fibra de alpacas Huacaya	61

INDICE DE ACRÓNIMOS

FAO	= Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura
CONOPA	= Coordinadora de investigación y desarrollo de los camélidos sudamericanos
μm	= Micrómetros
MDF	= Diámetro medio de fibra
CVDMF	= Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra
IC	= Índice de curvatura
CIP	= Centro de investigación y producción
FH	= Finura al hilado
FC	= Factor de confort
OFDA	= Analizador óptico de fibras
CY	= Fibra fina
SL	= Longitud de fibra
Foll/mm ²	= Folículos por milímetro cuadrado
cm	= centímetro
g	= gramo
mm	= milímetro
CSD	= Camélidos sudamericanos domésticos
SENAMHI	= Servicio Nacional de meteorología e hidrografía

DEDICATORIA

A Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres *Timoteo y Rosita* porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que soy es gracias a ellos.

A mis hermanos *Héctor y Yeny* por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria. A mis sobrinos *Elvis, Kevyn, Yemily y Gianella* que son el motivo de mí y a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

A mis Docentes por su apoyo incondicional que hicieron posible mi formación profesional que han sido mi compañía y fortaleza

A las personas que han hecho que me fortalezca para continuar y alcanzar tan meritorio lugar, están en mi corazón amigos y compañeros.

Percy Fernando

AGRADECIMIENTOS

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano de Puno por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en esta casa de superior de estudios.

A la Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, a los docentes quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias en mi formación profesional, al personal administrativo en especial al Sr. Vicente Flores por su apoyo incondicional durante mi permanencia en mi querida facultad.

Con especial gratitud a mi Director de tesis D. Sc. Bilo Wenceslao Calsin Calsin, por su apoyo incondicional, por ser mi mentor y a la vez inculcarme sus conocimientos y el gran valor de la ciencia e investigación, por su desinteresada dedicación y orientación durante el desarrollo y la culminación del presente trabajo de investigación.

Con profundo agradecimiento a los miembros del jurado Dr. Roberto Floro Gallegos Acero, Dr. Oscar Eleuterio Carreón Panca y al Dr. Wilbur Rubén Ayma Flores, por sus orientaciones y estímulo en la revisión y aprobación de la presente investigación.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto del sexo y la zona corporal de muestreo en las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del Centro de Investigación y Producción La Raya, se analizaron 210 muestras de fibra procedentes de alpacas hembras Huacaya a la primera esquila en el año 2017, las muestras se analizaron utilizando el equipo OFDA 2000 del laboratorio de fibras del CIP Quimsachata del INIA, el trabajo fue conducido en un diseño completo al azar bajo un arreglo factorial 2 X7, la comparación de promedios se realizó mediante la prueba de Significación Múltiple de Duncan analizadas en el SAS Versión 9,2. Los resultados muestran que para el factor sexo el diámetro medio de fibra (DMF) de alpacas machos ($22,48 \pm 0,36 \mu\text{m}$) fue mayor que las hembras ($20,55 \pm 0,27 \mu\text{m}$) ($P \leq 0,05$), el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra en machos (23,87%) fue mayor que en las hembras (22,80%) ($P \leq 0,05$), el factor de confort de la fibra de las hembras (94,52%) fue mayor que los machos (87,69%) ($P \leq 0,05$), la finura al hilado en los machos ($22,52 \pm 0,39 \mu\text{m}$) fue mayor que las hembras ($20,37 \pm 0,28 \mu\text{m}$) ($P \leq 0,05$), el índice de curvatura en machos ($35,52 \pm 0,72 \text{ }^\circ/\text{mm}$) fueron menores que las hembras ($37,73 \pm 0,61 \text{ }^\circ/\text{mm}$) ($P \leq 0,05$); el factor zona de muestreo corporal tiene efecto en las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya ($P \leq 0,05$). Se concluye que existe efecto del sexo y zona de muestreo corporal en las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya.

Palabras clave: Alpaca, curvatura, confort, finura al hilado, fibra, Huacaya.

ABSTRACT

In order to determine the effect of sex and body sampling area on the textile characteristics of the Huacaya alpaca fiber from the La Raya Research and Production Center, 210 samples of fiber from Huacaya female alpacas were analyzed at the first shearing in 2017, the samples were analyzed using the OFDA 2000 equipment from the CIP Quimsachata fiber laboratory of INIA, the work was conducted in a complete random design under a factorial arrangement 2 X7, the comparison of averages was made by the test of Multiple significance of Duncan analyzed in SAS Version 9.2. The results show that for the sex factor the average fiber diameter (DMF) of male alpacas ($22.48 \pm 0.36 \mu\text{m}$) was higher than the females ($20.55 \pm 0.27 \mu\text{m}$) ($P \leq 0.05$), the coefficient of variability of the average diameter of fiber in males (23, 87%) was higher than in females (22.80%) ($P \leq 0.05$), the fiber comfort factor of females (94.52%) was higher than the males (87.69%) ($P \leq 0.05$), the fineness to spinning in the males ($22.52 \pm 0.39 \mu\text{m}$) was higher than the females ($20.37 \pm 0.28 \mu\text{m}$) ($P \leq 0.05$), the index of curvature in males ($35.52 \pm 0.72^\circ / \text{mm}$) were lower than the females ($37.73 \pm 0.61^\circ / \text{mm}$) ($P \leq 0.05$); The body sampling area factor has an effect on the textile characteristics of the Huacaya alpaca fiber ($P \leq 0.05$). It is concluded that there is an effect of sex and body sampling zone on the textile characteristics of the Huacaya alpaca fiber.

Keywords: Alpaca, curvature, comfort, fineness to the yarn, fiber, Huacaya.

I. INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos (CSA), constituyen un recurso genético de gran importancia social, económica, cultural y científica para el Perú, y algunos de los países de la Región Andina (FAO, 2005); son una fuente de riqueza pecuaria y genética importante de las poblaciones andinas, dentro de ellos la alpaca por su fibra de gran valor (Raggi, 2014). La población de alpacas en el Perú es aproximadamente de 3 millones 592 mil 249 y el 89.7 % se encuentran principalmente en las zonas alto andinas de Puno, Cusco, Arequipa, Huancavelica y Apurímac (INEI, 2012). El aprovechamiento racional de la alpaca de esta ventaja productiva de estos es uno de los retos que tiene el país como el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria, que afecta a numerosas comunidades campesinas que viven de la crianza de estas especies ganaderas.

El Perú es considerado como el principal productor de fibra de alpaca en el mundo, el 85% de la producción nacional está orientada al mercado internacional y representa en promedio el 1.35% de las exportaciones (FAO, 2005). Pero en la actualidad estos porcentajes van decreciendo debido a la variabilidad en cuanto a finura en el rebaño y uno de los inconvenientes de la fibra es la falta de uniformidad en el diámetro a lo largo de su longitud, la misma que repercute en la calidad de la fibra (Velarde, y Guerrero, 2001; Wuliji *et al.*, 2000; Quispe *et al.*, 2008); dentro de ella el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado son las principales características textiles de importancia desde el punto de vista manufacturero (Quispe *et al.*, 2009 y McGregor, 2006).

El diámetro de fibra varía según la zona corporal que tomemos, de ahí el esfuerzo por encontrar el punto más representativo de todo el vellón, si bien habrá puntos con diámetro mayores y menores a lo largo de todo el vellón, de aquí que se estime que en la alpaca raza Huacaya, el diámetro de fibra varía desde 10 hasta 50 micras (Xungai *et al.*, 2003). La importancia de la investigación por zona corporal radica porque existe la posibilidad de reducir la distribución del diámetro de la fibra vía selección y es mejor seleccionar por tipos de fibra, logrando reducir el diámetro medio y el coeficiente de variación pero no en forma separada, sino simultáneamente por las correlaciones desfavorables que existen entre ellas (Frank *et al.*, 2008). Tal como reporta McGregor (2007), en el vellón entero de la alpaca Huacaya Australiana, el diámetro de fibra de la región del cuello es 0.68μ más delgado que en la región del pecho. Las diferencias encontradas en el diámetro de fibra en el vellón de la alpaca según región corporal, coincide con lo referido por Bustinza (2001), quién indica que la fibra más gruesa se encuentra en el pecho, abdomen y las extremidades. Esta variación del diámetro de la fibra en el vellón de la alpaca raza Huacaya, posiblemente tiene una relación con la zona muestreada, número de esquilas y al grado de mejora genético al que están sometidos los animales. Como se puede apreciar, varios autores comparten la inquietud por encontrar un punto representativo para todo el vellón, ya que todos coinciden en la variabilidad de este factor a lo largo del cuerpo del animal.

En 1991 se estimó que el mejor método de validación para contrastar el mejor o mejores puntos de muestreo tras realizar un estudio tomando 20 puntos al azar, era el de tomar varias muestras con una rejilla o método de Grid Sample (SGS), que encontraba variaciones que el método de muestreo en el costillar medio en

cambio no detectaba. También se estima que es el que mejor predice el diámetro medio de fibra y el rendimiento comercial en el caso de la cabra Cashmere. De ahí surgió el estudio de Aylan Parker y McGregor (2001), en el que trataban de verificar qué método era más adecuado, el de la rejilla o el del punto medio (MS) que ya había sido aceptado en 1947 como el punto más representativo para testar lana de oveja (en los parámetros de diámetro de fibra, densidad, longitud y rizo) y se estima que la lana es más fina en ese punto.

La calificación de calidad la conforman principalmente el diámetro, pero también el coeficiente de variación, la longitud de mecha, el porcentaje de medulación, el rendimiento de lavado, el factor de confort, el índice de curvatura y la resistencia de compresión de la fibra, bajo esta perspectiva, se realizó el presente trabajo de investigación, con el propósito de establecer información objetiva para el inicio de un programa de mejoramiento genético en alpacas, en relación al diámetro de fibra. De igual manera existirá la posibilidad de dar un mayor valor agregado al precio de la fibra en beneficio de los productores, lo que conllevará a mejorar el nivel de vida del productor alto andino, en tal sentido en el presente estudio se planteó con el objetivo de determinar el efecto del sexo y zona de muestreo corporal en el diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado de la fibra en alpacas Huacaya.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Diámetro medio de fibra

El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como una características 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 transformados en hilos de tal manera que sea útil para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn *et al.*, 2006; Rowe, 2010). Con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). Paradójicamente, las fibras gruesas son particularmente adecuados para la confección de productos textiles de menor lujo y se utilizan para la confección de alfombras, ropa de abrigo y frazadas (Poppi y McLennan, 2010).

El diámetro medio de fibra (DMF) de una muestra representativa del vellón esta expresado en micrómetros (μm), lo cual define la finura. Este parámetro físico es considerado el principal criterio de selección en poblaciones de alpaca de todo el mundo (Frank *et al.*, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2009; Cruz, 2011). La clasificación de los vellones se basa principalmente en la finura, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización (Quispe, 2010).

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

2008). Para la evaluación de muestras de fibra se toma de la zona del costillar medio, debido a que se considera la zona más representativa para medir el diámetro de fibra en alpacas (Aylan-Parker y McGregor, 2002), constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para realizar trabajos sobre el diámetro de fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costes de evaluación (Huanca *et al.*, 2007).

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

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

2.1.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

El estudio de la variación del diámetro a lo largo de la fibra, es una herramienta útil para observar la respuesta del animal frente a las situaciones medio ambientales a través del período de crecimiento de la fibra (Hansford, 1997). Un vellón con coeficiente de variación más bajo indica una mayor uniformidad del diámetro de fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

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

2.1.3. Factor de confort

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007), en contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras (Bardsley, 1994; Baxter y Cottle, 1997; Wood, 2003). Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables en cambio

prendas confeccionadas con fibras mayores a 30 micras causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra que sobresalen desde la superficie de los hilos son relativamente gruesas; sin embargo, si estos hilos fueran más delgadas serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel (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.

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.

2.1.4. Índice de curvatura de la fibra

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

La importancia del rizado de la fibra siempre ha abierto debate en la industria textil de la lana, estimándose en unos casos que lanas con bajo

rizado son mejores que lanas con alto rizado y en otros que esta característica está asociada con la uniformidad en la finura y por lo tanto la presencia abundante de rizos es señal de buena calidad, lo que parece ocurrir en alpacas Huacaya (Bustinza, 2001).

La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 grad/mm se describe como curvatura baja, 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).

El grado de curvatura está asociado al “crimp” o rizo de las mechas. Se mide en grados por milímetros. En otra escala, teniendo en cuenta el ángulo de curvatura ($^{\circ}$ grados) por unidad de longitud de arco (mm) (Elvira, 2005). El rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en referencia al procesamiento. El rizo en una mecha de lana puede ser expresado en función a la “definición del rizo”, descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que lanas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres, y a la “frecuencia del rizo” definido como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características, junto con el color de la grasa, la longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el “estilo de la lana”, el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos de lana final (Fish *et al.*, 1999).

Esta característica (expresada en μm), del inglés “spinning fineness”, provee un estimado del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra y el coeficiente de variación. La teoría original viene de Martindale (1945), que fue analizada y planteada por Anderson (1976) como “effective fineness”, y que posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado (Butler y Dolling (1995) y es una característica fuertemente heredable (Butler y Dolling, 1992). La ecuación se normaliza bajo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (Lupton *et un* coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo *al.*, 2006). Anderson (1976) llamó a la expresión: $F_e = \text{MDF} * 1 \sqrt{5 * (\text{CVMDf} / 1002)}$, finura efectiva (Effective Fineness) y lo usó con la finalidad de demostrar la influencia de los cambios de la MDF y el CVMDf sobre la uniformidad de los hilados. Dos tops con diferentes MDF y CVMDf pueden producir hilados de la misma uniformidad si sus finuras efectivas tienen el mismo valor al utilizar la fórmula anteriormente descrita. Por ejemplo una top con MDF y CVMDf de 21.5 μm y 20.0% respectivamente, produce una hilado uniforme que otro top con MDF y CVMDf de 20.2 y 27% respectivamente (De Groot, 1995). Como la finura efectiva sólo depende de la MDF y del CVMDf 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: $F = 0.881 * \text{MDF} * 1 \sqrt{5 * (\text{CVMDf} / 1002)}$ (Butler y Dolling, 1995). Valores de finura al hilado

en ovinos han sido reportados por Butler y Dolling (1995), mientras que respecto en fibra de conejo Angora Rafat *et al.* (2007b) reportó un valor de 17.5 μm ; sin embargo, en alpacas aún no existen reportes al respecto.

