

## **Evaluación de la calidad textil de fibra del rebaño de alpacas huacaya color de la empresa Rural Alianza E.P.S. Macusani, Carabaya Puno**

Evaluation of the fiber textile quality of the herd of alpacas huacaya color of the company Rural Alianza E.P.S. Macusani, Carabaya Puno

María Esther Lencinas Sardón <sup>1\*</sup> y Eusebio Disederio Guevara Garnica <sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Autor de correspondencia: Cooperativa de Servicios Múltiples Textiles de Fibras Andinas Puno (COSEMTEFA Puno), Puno, Perú | maelencinas@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de la Producción | citetexcam\_puno@itp.gob.pe

### **Resumen**

Estudio realizado en la unidad de Producción Macusani, Fundos Machacoyo, Cochatanca, de la Empresa Rural Alianza EPS, con el objetivo de informar en la cadena de suministro, de hilado artesanal en la región Puno; la evaluación del diámetro medio de fibra (finura) el factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado, volumen potencial de fibra de color; el método usado fue descriptivo de tipo evaluativo, conducido en un diseño completo al azar. El diámetro medio fue de 25.1  $\mu\text{m}$ , con desviación estándar de 6,4  $\mu\text{m}$ , longitud promedio de mecha de 93,6 mm; las hembras muestran el diámetro medio de 24,64  $\mu\text{m}$ , los machos 26,35  $\mu\text{m}$ ; el factor de confort 78.4 %, para hembras y machos, el valor más alto son de alpacas DLM de 88.0%, el valor más bajo es de 6D con 65.2%. El mayor factor de confort es para DLM con 88.0% y 4D con 87.2%, los menores valores de confort son de 6D con 65.2% y 2D con 70.1%; la finura al hilado de 26.4  $\mu\text{m}$  en alpacas hembras y machos, el valor mínimo de 17.2  $\mu\text{m}$  en alpacas de BLL y el valor máximo es de 39.7  $\mu\text{m}$  en alpacas DLM. Se concluye que existen variaciones en el diámetro medio de fibra y las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya color por edad y sexo. La mayor presentación son alpacas de color café 30 %, Lfs de 24.6 %, Negro 30.4 % y grises con 14.7 %.

**Palabras claves:** rebaño de alpacas, curvatura, confort, finura al hilado, fibra, Huacaya.

## **Abstract**

This study was carried out in the Macusani Production unit, Fundos Machacoyo, Cochatanca, of the Rural Company Alianza EPS, with the objective of informing in the supply chain, of artisan spinning in the Puno region; the evaluation of the average diameter of fiber (fineness) the comfort factor, index of curvature and fineness to the yarn, potential volume of colored fiber; The method used was descriptive and evaluative, conducted in a complete randomized design. The mean diameter was 25.1  $\mu\text{m}$ , with a standard deviation of 6.4  $\mu\text{m}$ , average wick length of 93.6 mm; females show a mean diameter of 24.64  $\mu\text{m}$ , males 26.35  $\mu\text{m}$ ; the comfort factor 78.4%, for females and males, the highest value is for DLM alpacas of 88.0%, the lowest value is 6D with 65.2%. The highest comfort factor is for DLM with 88.0% and 4D with 87.2%, the lowest comfort values are 6D with 65.2% and 2D with 70.1%; the yarn fineness of 26.4  $\mu\text{m}$  in female and male alpacas, the minimum value of 17.2  $\mu\text{m}$  in BLL alpacas and the maximum value of 39.7  $\mu\text{m}$  in DLM alpacas. It is concluded that there are variations in the mean fiber diameter and the textile characteristics of the Huacaya alpaca fiber, color by age and sex. The largest presentation are 30% brown alpacas, 24.6% Lfs, 30.4% Black and 14.7% gray.