2.1.5. Finura al hilado

La finura al hilado, provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo, su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra. La idea original viene de Martindale (1945), que fue analizada y planteada por Anderson (1976) como “effective fineness” y que, posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado (Butler y Dolling (1995) y es una característica fuertemente heredable (Butler y Dolling, 1992).

La finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo (Manso, 2011); dos tops con diferentes MDF y CVDF pueden producir hilados de la misma uniformidad, si sus finuras efectivas tienen el mismo valor al utilizar la fórmula anteriormente descrita (De Groot, 1995).

La finura efectiva sólo depende del diámetro medio de fibra y del coeficiente de variación del diámetro de fibra y es siempre numéricamente mayor que el diámetro medio de fibra, aunque esto puede corregirse normalizando la finura efectiva mediante la aplicación de la ecuación: $F \approx 0.881 * MDF * 1 + 5 * (CVDF / 100)^2$ (Butler y Dolling, 1995).

2.1.6. Método de análisis del diámetro de fibra

Uno de los métodos de medición de diámetro de fibra es el OFDA 2000, el equipo portátil puede utilizarse dentro del centro de producción, este equipo es capaz de medir el diámetro de fibra en 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, solo requiere de un calibrador de fibra poliéster para fibra de alpaca (McColl, 2004).

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

2.2. Antecedentes

2.2.1. Diámetro medio de fibra

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

De igual manera en animales tuis el diámetro de fibra es de 20.75 μm y en animales adultos es de 23 μm (Quispe *et al.*, 2009). En Australia en alpacas de dos a seis años de edad de ambos sexos de la raza Huacaya, menciona que el 10% de alpacas Huacaya, presentan un diámetro de 24 μm y más del 50% están sobre los 29.9 μm respectivamente (McGregor,

2006).El diámetro de fibra describe medidas ligeramente variables que asciende hasta los doce años de edad y a partir de esta edad sufre una disminución considerable hasta los catorce años de edad; al parecer la finura de fibra se ve afectada por la hiponutrición en edades avanzadas (Bustinza *et al.*,1985).

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

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

En la región de Huancavelica de Perú las alpacas constituyen el principal y frecuentemente único medio de obtener ingresos para 3300 familias pobres en 60 comunidades. El 90% de las alpacas de la región son Huacaya, que se pastorean a altitudes de 4000-4800 m. Se ha prestado

poca atención a las alpacas pastoreadas en los Andes altos. Los objetivos fueron de cuantificar la variación del diámetro medio de la fibra (MFD), el coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVD), la curvatura de la fibra (FC) y la longitud de la fibra (SL) entre 24 sitios de muestreo, identificar el sitio de muestreo con mayor correlación con los atributos de fibra del vellón en general, y cuantificar la relación entre FC y MFD para la alpaca. Se tomaron muestras de alpacas hembra adultas ($n = 31$, peso medio vivo 71 kg) y se pesaron su vellón en 8 componentes. El peso total del vellón medio fue de 3,35 kg (rango 2,13-6,01). Las mechas se midieron para longitud (mm) y se ensayaron en el OFDA 2000 para determinar MFD, CVD y FC. El efecto del sitio se determinó mediante análisis de ANOVA. Los valores de FC se transformaron \log_{10} . Se realizaron correlaciones entre sitios y análisis de regresión entre MFD y FC. Los valores medios para el sitio del lado medio fueron: MFD 26,3 μm ; CVD 20,2%; FC 34,9 $^{\circ} / \text{mm}$; SL 91 mm, que eran más finas y más largas que otros componentes de vellón. La variación en MFD entre los 24 sitios de muestreo fue de 20,2-50,6 μm y entre 9 sitios de muestreo en el sitio principal de vellón fue de 24,8-31,7 μm . Los atributos de vellón variaron significativamente entre todos los componentes de vellón y entre los sitios de vellón ($P < 0,001$). Las diferencias entre el MFD de lado medio y el MFD de otros sitios se vieron afectados por el peso vivo. El patrón general fue un aumento marcado dorso-ventral en MFD y disminución en FC y SL y una disminución en SL en el cuello. El MFD del sitio medio trasero estaba más correlacionado con el MFD del vellón entero que el MFD del lado medio (costillar medio) puede ser el sitio preferido para el muestreo del

vellón. Hubo una relación significativa entre \log_{10} FC con MFD y el sitio de contabilidad para el 86,2% de la varianza. Esto sugiere que la variación de FC se puede utilizar para la selección de componentes de vellón con MFD diferente, pero la pendiente de la regresión (FC disminuyó $1,0^\circ / \text{mm}$ por cada $1 \mu\text{m}$ de aumento en MFD en el rango de MFD 11-70 μm) Indica que esto sólo será detectado a simple vista cuando hay grandes diferencias en MFD. Los resultados indican que se necesita cuidado en el muestreo de la fibra de alpaca para la prueba y que los productores deben separar la fibra de alpaca cuidadosamente en la cosecha para mantener una fibra separada de valor comercial muy diferente (McGregor *et al.*, 2011).

Se estimó que las variaciones en el diámetro de 1,6 micras no eran significativas, sólo en un 5% de los casos dos alpacas con finuras de 19,7 frente a 21,2 micras o 25,9 frente a 27,4 micras serían diferentes. Dada esta variabilidad se hace más complicado considerar el diámetro de fibra en un programa de mejora, pero se considera que éste es el parámetro más importante para la comercialización de fibra (llegando a ser el diámetro el responsable del 65-80% del precio atribuido a la fibra. Safley. (2001) menciona si bien, en la actualidad aún se sigue prefiriendo vender por peso que por calidad, fruto del desconocimiento de la propia calidad del rebaño por parte de los productores. La calificación de calidad la conforman principalmente el diámetro, pero también el coeficiente de variación, la longitud de mecha, el porcentaje de medulación, el rendimiento de lavado, el factor de confort, el índice de curvatura y la resistencia de compresión de la fibra, mientras que la producción depende

del peso del vellón principalmente, de la longitud de mecha y de la densidad folicular (McGregor, 2007).

En una investigación de importancia económica que se realizó en Australia en alpacas de dos a seis años de edad de ambos sexos de la raza Huacaya, menciona que el 10% de alpacas Huacaya, presentan un diámetro de 24μ y más del 50% están sobre los 29.9μ respectivamente y en investigación de atributos de fibra de alpaca de importancia comercial para identificar la influencia de las variables de manejo y producción sobre la fibra de alpaca y cuantificar el valor económico relativo de la producción de fibra. Los vellones de cinco granjas en el sur de Australia ($n = 1100$) se midieron utilizando muestras y pruebas estándar, asignándose un valor económico relativo basado en un análisis de los datos de precios de mercado. Aproximadamente, el 10% de Huacaya tenían vellones con MFD $<24,0 \mu\text{m}$, mientras que el 14% de Suri tenían vellones $<24,0 \mu\text{m}$. Tanto Huacaya como Suri tenían aproximadamente el 50% de los vellones con un diámetro medio de fibra $> 29,9 \mu\text{m}$. Un tercio de Huacaya y Suri en grupa tenían $<20\%$ de sus fibras medulares. Solamente, el 30% de las muestras blancas de Huacaya y Suri tenían más del 50% de sus fibras meduladas. Para alpacas Huacaya y Suri, la incidencia de fibras meduladas aumentó linealmente de 10 a 60% a medida que el MFD aumentó de 20 a $36 \mu\text{m}$. La relación entre el diámetro de la fibra medular y el MFD disminuyó a medida que aumentó el MFD. Para Huacaya, no hubo cambios en la longitud media de la fibra al aumentar el MFD. La alpaca de Huacaya tenía una mayor curvatura de la fibra que la alpaca Suri (McGregor, 2006).

Existen discrepancias sobre el efecto del sexo en el diámetro de la fibra, pues algunos investigadores han encontrado que los machos tienen fibras más finas que las hembras debido a que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que las hembras (Morante *et al.*, 2009, Quispe *et al.*, 2009 y Montes *et al.* 2008). Otros han reportado lo contrario, debido probablemente a que las hembras priorizan el uso de los aminoácidos ingeridos hacia la producción (preñez y lactación) en vez del abastecimiento del bulbo piloso para su excreción como fibra, las cuales tienen impacto en el perfil de diámetro de fibra haciendo producir fibras más finas en comparación con los machos (Lupton *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2009 y Montes *et al.*, 2008). Sobre el particular mencionan que las hembras tienen un menor diámetro de fibra en los dos primeros años de edad y a partir de los tres años va engrosando notablemente en comparación a los machos que mantienen su finura durante su vida reproductiva (Álvarez, 1981).

Por otro lado indican que las diferencias en la fibra por efecto de sexo son mínimas y que sólo a partir de los cuatro años de edad la fibra de machos tiende a ser de mayor grosor y diferenciarse de las hembras, aunque estas diferencias no son significativas (Bustinza, 2001). Las variaciones del diámetro en función al sexo probablemente se deben por los factores del medio ecológico, grado de mejoramiento genético; por la técnica usada para la determinación del diámetro de fibra (Florez, 1986).

2.2.2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

Para conocer los valores normales de la variabilidad del diámetro de fibra, se recopiló datos de más de 100 mil muestras de vellón, analizadas con OFDA, provenientes de más de mil majadas de Australia y Nueva Zelanda y obtuvieron un coeficiente de variabilidad de 18 y 19% (Baxter, 1992). También observaron que ese valor varía fuertemente entre animales (de 13 a 25%). En alpacas Huacaya el coeficiente de variabilidad es de 27.28% (Solis, 1991).

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

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

Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc (CIDCS - Lachocc) , se encontró CVDF de 19.08 % resultaría ser bastante buena para las exigencias de la industria textil (Paucar *et al.*, 2015).

2.2.3. Factor de confort

Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtuvieron un factor de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 2006), mientras trabajando en alpacas criados en Estados Unidos sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales se determinó un factor de confort de 73 % en machos y 70.6 % en hembras, animales de un año mostraron 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% (Lupton *et al.*, 2006).

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

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

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

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

El bajo porcentaje de fibras con médula continua encontrado, respecto a anteriores reportes, puede atribuirse a la selección artificial por DMF, ya que indirectamente se habrían eliminado algunas fibras meduladas. Para las fibras con medulación discontinua, Trejo (1986) reportó 12.20%, Contreras (2009) reportó 16.14% y Villarroel (1963) reportó 14.9%; siendo coincidente con lo hallado en el presente trabajo.

El porcentaje de fibras meduladas fragmentadas fue de 29.29%, superior a 13.9%, reportado por Villarroel (1963) y a 5.60% reportado por Trejo (1986). Por el contrario en llamas Martínez *et al.* (1997) e Iñiguez *et al.* (1998), refieren valores de 36.7% y 19.2%, respectivamente.

Respecto al porcentaje de fibra no medulada, Contreras (2009) reportó 33.51%, que concuerda con 32.56% encontrado en el presente trabajo, Martínez *et al.* (1997) encontraron 20.2% de fibras no medulada en vellón de llamas. Sin embargo en estudios anteriores reportaron 18.3% (Newman y Paterson, 1996) y 21.1% (Villarroel, 1963), estos valores indican el aumento del porcentaje de fibra no medulada la seleccionar por DMF y proporcionalmente se reduce el porcentaje de fibra medulada.

2.2.4. Índice de curvatura de la fibra

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

2.2.5. Finura al hilado

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

Se evaluaron las características tecnológicas de la fibra de llama, diámetro medio de fibra (MDF), coeficiente de variación de MDF (CVMDF), factor de

confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH) antes y después de descerderar, se tomaron muestras de 10 g de fibra de vellones de 227 llamas Chaku de la región Apurímac. Las fibras sin descerderar y descerderadas fueron analizadas con el equipo OFDA 2000 (Optical Fibre Diameter Analyser); se consideraron las variables sexo y edad, la FH en fibra sin descerderar fue de $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$ y descerderada de $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$ (Layme *et al.*, 2016).

En alpacas Huacaya blanco la finura al hilado es de $20.9 \mu\text{m}$ observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que animales adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado; asimismo, se encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad, sobre dicha característica (Quispe, 2010).

Tabla 1. Diámetro medio de fibra en alpacas Huacaya (μm)

Autor	Promedio	Macho	Hembra
Ormachea (2015)	$19,6 \pm 2,09$		
Vásquez <i>et al.</i> (2015)	$17,80 \pm 0,20$	$19,79 \pm 0,50$	$20,10 \pm 0,20$
Castillo y Zacarías (2014)	22,08		
Holt (2006)	24,26		
Machaca <i>et al.</i> (2017)		$23,79 \pm 0,50$	$22,79 \pm 0,40$
Huanca <i>et al.</i> (2007)		$22,47 \pm 2,56$	$22,83 \pm 1,52$
Siña (2012)		$23,45 \pm 2,70$	$22,55 \pm 2,73$
Arango (2016)		$25,40 \pm 3,49$	$23,00 \pm 2,87$

Tabla 2. Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra en alpacas Huacaya (%).

Autor	%	Macho	Hembra
Gil (2017)	24,85		
Manso (2011)	26,03		
Lupton <i>et al.</i> (2006)	25,00		
Castillo y Zacarías (2014)	22,56		
Vásquez <i>et al.</i> (2015)		22,60	21,30
Quispe (2010)		21,30	21,50

Tabla 3. Factor de confort de fibra en alpacas Huacaya (%)

Autor	%
Gil (2017)	95,47
Lupton <i>et al.</i> (2006)	82,70
Fernández y Maquera (2013)	25,00
Galindo <i>et al.</i> (2016)	97,37

Tabla 4. Finura al hilado de fibra en alpacas Huacaya (μm)

Autor	Promedio	Macho	Hembra
Gil (2017)	23,93 \pm 3,59		
Vásquez <i>et al.</i> (2015)	17,40 \pm 0,20	19,10 \pm 0,20	19,60 \pm 0,20
Díaz (2014)		19,10 \pm 2,10	19,23 \pm 2,27

Tabla 5. Índice de curvatura de fibra en alpacas Huacaya ($^{\circ}/\text{mm}$)

Autor	$^{\circ}/\text{mm}$
Gil (2017)	42,39 \pm 8,94
Manso (2011)	37,25
Vásquez <i>et al.</i> (2015)	35,80 \pm 0,5
Galindo <i>et al.</i> (2016)	41,60 \pm 9,43

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Raza.

Como raza se denomina cada uno de los grupos en que se subdividen algunas especies biológicas, cuyas características diferenciales son transmitidas genéticamente, por herencia. La palabra, como tal, proviene del latín *radīa*, de *radīus*. La raza representa un concepto central de la zootecnia y se usa para definir cualquier subdivisión dentro de una especie doméstica. El trabajo analiza el nacimiento y la evolución del concepto de raza a lo largo del tiempo y el impacto de la ciencia originada

en su entorno. Se discuten los efectos de la domesticación desde un punto de vista genético y se clasifican las razas como: mendelianas, primarias, secundarias y sintéticas. Se analiza el concepto dentro de los camélidos domésticos y se llega a la conclusión que solo existen razas primarias. Se aclaran también conceptos desvirtuados sobre la alpaca Suri, las llamas-alpacas blancas y el concepto de pureza. Se concluye finalmente que se debería seguir el esfuerzo de empresas privadas y organizaciones públicas y privadas para organizar y establecer acciones de selección por llegar a la creación de razas estandarizadas (Renieri *et al.*, 2009).

2.3.2. Diámetro medio de fibra

Se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente (Gillespie y Flandes, 2010). Se mide en micrones (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro (Cottle, 2010; Poppi y McLennan, 2010; Rowe, 2010).

2.3.3. Coeficiente de variación del DMF.

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto su magnitud está expresada en porcentaje. El coeficiente de variabilidad no debe superar el 24%, ya que se considera el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe *et al.*, 2009).

2.3.4. Factor de confort

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007).

2.3.5. Finura al hilado

La finura al hilado, provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo, su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVDF) y mide la procesabilidad de la fibra (Martindale, 1945).

2.3.6. Equipo OFDA.

El OFDA es un instrumento que se basa en la tecnología de digitalización de imágenes y analizador óptico de las mismas (Elvira, 2017), con la ejecución del programa de administración de datos IWG/Meswin/OFDA.exe.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción La Raya, ubicado en el distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar región Puno; a altitudes de 4 136 m (Araranca) y 5 470 m (Chimboya), próximo a las coordenadas 14° 30` 33`` de latitud Sur y 70° 57` 12`` de longitud Oeste, encontrándose ubicado en el km 205 carretera Puno-Cusco; el clima es variado, registrándose temperaturas de 14,75 °C como máximo en los meses de octubre y noviembre y un mínimo de -14,88 °C en los meses de junio y julio, con una temperatura media de 6,52 °C y una precipitación pluvial promedio anual de 625 mm y con alta evaporación (SENAMHI, 2016). La investigación se realizó en el mes de octubre del año 2017.

Las muestras de fibra fueron analizadas en el laboratorio de fibras del CIP Quimsachata del INIA, utilizando el equipo OFDA 2000.

3.2. Material experimental

3.2.1. Identificación y tamaño de muestra

En la identificación de alpacas se consideró alpacas Huacaya de color blanco a la primera esquila, libres de defectos genéticos (ojos zarcos, manchados, prognatismo inferior o superior, etc.), el tamaño muestral fue de 30 alpacas (15 machos y 15 hembras) con siete lugares de muestreo de los componentes del vellón con un total de 210 muestras que corresponden a cabeza, cuello, manto, costillar, barriga, extremidad anterior, extremidad posterior referidas por McGregor y Buttler (2004),

para estimar el tamaño muestral se tuvo como referencia el trabajo de McGregor (2015); el muestreo fue aleatorio; para la determinación del tamaño muestral se consideró los trabajos de Olarte *et al.* (2013)

3.2.2. Materiales y equipos utilizados para la toma de muestra en campo.

Materiales.

- Tarjetas para identificación de muestras.
- Bolsitas de polietileno
- Libreta de campo.
- Tijeras de esquila.
- Mameluco
- Lapiceros
- Botas
- Mandil
- Sogas
- Aretes.
- Aretador.

Equipos

- Cámara digital.

3.2.3. Equipos para realizar el análisis de fibra en laboratorio

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

3.3. Metodología.

3.3.1. Identificación de alpacas

Las alpacas Huacaya de color blanco, fueron marcadas con un arete de plástico Alflex con ayuda de un aretador, y con el número de codificación correspondiente a cada alpaca.

3.3.2. Obtención de la muestra de fibra

En la toma de muestra de fibra se utilizó una tijera y se cortaron mechales de fibras, hasta alcanzar 3 g de la región de cabeza, cuello, manto, costillar, barriga, extremidad anterior, extremidad posterior (Aylan Parker y McGregor, 2001; McGregor y Buttler, 2004), en alpacas la zona más representativa se localiza sobre la décima costilla, en el punto medio entre la línea de la espalda y la barriga y esta región corresponde al costillar medio.

Inmediatamente las muestras fueron puestas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con su rótulo donde se consideraron los siguientes datos: propietario, número de arete, sexo, edad de la alpaca, fecha de obtención de la muestra; luego de obtener las 210 muestras de

fibra estas fueron analizados en el laboratorio de fibras del CIP Quimsachata del INIA.

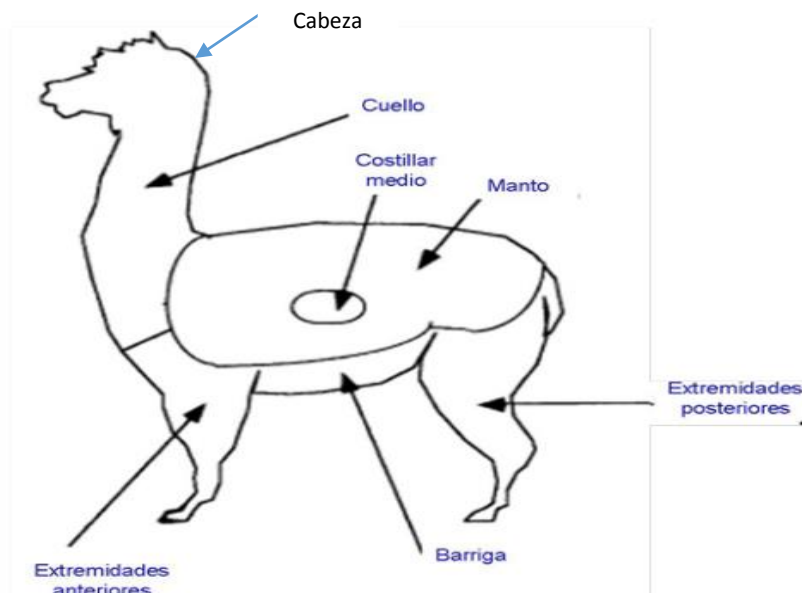


Fig. 1. Componentes del vellón de acuerdo a McGregor y Buttler (2004).

3.3.3. Procedimiento del análisis de muestra.

Determinación del diámetro medio de fibra, coeficiente de variación de diámetro medio de fibra

Las 210 muestras fueron analizadas con la finalidad de determinar el diámetro medio de fibra; el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, factor de confort e índice de curvatura de la fibra, para lo cual se utilizó el equipo OFDA 2000, siguiendo las recomendaciones dadas por Brims *et al.* (1999). El trabajo se realizó primero calibrando el equipo con el slide usando patrones de fibra poliéster estándar para fibra de alpaca.

- Para determinar el factor de corrección por grasa primero se realizó la identificación de 24 muestras de fibra en sucio, que representa el 10 % de la muestra total, luego de haber identificado las muestras, se procedió a realizar la lectura inicial de dichas muestras, una vez terminado la lectura de las 24 muestras de fibra éstas fueron lavadas. posteriormente se hizo la segunda lectura, de esa misma muestra determinándose así de esta manera el factor de corrección por grasa que fue de $0.7\mu\text{m}$.
- Posteriormente las muestras restantes de fibra sucia fueron colocados en el slide uno por uno para su posterior análisis, encargándose el OFDA 2000 de aplicar la corrección de grasa de forma automática para la determinación del diámetro medio de fibra, factor de confort

Determinación del índice de confort

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde al porcentaje de las fibras menores de $30\mu\text{m}$ que tiene un vellón de alpaca Suri.

Determinación del índice de curvatura

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

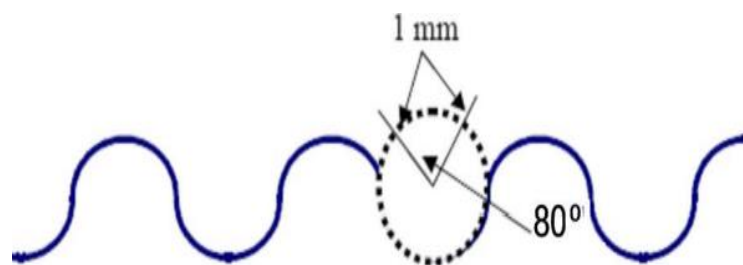


Fig 2. Representación del índice de curvatura

Determinación de finura al hilado

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

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

Donde:

FH = Finura al hilado

MDF = Diámetro medio de fibra

CV MDF = Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

3.4. Análisis estadístico.

Estadística descriptiva.

Se determinaron medidas de tendencia central (Promedio) y de dispersión (Coeficiente de variabilidad, desviación estándar).

Diseño experimental.

El trabajo fue conducido en un diseño completo al azar bajo un arreglo factorial 7x 2 siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + L_i + S_j + (LS)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij}	= Variable respuesta
μ	= Promedio general
L_i	= Efecto del lugar de muestreo (7 sitios)
S_j	= Efecto del sexo (Macho y hembra)
$(LS)_{ij}$	= Efecto de la interacción lugar de muestreo y sexo
ε_{ij}	= Error experimental

Prueba de significancia.

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del efecto del sexo y la zona corporal de muestreo en el diámetro medio de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro medio, factor de confort, finura al hilado e índice de curvatura en alpacas Huacaya se muestran en los anexo, cuyos principales parámetros estadísticos descriptivos se presentan en las tablas siguientes.

4.1. Diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya

4.1.1. Diámetro medio de fibra según sexo

El diámetro medio de fibra (DMF) en alpacas Huacaya fue de $21,51 \pm 0,23 \mu\text{m}$, para el factor sexo, los machos presentaron ($22,48 \pm 0,36 \mu\text{m}$) mayor diámetro respecto a las hembra ($20,55 \pm 0,27 \mu\text{m}$), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$) (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto del sexo en el diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya (μm)

Sexo	n	Promedio \pm EE	C.V %	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Macho	105	$22,48 \pm 0,36^a$	16,38	16,90	34,40
Hembra	105	$20,55 \pm 0,27^b$	13,61	14,20	28,90
Total	210	$21,51 \pm 0,23$	15,81	14,20	34,40

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

Los resultados del promedio general del diámetro medio de fibra (DMF) son superiores a los resultados reportados en alpacas Huacaya a la primera esquila de Corani por Ormachea (2015) cifrando valores del diámetro medio de $19.6 \pm 2.09 \mu\text{m}$, como también a alpacas Huacaya blanco de las zonas alto andinas de

Apurímac reportado por Vásquez (2015) quien cifra $17.8 \pm 0.2 \mu\text{m}$ en alpacas diente de leche.

Los resultados del promedio general del DMF son inferiores a los citados por Castillo y Zacarías (2014) en alpacas Huacaya ($22,08 \mu\text{m}$) procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica. Así mismo, Holt (2006) quien obtuvo valores de $24.26 \mu\text{m}$.

En general las variaciones encontradas en el DMF pueden ser debido al factor alimentación ya que juega un rol muy importante en la determinación del diámetro de fibra. Sobre el particular Franco *et al.* (2009) menciona que niveles alimenticios bajos en energía y proteína disminuyen el diámetro de fibra, de igual manera disminuye su crecimiento en longitud y en volumen. Al respecto, Bryant *et al.* (1989) reporta que cuando existe abundancia de pastos naturales se presenta el engrosamiento de la fibra como resultado de una mejor alimentación.

Respecto al factor sexo los resultados obtenidos son similares a las variaciones por sexo reportados por Machaca *et al.* (2017) en alpacas Huacaya procedentes de Cotaruse Apurímac quienes reportan que los machos ($23,79 \pm 0,50 \mu\text{m}$) presentan mayor diámetro que las hembras ($22,79 \pm 0,40 \mu\text{m}$) ($P \leq 0,05$); Aylan-Parker y McGregor (2002); Lupton *et al.* (2006) afirman que las hembras tienen menor finura debido a que presentan requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que pasan (lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el diámetro de fibra. Así mismo, Olaguivel (1991), Supo (1991), Reyes (1992), Pinazo (2000) y Montesinos (2000) mencionan que las alpacas hembras presentan fibras más finas que las alpacas machos, esta

diferencia ligera en finura de fibra probablemente es debido a factores fisiológicos tal como menciona Apaza *et al.* (1998)

Sin embargo, son diferentes a los mencionados por Bustinza (1984); Wuliji *et al.* (2000); McGregor y Butler (2004) y Pacco (2010) quienes consideran que la variable sexo no influye en el diámetro medio de fibra, contrariamente en alpacas Huacaya de fibra blanca en la zona alto andina de Apurímac Vásquez *et al.* (2015) para el efecto del factor sexo reporta en machos $19,60 \pm 0,20 \mu\text{m}$ y en hembras $20,10 \pm 0,20 \mu\text{m}$. Así como el diámetro promedio de fibra de alpacas Huacaya en el distrito de Cojata reportado por Huanca *et al.* (2007) fue menor para los machos ($22,47 \pm 2,56 \mu\text{m}$) que las hembras ($22,83 \pm 11,52 \mu\text{m}$).