**Keywords:** herd of alpacas, curvature, comfort, yarn fineness, fiber, Huacaya.

## **Introducción**

La provisión de la materia prima de fibra de alpaca en la cadena de valor del sector textil camélidos, juega un papel muy importante desde el punto de vista de cubrir la demanda de acuerdo a las tendencias del mercado de la moda. Se tiene conocimiento de las limitaciones de certificaciones de calidad de materia prima, cuando se requiere de la presentación y la especificación técnica de calidad de la fibra ofertada tales como el diámetro medio de fibra, índice curvatura y la finura al hilado. De acuerdo a los estudios de línea base del PECSA en la región Puno, se tiene un volumen aproximado de 4.5 % de fibra de alpaca de color en la raza Huacaya (Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos Región Puno [PECSA], 2011, p.18). Según el censo agropecuario del 2012, las alpacas suri representan la escasa cantidad del 13.05 % de la población y la raza huacaya el 82.86%. Las estadísticas no se incluyen la población de color en ambas razas, sin embargo, existe la presencia de una biodiversidad de colores que alcanzan a más de 20 tonalidades, riqueza que no es valorada y aprovechada.

Con respecto a la tendencia del mercado, el 27.3% de las empresas exportadoras de prendas de vestir de Perú Moda 2012, consideran que la carta de

colores es una exigencia a tomar en cuenta. Las empresas exportadoras de prendas de alpaca, brindan propuestas no solo de diseños innovadores de alta calidad; sino también ofrecen una carta de colores dependiendo de la colección de temporada colores naturales como marrón, crema, plomo, hueso o colores brillantes entre otros (Parodi, 2011, p.6).

La artesanía textil, es un sector socioeconómico estratégico para el crecimiento de la economía de la región Puno, que está conformada por unidades productivas que producen hilos de alpaca 100 % natural, así mismo elaboran prendas y accesorios la cual genera ingresos económicos para las familias artesanas, además permite mejorar el precio de la fibra de las alpacas de color en el mercado local (Enríquez, 2015, p.1). Es decir, mientras que, en el sistema de comercio de intermediación, el precio de la fibra de alpaca color fluctúa entre S/. 8 a S/. 9 por libra; por otro lado, las mujeres que elaboran artesanía textil, pagan por fibra clasificada (preparada para la producción de hilado artesanal), entre S/.12 a S/.15 por libra, siendo los más cotizados los colores negro, gris y café oscuro.

## Material y métodos

El estudio se realizó en los Fundos Machacoyo y Cochatanca, de la Empresa, en el distrito de Macusani, de propiedad de la Rural Alianza, con una extensión de 2390 hectáreas pastos naturales, y con una tenencia de 5034 alpacas de la raza Huacaya color, durante los meses de Setiembre a noviembre de año 2018.

Las muestras de fibra fueron analizadas en el laboratorio de fibras del Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos del Gobierno Regional ubicado en Puno.

### *Material experimental*

#### *Tamaño de muestra*

La muestra correspondió a alpacas Huacaya color machos y hembras de uno a ocho años, se colectaron 87 muestras de fibra del costillar medio en cantidad de 10 gramos, el muestreo fue aleatorio simple para una población conocida finita. Para la determinación del tamaño de muestra se utilizó la siguiente fórmula (Jaramillo, 2010).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot d^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde: N = Total de la población (alpacas hembras multíparas de la raza Huacaya de cuatro, cinco y seis años de edad). n = Tamaño de muestra. Z = Coeficiente de confianza estandarizada (1.96) p = Proporción esperada (0.05). q = 1

– p (en este caso,  $1 - 0.05 = 0.95$ ) d = Precisión o error máximo permisible (5 % = 0.05). Empresa Propiedad Social Rural Alianza sector Machacoyo (Macusani): Se tiene una población de 5 034 alpacas, se trabajó solo con el 20% obteniendo una población de 1700. Entonces: Si  $N = 1700$  (población de alpacas).  $1700 * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95$  n = -----  $(1700 - 1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95$  n = 85 alpacas

## *Metodología*

### *Obtención de la muestra de fibra*

En la toma de muestra de fibra se utilizó una tijera y se cortaron mechas de fibras, hasta alcanzar 10 g de la región del costillar medio para medir el promedio del diámetro medio de fibra, las muestras fueron puestos en bolsas de polietileno, debidamente identificadas con su rotulo donde se consideraron los siguientes datos: propietario, número de arete, sexo, edad de la alpaca.