Los resultados de diámetro de fibra de alpacas Huacaya del distrito de Susapaya reportados por Siña (2012) para el efecto sexo, fueron similares en hembras ($22,55 \pm 2,73 \mu\text{m}$) y machos ($23,45 \pm 2,70 \mu\text{m}$) y por lo tanto concluyen que el sexo no influye sobre esta característica de importancia económica. En vellones de alpaca Huacaya de Cerro de Pasco, Arango (2016) determinó el diámetro medio de fibra en hembras de $23,00 \pm 2,87 \mu\text{m}$ y machos $25,40 \pm 3,49 \mu\text{m}$.

4.1.2. Diámetro medio de fibra según zona corporal

Los promedios por zona corporal de muestreo fueron de $21,34 \pm 0,46 \mu\text{m}$ en cabeza, $19,22 \pm 0,46 \mu\text{m}$ en cuello, $19,56 \pm 0,39 \mu\text{m}$ en manto, $18,95 \pm 0,35 \mu\text{m}$ en costillar, $24,12 \pm 0,63 \mu\text{m}$ en barriga, $23,95 \pm 0,61 \mu\text{m}$ en miembro anterior y $23,46 \pm 0,46 \mu\text{m}$ en miembro posterior, al análisis de variancia con diferencia significativa ($P \leq 0,05$); siendo similares entre cuello manto y costillar, así como entre miembro anterior y posterior ($P > 0,05$) (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de la zona corporal de muestreo en el diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya (μm)

Zona corporal	n	Promedio \pm EE	C.V %	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Cabeza	30	21,34 \pm 0,46 ^b	11,79	16,90	27,30
Cuello	30	19,22 \pm 0,46 ^c	13,04	16,10	28,90
Manto	30	19,56 \pm 0,39 ^c	10,85	16,20	26,70
Costillar	30	18,95 \pm 0,35 ^c	10,02	16,20	23,80
Barriga	30	24,12 \pm 0,63 ^a	14,22	18,00	32,00
M. anterior	30	23,95 \pm 0,61 ^a	13,92	14,20	34,40
M. posterior	30	23,46 \pm 0,46 ^a	10,81	20,00	31,30

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El diámetro de fibra varía según la localización de la muestra tomada, de ahí el esfuerzo por encontrar el punto más representativo de todo el vellón, si bien habrá puntos con diámetro mayores y menores a lo largo de todo el vellón, en la alpaca raza Huacaya en la presente investigación, el diámetro de fibra varía desde 14, 20 μm a 34,40 μm , valores que están dentro de los reportados por Xungai *et al.* (2003) quienes cifran de 10 hasta 50 micras.

Tal como reporta McGregor (2007), en el vellón entero de la alpaca Huacaya Australiana, el diámetro de fibra de la región del cuello es 0.68 μm más delgado que en la región del pecho, las diferencias encontradas en el diámetro de fibra en el vellón de la alpaca según región corporal, coincide con lo referido por Bustinza (2001), quién indica que la fibra más gruesa se encuentra en el pecho, abdomen y las extremidades.

Los resultados son similares a los reportados en alpacas Huacaya procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica citados por Castillo y Zacarías (2014) quienes cifran un diámetro medio de fibra (DMF) de los componentes del vellón, siendo en cuello de 23,93 μm , manto 22,32 μm y bragas 26,66 μm , encontrando mejores finuras para el componente manto

Sobre el particular Pacco (2010) reporta similitud del DMF entre paleta (20,62 \pm 1,86 μm) costillar (20,33 \pm 1,77 μm) y grupa (20,16 \pm 1,95 μm) en alpacas Huacaya del SPAR Macusani, así como Machaca *et al.* (2017) en alpacas Huacaya procedentes de Cotaruse Apurímac consideran que no existe variación entre paleta, costillar y grupa.

Así mismo, el diámetro promedio de fibra de alpacas Huacaya en el distrito de Cojata reportado por Huanca *et al.* (2007) para partes del vellón fueron similares de 22,82 \pm 2,30 μm en paleta, 22,78 \pm 2,13 μm en costillar y grupa 22,63 \pm 2,13 μm .

Los resultados son similares a los estudios de McGregor *et al.* (2011), para el efecto del sitio de muestreo se determinó valores en el costillar de 26,30 μm y la variación en DMF entre 24 sitios de muestreo fue de 20,20 a 50,60 μm y entre nueve sitios de muestreo del sitio principal de vellón fue de 24,80 a 31,70 μm , los atributos de vellón variaron significativamente entre todos los componentes de vellón y entre los sitios de vellón, el patrón general fue un aumento marcado dorso-ventral en DMF.

Los resultados indican que se necesita cuidado en el muestreo de la fibra de alpaca para su análisis y que los criadores deben separar la fibra de alpaca

cuidadosamente en la esquila para mantener una fibra uniforme de valor comercial.

Si bien el costillar es la zona más representativa; sin embargo se realizaron estudios en cabras de la raza Angora por Taddeo (1999), esta vez en Bariloche, Argentina, donde obtuvieron que el punto más representativo de las variables estudiadas, MDF o CV es también el costillar medio. Para otros parámetros como la medulación se estima que es mejor tomar varias muestras, esto es, utilizar el método SGS o método de la rejilla, McGregor (2007) estima que el método del punto medio, no está universalmente aceptado, ya que aunque él mismo sostiene que MidSide es buen predictor, otros autores señalan que en ovejas merino es mejor predictor el método de la rejilla, y que en el caso de las cabras australianas Cashmere el rendimiento de producción con el MidSide es sobreestimado, y el diámetro subestimado.

En su estudio de cabras angora señala que el MidSide también da una finura menor a la real, mientras que el muestreo en el cuello, pecho, o en la pata trasera sobreestima este parámetro. McGregor y Butler (2009) realizaron un estudio en cabras de raza Angora en Australia y tomaron muestras de nueve puntos del vellón, obteniendo que el punto más representativo del diámetro medio de fibra es el punto medio (MS) que estimó Aylan-Parker. Si bien es un método efectivo, se recomienda que se evalúen más puntos si se pretende obtener información válida de otros parámetros como el coeficiente de variación o el factor de confort.

4.2. Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya

4.2.1. Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra según sexo

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra fue de 23,33 %, para el factor sexo, los machos presentaron (23, 87%) mayor coeficiente de variabilidad respecto a las hembra (22,80%), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$) (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto del sexo en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra (%)

Sexo	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Macho	105	23,87 ^a	18,00	30,60
Hembra	105	22,80 ^b	17,80	31,90
Total	210	23,33	17,80	31,90

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

Resultados generales son ligeramente inferiores al coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya hembras del IIPC (24.85 %) reportados por Gil (2017); en Estados unidos en alpacas de un año de edad Huacaya Lupton *et al.* (2006) reporta valores de 25.00%; Manso (2011) en alpacas Huacaya diente de leche en Huancavelica cita valores de 26.03%. Sobre el particular, el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra son inferiores a los reportes de Checmapocco (2013) en alpacas Suri a la primera esquila (26.32%).

Los resultados son superiores a los citados por Castillo y Zacarias (2014) en alpacas Huacaya de dos dientes procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica (22,56%), Vásquez *et al.* (2015) en alpacas Huacaya procedentes de las zonas altas de Apurímac cifrando valores de 21.3 % en alpacas diente de leche.

Para el efecto del factor sexo en alpacas Huacaya de fibra blanca en la zona alto andina de Apurímac Vásquez *et al.* (2015) reporta en machos 22,60% y en hembras 21,30%, con diferencia estadística por lo tanto similares a los resultados del presente estudio. Contrariamente en alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, citados por Checmapocco (2013) el coeficiente de variabilidad de fibra de alpacas a la primera, según el factor sexo fueron similares en machos (26.12%) y en hembras (26.52%). Aruquipa (2015) al evaluar la calidad de fibra de alpacas en dos localidades del municipio de Catacora del departamento de La Paz, reporta también un coeficiente de variación del diámetro medio de fibra similar en machos (21,97%) que en hembras (21,93%).

En centros de producción de alpacas Huacaya de ocho comunidades de Huancavelica Quispe (2010) reporta un coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra similar en machos (21,3%) y hembras (21,5%), resultados diferentes al presente estudio. El coeficiente de variación de diámetro de fibra (CV) es una medida de heterogeneidad entre fibras dentro del vellón y se expresa en porcentajes. El CV en una mecha tiene dos fuentes de variación: la primera que se refiere a la variación de las fibras dentro de la mecha y constituye un 80% y la segunda referido a la variación a lo largo de la mecha que corresponde a un 20% (Quispe, 2010). Un vellón con un CV más bajo, tiene

mayor uniformidad de diámetro de fibras individuales dentro de la mecha y el hilo que se produce con ella es más uniforme y resistente (McLennan y Lewer, 2005; Manso, 2011). Al reducir el CV en 5% resulta similar que si se redujera el DMF en $1\mu\text{m}$ (McLennan y Lewer, 2005; Frank *et al.*, 2006; Ormachea, 2012).

4.2.2. Coeficiente de variabilidad diámetro medio de fibra según zona corporal.

La Tabla 9, presenta el efecto de la zona corporal de muestreo en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra

Tabla 9. Efecto de la zona corporal de muestreo en el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra

Zona corporal	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Cabeza	30	24,38 ^b	20,10	30,30
Cuello	30	22,76 ^{cde}	19,60	28,50
Manto	30	22,02 ^{de}	18,00	25,80
Costillar	30	21,79 ^e	18,90	26,40
Barriga	30	25,82 ^a	19,00	31,90
M. anterior	30	23,43 ^{bc}	20,40	27,90
M. posterior	30	23,14 ^{cd}	17,80	28,40

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra por zona corporal de muestreo fueron de 24,38% en cabeza, 22,67% en cuello, 22,02% en manto, 21,79% en costillar, 25,82% en barriga, 23,43% en miembro anterior y 23,14% en miembro posterior, al análisis de variancia con diferencia significativa

($P \leq 0,05$); siendo el coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra del costillar menor que cabeza, barriga, miembro anterior y posterior ($P \leq 0,05$).

Los resultados son similares los citados por Castillo y Zacarias (2014) en alpacas Huacaya procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica reportan un coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CVDMF) de los componentes de vellón, en cuello (22,56%), manto (22,16%) y braga (21,40%); En alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa citados por Checmapocco (2013) para el factor región corporal fueron similares en paleta (26.53%), costillar medio (25.89%) y grupa (26.54%).

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra resultaría ser adecuado para las exigencias de la industria textil tal como refiere Lupton *et al.*, (2006), esto es atribuible a factores ambientales a través del año, así bajo condiciones severas de desnutrición o enfermedad, puede producirse un adelgazamiento de la fibra hasta el punto de romperse.

Es conveniente un valor menor a 24%, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye un μm por cada 5% de disminución tal como refiere Lupton *et al.* (2006). Quispe *et al.* (2010) en estudios realizados en Vicuñas de la Región de Huancavelica encontró valores de 19.5% mostrando una mayor homogeneidad que otros productores de fibra animal de lujo.

Dada las correlaciones desfavorables entre el coeficiente de variación y el diámetro medio de fibra, existe la posibilidad de reducir la distribución del diámetro de la fibra vía selección, pero es mejor seleccionar por tipos de fibra, logrando reducir el diámetro medio y el coeficiente de variación pero no en forma separada, sino simultáneamente tal como refieren Frank *et al.* (2008). Así mismo

Taddeo (1999), en estudios realizados en Argentina, obtuvieron que el punto más representativo para el CV es el costillar medio.

4.3. Factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya

4.3.1. Factor de confort de fibra según sexo

El factor de confort de fibra de alpacas Huacaya fue de 91,11% %, para el factor sexo, las hembras presentaron (94,52%) mayor coeficiente de variabilidad respecto a los machos (87,69%), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$) (Tabla 10).

Tabla 10. Efecto del sexo en el factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya (%)

Sexo	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Macho	105	87,69 ^b	29,10	100,00
Hembra	105	94,52 ^a	66,80	100,00
Total	210	91,11	29,10	100

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El factor de confort en alpacas Huacaya hembras a la primera esquila (95,47%) del IIPC reportado por Gil (2017) fue mayor a los resultados del presente estudio, Sin embargo, Lupton *et al.* (2006) obtuvo al primer año de vida 82,70%, esta diferencia probablemente puede ser debido a que los valores del diámetro de fibra fueron superiores al presente trabajo de investigación.

Resultados superiores al presente estudio fueron reportados por Fernández y Maquera (2013) en alpacas del CIP La Raya, considerando que el mayor índice

de confort se muestra al año de edad (93.91%), probablemente dicho comportamiento intervienen factores de carácter ambiental y de carácter genético; en las comunidades andinas de Alto Perú y Ancomarca del distrito de Palca, Tacna reportado por Galindo et al. (2016) el factor de confort en alpacas Huacaya al año de edad fue de 97,367 %

En general McGregor (2004) reporta un valor de 55.58%, Quispe *et al* (2007) en estudios realizados en Huancavelica reporta valores del índice de confort 93.66%, así como Ponzoni *et al.* (2006) 75.49%, valores inferiores al presente estudio y en alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac, Vásquez *et al.* (2015) reporta valores de 98.7 % en alpacas diente de leche, resultados inferiores de factor de confort (90,45%) fueron citados por Castillo y Zacarias (2014) en alpacas Huacaya de dos dientes procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica.

Las diferencias reportadas de los estudios se deben probablemente a los diferentes valores del diámetro medio de fibra que guarda relación con el factor de confort tal como mencionan Quispe *et al.* (2007), McGrgoer (2004), MacGregor (2008), Lupton *et al.* (2006), Ponzoni *et al.* (2006), Ormachea (2015), quienes indican que a menor diámetro de fibra el valor del factor de confort será mayor.

Respecto al factor sexo los resultados obtenidos son similares a los reportados por Ormachea (2013) siendo menores en machos (94.99%) respecto a las hembras (96.19%), resultados similares también fueron reportados por Lupton *et al.*, (2006) quien obtuvo en alpacas hembras con un factor de confort de 73,00 % y en machos con un factor de confort de 70.6 %. En vellones de alpaca

Huacaya de Cerro de Pasco, Arango (2016) determinó el factor de confort en hembras de 90,80% y machos 82,03%. Contrariamente en alpacas Huacaya de fibra blanca en la zona alto andina de Apurímac Vásquez *et al.* 2015) para el efecto del factor sexo reporta en machos 96,80 % y en hembras 95,5 %.

En las comunidades andinas de Alto Perú y Ancomarca del distrito de Palca, Tacna; el factor de confort en alpacas Huacaya reportados por Galindo *et al.* (2016) fueron en machos de 92,469 % y en hembras 97,559 %. Contrariamente en alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa, citados por Checmapocco (2013) el factor de confort de fibra de alpacas a la primera, según el factor sexo fueron similares en machos (95,74%) y en hembras (96,01%). En el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani Díaz (2014) reporta valores de factor de confort similares entre machos (97.44%) y hembras (96.90%).

Aruquipa (2015) al evaluar la calidad de fibra de alpacas en dos localidades del municipio de Catacora del departamento de La Paz, reporta índice de confort menor en machos (91,17%) que en hembras (93,16%), similar en variación al presente estudio. En centros de producción de alpacas Huacaya de ocho comunidades de Huancavelica Quispe (2010) reporta un factor de confort similar en machos (95,0%) y hembras (95,1%).

4.3.2. Factor de confort según zona corporal de muestreo

La Tabla 11, muestra el efecto de la zona corporal de muestreo en el factor de confort.

Tabla 11. Efecto de la zona corporal de muestreo en el factor de confort de la fibra de alpacas Huacaya (%)

Zona corporal	n	Porcentaje	Valores extremos	
			Mínimo	Máximo
Cabeza	30	91,66 ^b	65,40	100,00
Cuello	30	98,04 ^a	86,00	100,00
Manto	30	96,68 ^a	72,60	100,00
Costillar	30	97,96 ^a	90,00	100,00
Barriga	30	81,49 ^d	41,70	99,60
M. anterior	30	83,73 ^{cd}	29,10	96,80
M. posterior	30	88,19 ^{cb}	46,20	98,80

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El factor de confort por zona corporal de muestreo fueron de 91,66% en cabeza, 98,04% en cuello, 96,68% en manto, 97,96% en costillar, 81,49% en barriga, 83,73% en miembro anterior y 88,19% en miembro posterior, al análisis de variancia con diferencia significativa ($P \leq 0,05$); siendo el factor de confort en cuello, manto y costillar similares ($P > 0,05$).

Los resultados son similares a los citados por Castillo y Zacarias (2014) en alpacas Huacaya procedentes de la Comunidad de Lachoc en Huancavelica reportan un factor de confort de los componentes de vellón, en cuello (83,90%), manto (90,50%) y braga (73,50%).

En alpacas de la raza Suri de la Asociación de Urinsaya del distrito de Nuñoa citados por Checmapocco (2013) para el factor región corporal fueron similares en paleta (95,39%), costillar medio (95,32%) y grupa (95,91%).

El factor de confort guarda relación con el diámetro medio de fibra, así en vellones de alpaca Huacaya de Cerro de Pasco Arango (2016) determinó una correlación alta negativa ($r=-0,90$), dicho comportamiento es similar a los resultados del presente estudio respecto a región corporal de muestreo.

4.4. Finura al hilado

4.4.1. Finura al hilado según sexo

La Tabla 12, muestra el efecto del sexo en la finura al hilado de alpacas Huacaya.

Tabla 12. Efecto del sexo en la finura al hilado (μm) de la fibra de alpacas Huacaya

Sexo	n	Promedio \pm EE	C.V %	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Macho	105	22,52 \pm 0,39 ^a	17,54	16,60	33,80
Hembra	105	20,37 \pm 0,28 ^b	14,17	15,80	28,30
Total	210	21,45 \pm 0,25	16.86	15,80	33,80

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

La finura al hilado en alpacas Huacaya fue de $21,45 \pm 0,25 \mu\text{m}$, para el factor sexo, los machos presentaron ($22,52 \pm 0,39 \mu\text{m}$) mayor diámetro respecto a las hembra ($20,37 \pm 0,28 \mu\text{m}$), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$).

Los resultados son inferiores a la finura al hilado ($23.93 \pm 3.59 \mu\text{m}$) en alpacas Huacaya hembras del IIPC reportado por Gil (2017), a la primera esquila resulto ser inferior ($20.39 \pm 2.41 \mu\text{m}$); son superiores a alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac por grupos etarios reportados por Vásquez *et al.* (2015)

cifrando valores de $17.4 \pm 0.2 \mu\text{m}$ en alpacas diente de leche, la finura al hilado estaría relacionada directamente con el diámetro medio de fibra.

Los resultados son superiores a los reportes de Quispe (2010) quien en alpacas Huacaya blanco reporta finura al hilado de $20,90 \mu\text{m}$ observando que animales jóvenes tienen menor finura al hilado que adultos y que los animales menores de 18 meses son los que exhiben una mejor finura al hilado.

Para el efecto del factor sexo, contrariamente en alpacas Huacaya de fibra blanca en la zona alto andina de Apurímac Vásquez *et al.* (2015) reporta en machos $19,10 \pm 0,20 \mu\text{m}$ y en hembras $19,60 \pm 0,20 \mu\text{m}$. Así como, en el sector Chocoaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani Díaz (2014) reporta valores de finura al hilado similares entre machos ($19.10 \pm 2.10 \mu\text{m}$) y hembras ($19.23 \pm 2.27 \mu\text{m}$).

Manso (2011) determina que la finura al hilado es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo o tops con diferentes diámetros medio de fibra y coeficiente de variación del diámetro medio de fibra y existe una correlación positiva alta ($r=0,99182$) entre el diámetro medio de fibra con la finura al hilado tal como refiere Vásquez *et al.* (2015). En centros de producción de alpacas Huacaya de ocho comunidades de Huancavelica Quispe (2010) reporta una finura al hilado similar en machos ($21,0 \pm 0,6 \mu\text{m}$) y hembras ($20,9 \pm 0,3 \mu\text{m}$).

Al comparar con las características tecnológicas de la fibra de llama la finura al hilado (FH) antes y después de descordar fue de $22.17 \pm 0.25 \mu\text{m}$ y descordada de $21.11 \pm 0.22 \mu\text{m}$ tal como refiere Layme *et al.* (2016), la finura al hilado estaría dentro de los valores reportados.

4.4.2. Finura al hilado según zona de muestreo corporal

Los promedios por zona corporal de muestreo fueron de $21,47 \pm 0,52 \mu\text{m}$ en cabeza, $18,70 \pm 0,34 \mu\text{m}$ en cuello, $19,28 \pm 0,42 \mu\text{m}$ en manto, $18,59 \pm 0,36 \mu\text{m}$ en costillar, $24,61 \pm 0,71 \mu\text{m}$ en barriga, $24,15 \pm 0,54 \mu\text{m}$ en miembro anterior y $23,33 \pm 0,49 \mu\text{m}$ en miembro posterior, al análisis de variancia con diferencia significativa ($P \leq 0,05$); siendo similares entre cuello manto y costillar, así como entre barriga, miembro anterior y posterior que muestran el mayor valor de finura al hilado ($P > 0,05$) (Tabla 13).

Tabla 13. Efecto de la zona corporal de muestreo en la finura al hilado (μm) de la fibra de alpacas Huacaya

Zona corporal	n	Promedio \pm EE	C.V %	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Cabeza	30	$21,47 \pm 0,52^b$	13,23	16,70	28,90
Cuello	30	$18,70 \pm 0,34^c$	9,85	15,80	24,00
Manto	30	$19,28 \pm 0,42^c$	11,81	16,40	27,10
Costillar	30	$18,59 \pm 0,36^c$	10,64	15,80	23,40
Barriga	30	$24,61 \pm 0,71^a$	15,78	18,00	33,60
M. anterior	30	$24,15 \pm 0,54^a$	12,17	20,40	33,80
M. posterior	30	$23,33 \pm 0,49^a$	11,48	19,00	31,40

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

La asociación ($r=,99182$) entre el diámetro medio de fibra con la finura al hilado es positiva alta tal como refiere Vásquez *et al.* (2015), por lo tanto el comportamiento por zona corporal de muestreo es similar al diámetro medio de fibra.

4.5. Índice de curvatura

4.5.1. Índice de curvatura según sexo

El índice de curvatura en alpacas Huacaya fue de $36,62 \pm 0,47$ °/mm, para el factor sexo, los machos presentaron ($35,52 \pm 0,72$ °/mm) menor índice de curvatura que las hembra ($37,73 \pm 0,61$ °/mm), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$) (Tabla 14).

Tabla 14. Efecto del sexo en el índice de curvatura (°/mm) de fibra de alpacas Huacaya

Sexo	n	Promedio \pm EE	C.V %	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Macho	105	$35,52 \pm 0,72^b$	20,63	16,60	59,90
Hembra	105	$37,73 \pm 0,61^a$	16,44	41,40	53,70
Total	210	$36,62 \pm 0,47$	18,74	16,60	59,90

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El índice de curvatura fue menor que en alpacas Huacaya hembras del IIPC, $38,79 \pm 7,35$ °/mm reportado por Gil (2017), a la primera esquila fue $42,39 \pm 8,94$ °/mm; resultados inferiores fueron reportados por Manso (2011) en alpacas Huacaya procedentes de Huancavelica quien reporta valores de $37,25$ °/mm en alpacas diente de leche, en alpacas Huacaya blanco en zonas alto andinas de Apurímac, Vásquez *et al.* (2015) reporta valores de $35,8 \pm 0,5$ °/mm en alpacas diente de leche, en las comunidades andinas de Alto Perú y Ancomarca del distrito de Palca, Tacna reportados por Galindo *et al.* (2016) el índice de curvatura en alpacas Huacaya al año de edad fue de $41,607 \pm 9,43$ °/mm

En alpacas Huacaya del distrito de Corani Flores *et al.* (2015) reporta valores de $40,87 \pm 7,09$ °/mm en alpacas de dos años; en cambio, Marín (2007), encuentra valores de 47,14 grad/mm en alpacas de un año de edad.

Las diferencias obtenidas probablemente se debe al tamaño de muestra utilizado y a la categoría del animal, al respecto, Mamani (2010); Fish *et al.* (1999); Mike (2006), manifiestan que el diámetro de fibra cumple un rol muy importante en la determinación del índice de curvatura es así que fibras con alta curvatura tienen un menor diámetro. La curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 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, un año de edad.

Respecto al factor sexo en Perú también se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 °/mm en machos y 54.01 °/mm en hembras (Siguayro y Aliaga, 2010); de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm tal como refiere Lupton *et al.* (2006). En alpacas Huacaya de fibra blanca en la zona alto andina de Apurímac Vásquez *et al.* 2015) reporta en machos $36,90 \pm 0,50$ °/mm y en hembras $37,10 \pm 0,40$ °/mm.

En las comunidades andinas de Alto Perú y Ancomarca del distrito de Palca, Tacna; el índice de curvatura en alpacas Huacaya reportados por Galindo *et al.*

(2016) fueron similares en Machos ($40,206 \pm 8,52$ °/mm) y en hembras ($43,914 \pm 6,56$ °/mm). En centros de producción de alpacas Huacaya de ocho comunidades de Huancavelica Quispe (2010) reporta un índice de curvatura similar en machos ($39,3 \pm 1,5$ °/mm) y hembras ($38,3 \pm 0,9$ °/mm).

4.5.2. Índice de curvatura según zona de muestreo

Los promedios por zona corporal de muestreo fueron de $39,65 \pm 1,22$ °/mm en cabeza, $42,62 \pm 1,13$ °/mm en cuello, $35,86 \pm 0,83$ °/mm en manto, $38,23 \pm 0,96$ °/mm en costillar, $29,01 \pm 1,07$ °/mm en barriga, $35,65 \pm 0,91$ °/mm en miembro anterior y $35,34 \pm 1,10$ °/mm en miembro posterior, al análisis de variancia con diferencia significativa ($P \leq 0,05$) (Tabla 15).

Tabla 15. Efecto de la zona corporal de muestreo en el índice de curvatura (°/mm) de la fibra de alpacas Huacaya

Zona corporal	n	Promedio \pm EE	C.V %	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Cabeza	30	$39,65 \pm 1,22^b$	16,89	22,90	51,00
Cuello	30	$42,62 \pm 1,13^a$	14,53	29,80	59,90
Manto	30	$35,86 \pm 0,83^c$	12,66	29,10	44,10
Costillar	30	$38,23 \pm 0,96^{cb}$	13,76	23,00	48,30
Barriga	30	$29,01 \pm 1,07^d$	20,27	16,60	46,90
M. anterior	30	$35,65 \pm 0,91^c$	13,95	23,60	46,40
M. posterior	30	$35,34 \pm 1,10^c$	16,97	17,20	47,50

Las letras diferentes muestran diferencia estadística ($P \leq 0,05$)

El índice de curvatura por región corporal de muestreo corresponde a una curvatura entre baja y media tal como refiere Holt (2006), la menor curvatura se reporta en barriga.