### *Análisis estadístico*

#### *Estadística descriptiva*

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

#### *Diseño experimental*

El trabajo será conducido en un diseño completo al azar siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Promedio general

$T_i$  = Efecto de la edad (1 a 8 años)

$\xi_{ij}$  = Error experimental

## **Resultados y discusión**

La empresa Rural Alianza tiene tres unidades de producción; la población de alpacas es de ambas razas, Huacaya y Suri, así como blanco y color. Tiene el núcleo de color más importante, que se ubica en Macusani, el cual fue objeto del presente estudio. En la Tabla 1 se muestra la población por unidad de producción.

**Tabla 1**

*Población total de alpacas huacaya y suri blanco y color Hembras y machos de la empresa rural alianza EPS*

Concepto	Nº Cabz	%	Unidades producción	Sector	Observación
Huacaya blanco	6870	22.5	Alianza	Alianza	Hembras, machos blanco y color
Suri Blanco y Color	5831	19.1	Alianza	Antacolla	Suris blanco y color machos y hembras
Huacayo Blanco	6659	21.8	Huariپیña Nuñoa	Huariپیña	Huacaya blanco machos y hembras
Huacaya color(*)	5034	16.5	Macusani	Cochatanca	Huacaya color
Huacaya blanco	6103	20.0	Macusai	Cochatanca	Huacaya blanco macho y hembra
<b>Total</b>	<b>30497</b>	<b>100.0</b>			

(\*) Población en estudio:

Fuente. Planillas de contada 18-09-2018

La Empresa ganadera Rural Alianza E.P.S. tiene sus tres unidades de producción: Alianza, Huariپیña (Nuñoa) y Macusani (Carabaya). La población total de alpacas de las dos razas Suri y Huacaya, machos y hembras, blanco y color de diferentes edades es de 30,497 Cabezas. Con una mayor población es de alpacas Huacaya como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Empresa Rural Alianza EPS*

HUACAYA BLANCO Y COLOR No. CBZS	SURI BLANCO Y COLOR No. CBZS	TOTAL
6870		
	5831	
6659		
5034		
6103		
<b>24666</b>	<b>5831</b>	<b>30497</b>
80,88%	19,12%	100%

Fuente. Planillas de contada 18-09-2018

*Población de alpacas Huacaya blanco y color.*

Al analizar la población por color dentro de la raza Huacaya, la población de blanco es de 24,666 cabezas, que corresponde a 79.66 %. Frente a una población de 5,034 alpacas huacaya color que representa el 20.4 %, como se observa en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Población de alpacas Huacaya Blanco y color Rural Alianza EPS*

Descripción	HUACAYA BLANCO	HUACAYA COLOR	TOTAL
No. Cabezas	19,632	5,034	24,666
%	79,6	20,4	100

Fuente. Planillas de contada al 18 de setiembre 2018

Se aprecia un capital y recurso genético importante de la empresa; ocupando el primer lugar con mayor población de alpacas color, seguido por la SAIS Kenamari que posee un capital de 1,300 alpacas de color y otros centros de producción importantes como el Fundo Chocoaquilla, Centro de producción la Raya de la UNA Puno y unidades de Producción de la zona Sur Maso Cruz, Condoriri y Pizacoma que manejan alpacas de color en menor número de cabezas.

*Resultado de evaluación de la calidad de fibra de color**Promedio del diámetro medio de fibra (finura)*

El análisis de la muestra de fibra, fue realizado en el laboratorio de fibras del Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos PECSA - Gobierno Regional Puno, mediante el equipo OFDA 2000. La muestra corresponde a alpacas huacaya color de 7 puntas, 5 de Majada general y 2 de Plantel. El diámetro promedio en general de los rebaños machos y hembras de diferentes edades de majada y plantel es de 25,1  $\mu\text{m}$ , desviación estándar de 6,4  $\mu\text{m}$  y longitud promedio de mecha de 93,6 mm, (9.36 Cm), el menor valor (fibras más finas) son de madres de Plantel de diferentes colores y edades, de 23,1  $\mu\text{m}$ , seguido de hembras tui mayor con 23.2  $\mu\text{m}$ , con longitud de mecha en tui mayor hembras promedio de 61,9 mm y en plantel de 97,9 mm.