Este parámetro, ha sido estudiado muy poco en el Perú, pero se ha estudiado más en Australia, Nueva Zelanda y EEUU. Liu *et al.* (2004) 28.0 °/mm; Wang *et al.* (2004) 32.00 °/mm; Lupton *et al.* (2006) 32.20 °/mm y McGregor (2006) 27.8 °/mm, respectivamente, los valores encontrados en estos países son similares al presente trabajo de investigación. Contrariamente los resultados obtenidos fueron ligeramente inferiores a lo reportado por Quispe (2010) quien encuentra valores de 38.8 grad/mm.

V. CONCLUSIONES

El diámetro medio de fibra (DMF) en alpacas Huacaya fue de $21,51 \pm 0,23 \mu\text{m}$, para el factor sexo, los machos presentaron ($22,48 \pm 0,36 \mu\text{m}$) mayor diámetro respecto a las hembra ($20,55 \pm 0,27 \mu\text{m}$) ($P \leq 0,05$), el factor zona corporal de muestreo tiene efecto en las características textiles de la fibra ($P \leq 0,05$).

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra fue de 23,33 %, para el factor sexo, los machos presentaron (23,87%) mayor coeficiente de variabilidad respecto a las hembra (22,80%) ($P \leq 0,05$), el factor zona corporal de muestreo tiene efecto en las características textiles de la fibra ($P \leq 0,05$).

El factor de confort de fibra de alpacas Huacaya fue de 91,11% %, para el factor sexo, las hembras presentaron (94,52%) mayor coeficiente de variabilidad respecto a los machos (87,69%) ($P \leq 0,05$), el factor zona corporal de muestreo tiene efecto en las características textiles de la fibra ($P \leq 0,05$).

La finura al hilado en alpacas Huacaya fue de $21,45 \pm 0,25 \mu\text{m}$, para el factor sexo, los machos presentaron ($22,52 \pm 0,39 \mu\text{m}$) mayor finura al hilado respecto a las hembra ($20,37 \pm 0,28 \mu\text{m}$) ($P \leq 0,05$), el factor zona corporal de muestreo tiene efecto en las características textiles de la fibra ($P \leq 0,05$).

El índice de curvatura en alpacas Huacaya fue de $31,60 \pm 0,43 \text{ }^\circ/\text{mm}$, para el factor sexo, los machos presentaron ($35,52 \pm 0,72 \text{ }^\circ/\text{mm}$) menor índice de curvatura que las hembra ($37,73 \pm 0,61 \text{ }^\circ/\text{mm}$) ($P \leq 0,05$), el factor zona corporal de muestreo tiene efecto en las características textiles de la fibra ($P \leq 0,05$).

VI. RECOMENDACIONES

Realizar trabajos de investigación en las características textiles de alpacas Huacaya blanco y color procedentes de la zona agroecológica de puna seca.

En alpacas la zona más representativa de la fibra de alpaca se localiza sobre la décima costilla, en el punto medio entre la línea de la espalda y la barriga, esta región corresponde al costillar medio, por lo que el muestreo de fibra debe realizarse en esta zona.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arango, S. (2016). Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Aruquipa, M. (2015). Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (*vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de La Paz. Tesis de licenciado en Ingeniería Agronómica Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Aylan - Parker, J. y B. McGregor. 2002. Optimización de técnicas de muestreo y la estimación de varianza muestral de la lana en los atributos de calidad en alpacas. *Small Rumin Res* 44, 53-64.
- Bardsley, P. 1994. The collapse of the Australian wool reserve pricescheme. *Economic Journal*. Royal Economic Society, vol. 104(426), pages 1087-1105, September
- Baxter, B. P. 2001. Precision of measurement of diameter, and diameter-length profile, of greasy wool staples on-farm, using the OFDA2000 instrument. *Wool Technology and Sheep Breeding* 49(1): 42-52 pp.
- Baxter, B., M. Brims, T. B. Taylor. 1992. Description and performance of the optical fiber diameter analyser (OFDA). *Journal Textile Institute* 83, 507-526.
- Baxter, B. and D. Cottle. 1997. Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding. International Wool Organisation Technical Committee Meeting, Boston, USA.
- Baxter, B.P. 2002. Comparisons between OFDA, Airflow and Laser scan on raw merino wool – proposal to amend IWTO -47, IWITO Raw Wool Group Report 03, Nice, Nov. 2002.
- Brenes, E., F. Madrigal, K. Pérez, Valladares. 2001. El Clúster de los camélidos en Perú: Diagnostico competitivo y recomendaciones estratégico. Instituto Centro americano de Administración de Empresas. <http://www.caf.Com/attach/4default/Camélidos Perú>.

- Bryant, F. C., A. Florez and J. Pfister. 1989. Sheep and alpaca productivity on high Andean range lands in Peru.
- Bustinza, A. V., R. Sapana, G. Medina. 1985. Crecimiento de la Fibra de Alpaca Durante el Año. In. Mem. Proyecto Piel de Alpaca, informe final. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Bustinza, V. 1984. Rendimiento del vellón de la Alpaca. Problemática Sur Andina N° 7. IIDSA – Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Bustinza, V. 2001. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Edit. Univ. Nac. Del Altiplano, Puno, Perú.
- Calle, R. 1982. Producción y Mejoramiento de la Alpaca UNA - La Molina. Lima - Perú.
- Carhuapoma, M. y A. Sáenz. 2009. Efecto de la condición corporal sobre el peso de vellón y finura de fibra en alpacas Huacaya (*vicugna pacos*) color blanco en la región Huancavelica. Tesis. Ing. Zoot. Huancavelica. Perú.
- Carpio, M. 1991. La fibra de camélidos. En C. Novoa y A. Flórez (Eds.), Producción de rumiantes menores: alpacas (pp. 295 - 356). RERUMEN. Lima. Perú.
- Charcas, H. 1997. Identificación de alpacas sobresalientes para producción de Fibra como base para la formación de un rebaño élite. Tesis de grado. Edit. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia.
- Checmapocco O. 2013. Peso de vellón y efecto del sexo y zona corporal en el diámetro de fibra, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra y factor de confort en alpacas Suri a la primera esquila de la Asociación Urinsaya Puna Nuñoa. Tesis FMVZ.
- Cisneros, 2008. Diámetro de fibra y porcentaje de pelos en alpacas Huacaya de Canchis- Cusco. Tesis Med. Vet. Zoot. UNA - Puno.
- Cordero, A., M. Jurado, P. Castrejon, Y. Mayhua, J.L. Contreras. 2009. Influencia de la edad y del estado reproductivo sobre las características productivas y su relación en alpacas Huacaya. Universidad Nacional de Huancavelica.

I Concurso de subvención de proyectos de Investigación Científica y Tecnológica con Recursos del FOCAM.

Cottle, D. J. 2010. Wool preparation and metabolism. In: Cottle, D.J. (Editor), International Sheep and Wool Handbook. Nottingham University Press, Nottingham

De Los Ríos, E. 2006. Producción textil de la fibra de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú. Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial (UNIDO).

Del Carpio, P. 1989. Diámetro de fibra, longitud de fibra y rendimiento de vellón en alpacas Huacaya a diferentes altitudes. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNA-Puno. Perú.

Edriss, M. A., G.Dashab, A. Ghareh, M.A. Nilforoosha,H. Movassagh.2007. A study of some physical attributes of Naeini sheep wool for textile industry. Pakistan J. Biol. Sci.

Elvira, M. 2017. Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000. Sitio Argentino de producción animal.

FAO, 2008. Agricultura y ganadería altoandina severamente afectadas por las bajas temperaturas en la sierra Peruana comienzan su recuperación. Programa de Emergencias de la FAO en el Perú. Nota de prensa.

FAO. 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos sudamericanos en la Región Andina.

Fernandez, E; Maquera, Z. 2012. Diámetro de fibra e índice de picazón y confort en alpacas hembras de raza suri en puna húmeda. Revista ALLPAK´A del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos 16: 59-67.

Fish, V.E., T.J. Mahar y B.J. Crook. 1999. Fiber curvature morphometry and measurement. International WoolTextileOrganization. Nice Meeting. Report N° CTF 01.

- Flores W. B. Calsin y E. Fernández. 2015. Diámetro de fibra, índice de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya del Distrito de Corani-Carabaya. Revista Allpak`a. Vol 18 N° 1 pag 51-63.
- Franco, F. E. 2006. Efecto alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Tesis de Magister en Producción y reproducción Animal. Lima: Edit. Univ. Nac. Mayor de San Marcos.
- Franco, F., F. San Martín, M. Ara, L. Olazábal, F. Carcelén. 2009. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas.
- Galindo, W., Gandarillas, D., Rodríguez, H., Flores, H., Maquera, E., Paniagua J. (2016). Confort e índice de curvatura en fibra de alpacas Huacaya (*Vicugna pacus*) de las comunidades de ancomarca y alto Perú - región Tacna. Revista científica en Camélidos Sudamericanos del Centro de investigación en Camélidos Sudamericanos N° 1. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna – Perú
- Gillespie, J. R., F.B. Flanders. 2010. Modern livestock and poultry production, 8th Edition, Delmar Cengage Learning, Clifton Park, NY.
- González, H., L. Carlos, R. Velarde, R. Rosadio, W. García, C. Gavidia. 2008. Evaluación de un método numérico de medición del diámetro de la fibra de alpaca, Rev. Inv. Vet. Peru; 19(1):1-8.
- Grishanov, S.A., R.J. Harwood, I. Booth. 2006. A method of estimating the single flax fiber fineness using data from the Laser Scan system. Industrial Crops and Products.
- Gutiérrez, J., F. Goyache, A. Burgos, I. Cervantes. 2009. Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas. Livestock Science. 123:193-197.
- Hansford, K. A. 1997. Wool strength and topmaking. Wool Technology and Sheep Breeding.
- Hansford, K. A., J.W. Marler and I. M. McLachlan. 2002. Using OFDA 2000 and FLEECESCAN to prepare lots for sale and sheep selection: a case study, paper 35, Wool Industry Science Technology Conference, October 2002, Hamilton, Victoria, Australia.

- Hatcher, S., K.D. Atkins. 2000. Breeding objectives which include fleece weight and fibre diameter do not need fibre curvature. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, 13, 293-296.
- Hoffman, E. 2003. Fiber. In: *The complete alpaca book*. USA: Ed. Bonny Doon.p 235-322.
- Hoffman, E. and M. Fowler. 1995. Fiber. In: *The alpaca book*. USA: Ed. Clay Press.p 44-84.
- Holt, C. 2006. A Survey of the Relationships of Crimp Frequency, Micron, Character and Fiber Curvature. A Report to the Australian Alpaca Ass.
- Huamani, R. y C. E. Gonzales. 2004. Efecto de la edad y el sexo en los parámetros físicos de la fibra de alpaca (lama pacos) Huacaya en Huancavelica Tesis. Edt. UNH. Huancavelica, Perú. p 80.
- Huanca, T., Apaza, N. y Lazo, A. (2007). Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa APPA-Alpa- Cusco, Perú, 2007
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV censo nacional agropecuario 2012 (IV CENAGRO).
- Iñiguez, LC; Alem, R; Wauer, A; Mueller, J. 1998. Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population from Southern Bolivia. *Small Ruminant Research* 30: 57-65.
- Kadwell, M., M. Fernandez, H.F. Stanley, R. Baldi, C. Wheeler, R. Rosario and M.W. Brufort. 2001. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca.
- Kelly, M. J., A. A. Swan, K.D. Atkins. 2007. Optimal use of on-farm fiber diameter measurement and its impact on production in commercial Merino flocks. *Aust. J. Expt. Agric.*
- Lee, G.J., K.J. Thornberry, A.J. Williams. 2001. The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feeding is increased. *Aust.*
- Liu X., L. Wang and X. Wang. 2004. Evaluating the Softness of Animal Fibers.

- Lupton, C. J., and A. McColl, R. Stobart. 2006. Fiber characteristic of the Huacaya alpaca Elsevier science.
- Machaca, V., A., Bustinza, V., Corredor, F.A., Paucara, V., Quispe, E.E., Machaca, R. 2017. Características de la Fibra de Alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú Rev Inv Vet Perú 2017; 28(4): 843-851 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>
- Mamani, A. 2009 Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra según región corporal. (V Congreso mundial sobre camélidos Riobamba Ecuador 2009 Resúmenes y trabajos).
- Marin, E. 2007. Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- McColl, A. 2004. Methods for measuring microns. Alpacas Magazine. Herd Sire 164-168.
- McGregor, B.A. 2006. Production attributes and relative value of alpaca Fleeces in southern Australia and implications for industry development Small Rumin Res 61, 93-111.
- McGregor, B.A., and K. L. Butler. 2004. Sources of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. Australian journal of Agricultural Res 55, 433-442.
- McLennan, N. y R. Lewer. 2005. Wool production Coefficient of variation of fiber diameter (CVFD).
- Montes, M., I. Quicaño, E. C. Quispe, L. Alfonso. 2008. Características de la fibra de alpaca Huacaya producida en la región Altoandina de Huancavelica, Perú. Grafica Ind. E.I.R.L. Huancayo.
- Morante, R., F. Goyache, A. Burgos, I. Cervantes, M.A. Péres-Cabal, J. P. Gutiérrez. 2009. Genetic improvement for alpaca fiber production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience.

- Mueller, J. 2007. Novedades en la determinación de diámetros de fibra y su Fibra y su relevancia en programas de selección INTA Bariloche.
- Mueller, J. P. 2008. Special Animal Fibers in South América. Comunicación Técnica INTA EEA Bariloche Nro. PA 536, 5p.
- Olarte U., M. Tapia, E. Apaza, J. Quispe. (2013). Influencia del medio ecológico y época del año sobre el diámetro y longitud de mecha en el vellón de alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya machos. *Revista de Investigaciones Allpak´a* Vol 18 N° 01, pp 51-65.
- Ormachea, E. 2012. Características de la fibra de alpaca analizadas con el método OFDA 2000. *Revista ALLPAK´A del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos* 16: 83-92.
- Pacco, C. 2010. Diámetro de fibra, numero de rizos y porcentaje de pelos en alpacas reproductores de plantel Huacaya del SPAR Macusani. Tesis Med. Vet. Zoot.UNA Puno.
- Ponzoni, R. W., R.J. Grimson, J.A .Hill, D.J. Hubbard, B.A. McGregor, A.Howse, I. Carmichaeland G.J. Judson. 2006. The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas.
- Ponzoni, R.W. 2000. Genetic improvemet of Australian Alpacas: present state and potencial developments. *Proc. Aust. Alpaca Assoc.* p 71-96
- Poppi, D. P., S.R. McLennan. 2010. Nutritional research to meet future challenges. *Anim. Prod. Sci.*
- Quispe, E. C., Flores, A., y Guillen, H. 2007. I Simposium Internacional de Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. Grafica Huancayo-Perú.
- Quispe, E.C. 2010. Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Libro de Conferencias Magistrales del International Simposiumon Fiber South American Camelids. Huancavelica-Perú.

- Quispe, E.C., A. Flores, y J. Mueller. 2009. La fibra de la alpaca: contribución de su conocimiento a través del proyecto contrato n°2006-00211-INCAGRO.
- Quispe, E.C., R. Paucar, A. Poma, D. Sachero, J. Mueller. 2008. Perfil de diámetro de fibra en alpacas. Seminario Internacional de Biotecnología aplicada en Camélidos Sudamericanos. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
- Raggi, L. 2016. Enfoque de la industria pecuaria para la adición de controles de calidad y obtención de fibras de alta calidad junto a procesos textiles para mercados internacionales. Universidad de Chile en: <http://agendainnovacionarequipa.com/wp-content/uploads/2016>
- Renieri, C., E.N. Frank¹, A.Y. Rosati and M. Antonini. 2009. Definición de razas en llamas y alpacas¹. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990319>. Published online: 20 November 2009.
- Rodríguez, T. 2006. Producción de fibra de camélidos, calidad de fibra de llama descordada y clasificada. Edit. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Facultad de Agronomía, UMSA (Bolivia).
- Rogers, G. E. 2006. Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered.
- Rowe, J. B. 2010. The Australian sheep industry – undergoing transformation. Anim. Prod. Sci.
- Sacchero, D. 2008. Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. Grafica Industrial IERL - Huancayo- Perú.
- Safley, M. 2006. "Wool Technology and Sheep Breeding, 2002 50(4)" with permission of Australian Wool Testing Authority, Limited. Copyright © 2002 AWTA, Ltd. [www. Journal alpaca of fiber](http://www.journalalpacaofiber.com).
- San Martín, F., y F. E. Franco. 2007. Efecto del nivel alimenticio Sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Edit. Sirivs Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima-Perú.

- Siguayro, R. yA. Gutiérrez. 2010. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku (*lama glama*) y la alpaca huacaya (*lama pacos*) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. Perú.
- Siña, M. (2012). Características físicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Susapaya, provincia de Tarata Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Skinner, D. 2005. Snow Mass Alpacas; Brochure. The making the champion part II. EE.UU.
- Solis, R.H. 1991. Tecnología de lanas y fibras animales especiales. Primera Edición. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNDAC. Cerro de Pasco. Perú.
- SPAR - CEPES. 2006. MISKIPAQU, Boletín informativo N° 8. Jesus Maria Lima.
- Vásquez, RA; Gómez, OE; Quispe, EC. 2015. Características Tecnológicas de la Fibra Blanca de Alpaca Huacaya en la Zona Altoandina de Apurímac. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 26(2): 213-222.
- Velarde, L. y J. Guerrero. 2001. Improving quantity and quality of alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies. saad iii: in proceeding tirad international symposium in systems approachs for agricultural. Development. SAAD III. Lima.
- Vilcanqui, H. 2008. Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Wang, L.J., X.Liu, X.G. Wang.2004. Changes in fiber curvature during the processing of wool and alpaca fibres and their blends. College of Textiles.
- Warn, L.K., K.B. Geenty, S.McEachern. 2006. Wool meetsmeat: Tools for a modern sheep enterprise. In: Cronjé, P., Maxwell, D.K. (Eds.), Australian Sheep Industry Cooperative Research Centre Conference, Orange, Australia.

- Wood, E. 2003. Textile properties of wool and other fibers. Wool Tech. Sheep Breed.
- Wuliji, T., G.H. Davis, K. G. Dodds, R. Turner, R.N. Andrews and G. D. Bruce. 2000. Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zeland. Small Rumin. Res., 37:189-201.
- Xungai, W., W. Lijing & L. Xiu. 2003. The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No 03/128. Australia. 119 p.



ANEXO

Anexo 1: Diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya por región corporal y sexo

N°	MACHOS						HEMBRAS							
	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.
1	20.90	17.90	18.70	18.10	22.60	23.70	21.80	22.00	17.80	16.80	17.00	22.10	22.60	23.60
2	27.10	22.30	21.90	23.40	25.80	25.20	29.10	20.70	16.10	16.70	17.20	18.00	22.70	21.20
3	18.10	17.30	18.30	18.10	18.90	25.80	23.40	21.90	28.90	20.10	18.80	25.90	23.90	22.50
4	24.80	20.50	23.10	22.30	29.10	34.40	31.30	18.50	19.10	16.80	16.20	24.30	14.20	23.30
5	23.10	19.40	21.20	20.70	24.60	25.30	24.00	20.70	17.70	18.00	17.30	21.80	21.60	21.10
6	27.30	23.50	26.70	23.80	26.70	28.60	22.80	20.30	17.40	18.00	17.10	19.50	21.80	20.00
7	23.50	21.70	20.60	21.50	28.10	28.30	25.10	20.20	18.50	18.80	18.70	24.30	20.90	22.30
8	19.60	18.00	18.40	18.40	22.80	23.70	22.30	19.40	17.80	19.40	18.30	23.90	22.20	22.90
9	20.10	16.90	19.00	17.20	21.40	22.60	21.30	19.90	17.70	17.80	17.30	18.80	22.70	21.20
10	20.20	18.90	21.30	18.70	32.00	25.10	23.60	24.10	19.10	20.20	19.00	24.60	23.90	22.40
11	16.90	17.90	20.70	18.70	23.50	21.70	21.40	22.90	19.20	19.30	18.40	26.50	24.70	24.20
12	22.30	21.60	20.70	20.20	27.70	26.50	28.70	19.40	19.10	20.10	18.90	26.70	22.40	23.20
13	20.00	20.50	20.20	19.10	24.60	24.00	26.30	20.20	17.40	16.20	16.60	19.40	20.80	22.70
14	19.00	17.10	18.20	18.30	22.20	25.10	22.00	20.20	18.40	18.90	18.60	24.00	21.80	22.00
15	21.40	18.90	20.60	20.20	30.30	26.30	25.40	25.40	20.00	20.00	20.40	23.60	26.00	22.70
PROM	21.62	19.49	20.64	19.91	25.35	25.75	24.57	21.05	18.95	18.47	17.99	22.89	22.15	22.35
DS	3.07	2.08	2.21	2.05	3.62	3.04	3.08	1.88	2.92	1.40	1.13	2.83	2.61	1.10
EE	0.79	0.54	0.57	0.53	0.94	0.79	0.80	0.49	0.75	0.36	0.29	0.73	0.67	0.28
CV	14.19	10.67	10.69	10.28	14.29	11.81	12.54	8.93	15.42	7.55	6.29	12.38	11.79	4.94
MAX	27.30	23.50	26.70	23.80	32.00	34.40	31.30	25.40	28.90	20.20	20.40	26.70	26.00	24.20
MIN	16.90	16.90	18.20	17.20	18.90	21.70	21.30	18.50	16.10	16.20	16.20	18.00	14.20	20.00

Anexo 2: Finura al hilado de fibra de alpacas Huacaya por región corporal y sexo

N°	MACHOS						HEMBRAS							
	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.
1	21.40	17.40	18.20	17.70	22.60	23.40	21.40	22.40	17.50	16.70	16.90	22.30	22.20	24.00
2	28.90	22.60	21.70	23.30	27.50	26.00	29.20	20.90	15.80	16.80	17.00	18.10	22.40	20.70
3	17.50	17.00	17.60	17.60	18.30	25.10	23.40	21.40	18.30	19.40	18.00	25.70	23.80	22.30
4	24.80	20.00	23.20	21.90	30.00	33.80	31.40	18.10	18.60	16.50	15.80	23.90	24.00	22.70
5	23.70	19.40	21.40	20.80	25.20	25.80	23.90	21.00	17.80	17.60	17.00	22.70	21.40	20.80
6	27.40	24.00	27.10	23.40	27.00	29.70	23.00	20.30	17.00	17.50	16.50	19.40	21.10	19.00
7	23.50	21.80	20.40	21.50	29.00	29.30	25.30	20.50	18.30	18.30	18.30	26.30	20.40	22.40
8	19.40	18.00	18.10	18.30	22.90	24.10	21.90	18.90	17.20	18.60	17.60	23.70	21.60	22.40
9	20.80	16.90	18.30	16.60	22.00	22.30	20.60	20.10	17.50	17.00	16.70	18.00	22.20	20.40
10	20.20	18.60	20.90	18.10	33.60	25.20	24.20	24.40	18.70	20.00	18.50	25.40	23.60	22.50
11	16.70	18.70	21.50	19.10	24.50	21.80	22.00	24.10	19.10	19.20	18.00	28.30	25.00	24.40
12	22.40	21.70	20.70	20.00	29.00	24.90	28.20	18.80	18.30	19.80	18.40	27.20	21.80	23.10
13	19.40	19.90	19.60	18.40	24.60	24.30	26.00	20.20	17.40	16.40	16.30	19.80	20.90	23.60
14	19.50	17.00	17.90	17.90	22.60	24.50	21.60	20.00	17.90	18.40	18.10	23.90	21.40	21.40
15	21.50	18.60	20.40	20.30	31.20	26.30	25.40	25.90	19.90	19.20	19.60	23.60	26.20	22.80
PROM	21.81	19.44	20.47	19.66	26.00	25.77	24.50	21.13	17.95	18.09	17.51	23.22	22.53	22.17
DS	3.41	2.21	2.48	2.14	4.10	3.10	3.13	2.20	0.97	1.25	1.02	3.21	1.65	1.46
EE	0.88	0.57	0.64	0.55	1.06	0.80	0.81	0.57	0.25	0.32	0.26	0.83	0.42	0.38
CV	15.64	11.38	12.12	10.89	15.76	12.02	12.78	10.42	5.43	6.91	5.82	13.82	7.30	6.60
MAX	28.90	24.00	27.10	23.40	33.60	33.80	31.40	25.90	19.90	20.00	19.60	28.30	26.20	24.40
MIN	16.70	16.90	17.60	16.60	18.30	21.80	20.60	18.10	15.80	16.40	15.80	18.00	20.40	19.00

Anexo 3: Factor de confort de fibra de alpacas Huacaya por región corporal y sexo

N°	MACHOS						HEMBRAS							
	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.
1	92.80	99.80	98.90	99.20	92.30	89.60	95.60	90.90	99.80	100.00	100.00	92.60	92.80	86.40
2	65.40	90.80	93.60	90.00	70.40	76.20	59.10	95.10	100.00	100.00	100.00	99.60	91.90	96.30
3	99.60	100.00	99.70	99.30	98.90	82.20	89.40	95.50	99.10	97.70	99.20	80.50	88.40	91.30
4	82.00	96.90	89.00	94.10	53.90	29.10	46.20	99.00	98.40	100.00	100.00	88.40	86.80	92.70
5	86.50	97.60	93.60	94.50	81.10	78.70	87.10	94.90	99.90	99.50	100.00	91.10	95.10	95.10
6	70.00	86.00	72.60	90.30	71.70	55.40	90.30	94.40	100.00	99.60	100.00	98.20	95.80	98.80
7	88.80	93.30	95.90	94.10	61.60	58.60	81.90	94.60	99.30	98.60	98.50	77.60	96.80	91.70
8	95.70	99.10	99.30	98.90	91.50	85.30	93.50	98.60	100.00	99.10	99.70	89.10	94.60	92.20
9	94.70	100.00	98.90	100.00	92.10	92.40	97.30	95.60	99.50	99.70	100.00	99.60	93.70	97.50
10	95.40	99.10	95.40	98.60	41.70	80.40	85.30	85.80	98.10	96.30	98.80	80.90	88.80	90.20
11	100.00	99.20	93.00	97.90	85.00	92.80	92.30	86.40	97.90	97.30	99.20	66.80	81.90	85.50
12	90.70	93.90	94.60	96.00	60.50	77.10	94.40	97.60	99.50	97.00	98.80	74.60	94.60	89.10
13	97.90	98.60	98.60	99.20	85.60	84.10	76.20	95.70	100.00	100.00	100.00	97.20	94.60	88.60
14	96.90	100.00	99.20	99.60	92.40	85.80	94.80	95.70	99.30	98.40	99.10	88.20	94.70	95.30
15	93.10	98.50	96.20	95.60	52.30	76.70	80.30	80.50	97.60	98.70	98.10	89.20	76.90	91.30
PORC	89.97	96.85	94.57	96.49	75.40	76.29	84.25	93.35	99.23	98.79	99.43	87.57	91.16	92.13
MAX	100.00	100.00	99.70	100.00	98.90	92.80	97.30	99.00	100.00	100.00	100.00	99.60	96.80	98.80
MIN	65.40	86.00	72.60	90.00	41.70	29.10	46.20	80.50	97.60	96.30	98.10	66.80	76.90	85.50

Anexo 4: Coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra de alpacas Huacaya por región corporal y sexo