Los valores altos (fibras más gruesas) son de madres con cría de color Gris, con 28,8  $\mu\text{m}$ , seguido de la clase padres y capones machos con 28,2  $\mu\text{m}$ , y longitudes de mecha de 113,8 y 86,2 mm respectivamente.

**Tabla 4**

*Resultados de evaluación de diámetro ( $\mu\text{m}$ ) de fibra de alpaca huacaya color de muestreo de 7 rebaños de la empresa Rural Alianza – noviembre 2018*

Clase	Color	Sexo	Edad	Diámetro	DS	CV	Longitud Mecha	Observaciones
Tui mayor	Diferentes	Hembras	2D,4D,6D. BLL	23.2	6.2	26.7	62.9	
Madres/cría	Marrón y negro	Hembras	2D,4D,6D. BLL	24.4	6.2	25.6	106.1	
Madres/cría	Cafés y LFs	Hembras	2D,4D,6D. BLL	23.7	5.6	23.7	98.0	
Madres/cría	Grises	Hembras	2D,4D,6D. BLL	28.8	7.6	26.2	113.8	
Madres/cría	Diferentes	Hembras	2D,4D,6D. BLL	23.1	5.6	24.2	97.9	Plantel
Padres	Diferentes	Machos	2D,4D,6D. BLL	24.5	6.3	25.7	90.0	Plantel
Capones	Diferentes	Machos	2D,4D,6D. BLL	28.2	7.6	37.3	86.2	
Promedio				25.1	6.4	27.1	93.6	

Fuente: Elaboración propia, - Resultados de laboratorio PECSA – OFDA 2000

Con respecto a sexo, en la evaluación general, las hembras de diferentes edades, tuvieron diámetros menores de 24,64 micras respecto a machos de 26,35  $\mu\text{m}$ , longitud de mecha mayor en hembras 95,74 mm y menor en machos 88,1 mm.

Los valores obtenidos en el diámetro de fibra presentan variaciones significativas, incrementándose el diámetro medio de fibra conforme se incrementa la edad del animal, los resultados obtenidos concuerdan a lo reportado por McGregor (2006), Huamaní y Gonzales (2004) quienes afirman que los valores del diámetro medio de fibra en alpaca son menores al primer año de vida y se va incrementando considerablemente de acuerdo a su edad.

Las variaciones encontradas en el diámetro de fibra 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.

#### *Determinación del factor de confort*

Se determinó mediante el equipo OFDA 2000 y corresponde al porcentaje de las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  que tiene el vellón de alpaca. En la Tabla 5, se muestra el factor de confort de fibra en alpacas de DLM, 2D, 4D, 6D, BLL.

El factor de confort fue de 78.4 % en alpacas Huacaya hembras y machos de diferentes colores, el valor más alto son de alpacas DLM de 88.0%, el valor más bajo es de 6D con 65.2%. Los mayores factores de confort fueron para DLM con 88.0% y 4D con 87.2%, los menores factores de confort fueron los de 6D con 65.2% y 2D con 70.1%. Estos valores sugieren que a mayor edad habrá mayor proporción relativa de pelos; probablemente dicho comportamiento interviene factores de carácter ambiental

y de carácter genético. El factor de confort se precisa a las fibras menores de 30  $\mu\text{m}$  expresado en porcentaje; en tejidos con más de 5% con fibras mayores a 30  $\mu\text{m}$  conocido como factor picazón el consumidor siente picor en la piel (McLennan, 2005). En la industria textil se prefieren las prendas elaboradas con vellones con un factor confort igual o mayor a 95% (Sacchero, 2008).

**Tabla 5**

*Factor de confort de fibra (%) en alpacas Huacaya hembras y machos de diferentes colores y edades*

Edad (dientes)	Recuento	%	Valor Mínimo	Valor Máximo
DLM	19	88.0	61.5	98.1
2D	11	70.1	25.2	93.4
4D	23	87.2	62.5	97.3
6D	15	65.2	23.8	96.0
BLL	19	81.4	30.9	93.2
Total	87	78.4	23.8	98.1

Elaboración propia a partir de los resultados de Laboratorio de PECSA equipo OFDA

### *Determinación del índice de curvatura*

Se determinó mediante el equipo OFDA, 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. En la Tabla 6, se muestra el índice de curvatura de fibra en alpacas de DLM, 2D, 4D, 6D Y BLL.