N°	MACHOS						HEMBRAS							
	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.
1	26.60	20.80	21.00	22.00	24.30	22.50	22.10	26.20	21.70	23.10	23.70	25.00	22.10	25.90
2	30.30	25.20	23.10	23.50	30.60	27.50	24.30	25.20	21.60	25.00	22.80	24.80	22.70	21.50
3	20.10	22.40	20.00	21.00	20.50	21.30	24.30	21.20	20.60	20.10	18.90	23.30	23.40	23.30
4	24.30	21.60	24.40	22.30	27.10	22.00	24.60	21.30	21.30	22.00	20.60	22.30	23.40	21.20
5	26.80	23.80	25.00	24.80	26.50	26.20	23.60	25.40	24.60	21.60	21.80	28.30	22.90	22.50
6	24.30	26.20	25.40	22.30	25.30	27.90	25.00	24.30	20.90	21.00	20.30	23.50	20.40	17.80
7	23.90	24.30	22.50	23.70	27.20	27.60	25.10	25.30	23.10	21.10	22.00	31.90	21.00	24.30
8	22.90	24.40	22.00	23.20	24.40	25.60	22.20	20.80	19.80	19.40	19.70	22.90	20.90	21.40
9	27.20	23.60	19.90	20.00	26.80	22.30	19.00	25.30	22.90	18.60	19.70	19.00	21.60	19.60
10	24.00	22.00	21.90	20.60	29.00	24.60	26.40	25.30	21.50	23.10	21.00	27.20	22.70	24.60
11	22.60	28.50	18.00	26.40	28.00	24.50	26.80	28.90	23.60	23.70	21.50	30.70	25.40	21.70
12	24.40	24.50	23.90	22.90	28.70	21.50	21.80	20.30	19.60	22.70	20.70	25.90	21.00	23.20
13	20.50	20.60	20.50	19.90	23.90	25.40	22.50	23.80	24.20	25.80	21.90	26.20	24.50	28.40
14	26.60	23.20	22.30	21.10	26.00	21.30	21.70	23.10	20.80	21.00	21.50	23.90	21.70	20.70
15	24.50	22.20	23.20	24.50	27.20	24.10	24.00	26.00	23.20	19.40	19.50	24.20	25.00	24.60
PORC	24.60	23.55	22.21	22.55	26.37	24.29	23.56	24.16	21.96	21.84	21.04	25.27	22.58	22.71
MAX	30.30	28.50	25.40	26.40	30.60	27.90	26.80	28.90	24.60	25.80	23.70	31.90	25.40	28.40
MIN	20.10	20.60	18.00	19.90	20.50	21.30	19.00	20.30	19.60	18.60	18.90	19.00	20.40	17.80

Anexo 5: Índice de curvatura de fibra de alpacas Huacaya por región corporal y sexo

N°	MACHOS										HEMBRAS										
	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.	CABEZA	CUELLO	MANTO	COSTILLAR	BARRIGA	M. ANTER.	M. POST.
1	41.30	59.90	39.80	47.10	36.20	46.40	46.50	35.90	37.90	35.60	37.90	27.70	33.80	27.90	35.90	37.90	35.60	37.90	27.70	33.80	27.90
2	22.90	34.00	37.00	36.60	25.30	37.00	34.30	41.90	38.70	33.20	32.70	31.00	35.90	33.20	41.90	38.70	33.20	32.70	31.00	35.90	33.20
3	46.40	44.90	43.10	40.20	37.90	34.20	34.30	35.70	44.60	34.90	40.20	26.20	39.60	41.60	35.70	44.60	34.90	40.20	26.20	39.60	41.60
4	34.00	39.90	29.90	32.90	20.30	23.60	27.80	36.90	37.80	41.80	48.30	25.30	28.60	31.60	36.90	37.80	41.80	48.30	25.30	28.60	31.60
5	33.40	40.90	33.10	35.60	30.10	34.60	35.20	46.40	42.50	40.60	35.10	26.20	36.00	34.30	46.40	42.50	40.60	35.10	26.20	36.00	34.30
6	35.40	43.20	32.60	36.80	36.10	35.60	17.20	51.00	53.70	44.10	46.00	46.90	42.90	47.50	51.00	53.70	44.10	46.00	46.90	42.90	47.50
7	34.90	29.80	29.10	23.00	16.60	24.70	28.90	41.80	39.80	36.80	34.80	23.70	35.90	34.20	41.80	39.80	36.80	34.80	23.70	35.90	34.20
8	44.20	37.20	40.20	32.90	28.50	29.40	32.40	48.70	44.90	32.40	37.90	28.10	41.40	39.90	48.70	44.90	32.40	37.90	28.10	41.40	39.90
9	30.90	37.70	30.90	36.70	23.60	31.40	30.70	39.20	50.50	34.40	39.50	35.10	33.50	43.30	39.20	50.50	34.40	39.50	35.10	33.50	43.30
10	36.00	44.80	33.60	40.40	22.70	36.50	40.30	37.20	44.50	32.70	32.10	32.70	35.50	37.90	37.20	44.50	32.70	32.10	32.70	35.50	37.90
11	49.80	38.10	30.30	38.10	30.70	38.60	37.70	34.70	41.80	42.10	42.70	27.10	35.80	33.90	34.70	41.80	42.10	42.70	27.10	35.80	33.90
12	49.80	45.50	33.10	35.00	25.30	33.40	35.10	37.20	44.10	36.00	39.70	28.20	38.80	36.80	37.20	44.10	36.00	39.70	28.20	38.80	36.80
13	49.70	36.80	32.90	41.60	27.70	41.60	35.00	41.70	38.10	42.40	40.80	30.10	36.90	32.80	41.70	38.10	42.40	40.80	30.10	36.90	32.80
14	45.40	49.40	30.20	39.10	33.20	42.40	37.50	37.70	50.20	39.50	47.80	26.80	33.10	32.10	37.70	50.20	39.50	47.80	26.80	33.10	32.10
15	37.10	39.10	32.00	35.20	27.20	35.60	38.80	32.20	48.30	41.60	40.10	33.80	36.90	41.40	32.20	48.30	41.60	40.10	33.80	36.90	41.40
PROM	39.41	41.41	33.85	36.75	28.09	35.00	34.11	39.88	43.83	37.87	39.71	29.93	36.31	36.56	39.88	43.83	37.87	39.71	29.93	36.31	36.56
DS	8.00	7.12	4.23	5.27	6.10	6.16	6.59	5.36	5.05	4.02	4.99	5.71	3.51	5.28	5.36	5.05	4.02	4.99	5.71	3.51	5.28
EE	2.10	1.47	1.93	1.31	1.24	1.32	1.58	1.00	0.91	1.18	1.22	1.55	0.87	1.33	1.00	0.91	1.18	1.22	1.55	0.87	1.33
CV	20.31	17.20	12.51	14.34	21.73	17.61	19.33	13.45	11.53	10.60	12.56	19.06	9.66	14.43	13.45	11.53	10.60	12.56	19.06	9.66	14.43
MAX	49.80	59.90	43.10	47.10	37.90	46.40	46.50	51.00	53.70	44.10	48.30	46.90	42.90	47.50	51.00	53.70	44.10	48.30	46.90	42.90	47.50
MIN	22.90	29.80	29.10	23.00	16.60	23.60	17.20	32.20	37.80	32.40	32.10	23.70	28.60	27.90	32.20	37.80	32.40	32.10	23.70	28.60	27.90

Anexo 6. Análisis de variancia para la variable diámetro medio de fibra

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	1214.249952	93.403842	15.20	<.0001
Error	196	1204.080000	6.143265		
Corrected Total	209	2418.329952			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.502103	11.52079	2.478561	21.51381

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	194.8823333	194.8823333	31.72	<.0001
CLASE	6	966.8629524	161.1438254	26.23	<.0001
SEXO*CLASE	6	52.5046667	8.7507778	1.42	0.2069

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	22.4771	105	1
B	20.5505	105	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	24.1233	30	5
A	23.9500	30	6
A	23.4600	30	7
B	21.3367	30	1
C	19.5567	30	3
C	19.2200	30	2
C	18.9500	30	4

Level of SEXO	Level of CLASE	N	Mean	Std Dev
1	1	15	21.6200000	3.06738604
1	2	15	19.4933333	2.07965199
1	3	15	20.6400000	2.20739018
1	4	15	19.9133333	2.04760022
1	5	15	25.3533333	3.62173334
1	6	15	25.7533333	3.04088020
1	7	15	24.5666667	3.07957944
2	1	15	21.0533333	1.88067870
2	2	15	18.9466667	2.92082832
2	3	15	18.4733333	1.39512758
2	4	15	17.9866667	1.13191788
2	5	15	22.8933333	2.83333894
2	6	15	22.1466667	2.61120297
2	7	15	22.3533333	1.10315565

Anexo 7. Análisis de variancia para la variable finura al hilado

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	1513.326667	116.409744	18.74	<.0001
Error	196	1217.776000	6.213143		
Corrected Total	209	2731.102667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	FH Mean
0.554108	11.62240	2.492618	21.44667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	241.929333	241.929333	38.94	<.0001
CLASE	6	1239.338667	206.556444	33.25	<.0001
SEXO*CLASE	6	32.058667	5.343111	0.86	0.5254

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	22.5200	105	1
B	20.3733	105	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	24.6100	30	5
A	24.1500	30	6
A	23.3333	30	7
B	21.4700	30	1
C	19.2800	30	3
C	18.6967	30	2
C	18.5867	30	4

Level of SEXO	Level of CLASE	N	-----DIAM----- Mean	Std Dev
1	1	15	21.8066667	3.40953844
1	2	15	19.4400000	2.21256154
1	3	15	20.4666667	2.48097523
1	4	15	19.6600000	2.14136138
1	5	15	26.0000000	4.09633983
1	6	15	25.7666667	3.09646496
1	7	15	24.5000000	3.13095148
2	1	15	21.1333333	2.20216344
2	2	15	17.9533333	0.97458172
2	3	15	18.0933333	1.25098057
2	4	15	17.5133333	1.01971051
2	5	15	23.2200000	3.20940582
2	6	15	22.5333333	1.64562913
2	7	15	22.1666667	1.46271112

Anexo 8. Análisis de variancia para la variable indice de curvatura

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	3579.382143	275.337088	8.62	<.0001
Error	196	6261.582667	31.946850		
Corrected Total	209	9840.964810			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.363723	15.43361	5.652154	36.62238

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	255.642333	255.642333	8.00	0.0052
REGION	6	3264.242476	544.040413	17.03	<.0001
SEXO*REGION	6	59.497333	9.916222	0.31	0.9310

The SAS System

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	37.7257	105	2
B	35.5190	105	1

Duncan Grouping	Mean	N	REGION
A	42.620	30	2
B	39.647	30	1
C B	38.227	30	4
C	35.863	30	3
C	35.653	30	6
C	35.337	30	7
D	29.010	30	5

Level of SEXO	Level of REGION	N	Mean	Std Dev
1	1	15	39.4133333	8.00364798
1	2	15	41.4133333	7.12439137
1	3	15	33.8533333	4.23486661
1	4	15	36.7466667	5.26943568
1	5	15	28.0933333	6.10461964
1	6	15	35.0000000	6.16406638
1	7	15	34.1133333	6.59381384
2	1	15	39.8800000	5.36272852
2	2	15	43.8266667	5.05349478
2	3	15	37.8733333	4.01612227
2	4	15	39.7066667	4.98805239
2	5	15	29.9266667	5.70544435
2	6	15	36.3066667	3.50865596
2	7	15	36.5600000	5.27538760

Anexo 9. Análisis de variancia para la variable factor de confort

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	12018.96114	924.53547	11.12	<.0001
Error	196	16292.33200	83.12414		
Corrected Total	209	28311.29314			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.424529	10.00732	9.117244	91.10571

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	2453.508762	2453.508762	29.52	<.0001
CLASE	6	8456.327143	1409.387857	16.96	<.0001
SEXO*CLASE	6	1109.125238	184.854206	2.22	0.0424

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	94.524	105	2
B	87.688	105	1

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	98.040	30	2
A	97.957	30	4
A	96.680	30	3
B	91.660	30	1
C B	88.190	30	7
C D	83.727	30	6
D	81.487	30	5

Level of SEXO	Level of CLASE	N	Mean	Std Dev
1	1	15	89.9666667	10.3049688
1	2	15	96.8533333	4.1065917
1	3	15	94.5666667	6.7982841
1	4	15	96.4866667	3.3131484
1	5	15	75.4000000	17.8812352
1	6	15	76.2933333	16.8535061
1	7	15	84.2466667	14.3984556
2	1	15	93.3533333	5.2292948
2	2	15	99.2266667	0.8327808
2	3	15	98.7933333	1.2232665
2	4	15	99.4266667	0.6540715
2	5	15	87.5733333	9.7559847
2	6	15	91.1600000	5.6560713
2	7	15	92.1333333	3.9063440

Anexo 10. Análisis de variancia para la variable CVDMF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	427.150905	32.857762	6.63	<.0001
Error	196	971.845333	4.958395		
Corrected Total	209	1398.996238			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIAM Mean
0.305327	9.542610	2.226745	23.33476

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	61.1280476	61.1280476	12.33	0.0006
CLASE	6	352.4379048	58.7396508	11.85	<.0001
SEXO*CLASE	6	13.5849524	2.2641587	0.46	0.8397

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	23.8743	105	1
B	22.7952	105	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	25.8200	30	5
B	24.3800	30	1
C B	23.4333	30	6
C D	23.1367	30	7
C D E	22.7567	30	2
D E	22.0233	30	3
E	21.7933	30	4

Level of SEXO	Level of CLASE	N	-----DIAM----- Mean	Std Dev
1	1	15	24.6000000	2.63384564
1	2	15	23.5533333	2.10844109
1	3	15	22.2066667	2.06932241
1	4	15	22.5466667	1.86542476
1	5	15	26.3666667	2.46422015
1	6	15	24.2866667	2.37753374
1	7	15	23.5600000	2.03252131
2	1	15	24.1600000	2.40440073
2	2	15	21.9600000	1.55370525
2	3	15	21.8400000	2.07907947
2	4	15	21.0400000	1.31572902
2	5	15	25.2733333	3.29164888
2	6	15	22.5800000	1.54697862
2	7	15	22.7133333	2.63435182