**Tabla 6**

*Índice de curvatura de fibra (°/mm) en alpacas Huacaya hembras y machos de diferentes colores y edades*

Edad (dientes)	Recuento	Media	Valor Mínimo	Valor Máximo
DLM	19	30.4	21.2	55.5
2D	11	29.9	15.9	52.1
4D	23	36.7	23.3	50.2
6D	15	30.7	18.2	47.4
BLL	19	36.0	20.3	44.7
Total	87	32.74	15.9	44.7

Elaboración propia a partir de los resultados de Laboratorio de PECSA equipo OFDA

El índice de curvatura fue de 32.74°/mm en alpacas Huacaya hembras y machos de diferentes colores y edades, el valor mínimo es de 15.9°/mm en alpacas de 2D y el valor máximo es de 55.5°/mm en alpacas DLM. Los valores tienden a disminuir conforme avanza la edad de la alpaca.

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



### *Determinación de finura al hilado*

Se determinó mediante el equipo 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.

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

En la Tabla 7, se muestra la finura al hilado de fibra en alpacas de DLM, 2D, 4D, 6D y BLL de Rural Alianza.

**Tabla 7**

*Finura al hilado de fibra (μm) en alpacas Huacaya hembras y machos de diferentes colores y edades*

Edad (dientes)	Recuento	Media	Valor Mínimo	Valor Máximo
DLM	19	28.6	24.1	39.7
2D	11	24.4	19.9	32.7
4D	23	29.2	21.5	38.1
6D	15	26.1	23.0	36.2
BLL	19	23.9	17.2	31.5
Total	87	26.4	21.1	35.6

Elaboración propia a partir de los resultados de Laboratorio de PECSA equipo OFDA

La finura al hilado fue de 26.4 μm en las alpacas Huacaya hembras y machos de diferentes colores y edades. El menor valor corresponde a alpacas BLL de 17.2 μm, el mayor valor es de 39.7 μm respecto a alpacas de DLM.

### *Volumen de oferta potencial de fibra huacaya color.*

La oferta de fibra se da en dos campañas, tal como es el calendario de manejo de los rebaños, campaña de adultos de octubre a diciembre y campaña de tuis de enero a marzo.

Durante el estudio se tuvo acceso a la información de la esquila de adultos, que, cuya oferta es de un volumen de 7, 251 libras, aproximadamente 73 quintales, (expresado en kilos: 3,289 kilos), de los colores Café, Lfs, Negro, Gris y Marrón. Siendo el volumen de la esquila de tuis de un 50 % del volumen de adultos. Con una proyección de oferta de 10,876 libras igual a 4,933 kilos.

La esquila de la campaña 2018 realizada en del 01 al 07 del mes de noviembre, revelo la mayor presentación de oferta de fibra marrón de 25.3 %, seguido de color café con 24,3 %, negro 20.4% y menor presentación de color gris 6,5 %.

**Tabla 8***Oferta de fibra de alpaca huacaya color campaña 2018 Empresa Rural Alianza EPS*

Color	Libras	Quintales	%
Café	1762	18	24,3
LFX, LFY, LFZ	1702	17	23,5
Gris	473	5	6,5
Negro	1478	15	20,4
Marrón	1836	18	25,3
Total	7251	73	100

Fuente: Elaboración Propia a partir de información de esquila campaña 2018

## Conclusiones

El promedio del diámetro medio de fibra fue de 25.1  $\mu\text{m}$ , con desviación estándar de 6,4  $\mu\text{m}$ , longitud promedio de mecha de 93,6 mm en alpacas huacaya color de la empresa Rural Alianza EPS.

Las características textiles como el factor de confort de 78.40 %, el índice de curvatura de 32.74  $^{\circ}/\text{mm}$  y la finura al hilado de 26.40  $\mu\text{m}$  en alpacas huacaya color de la empresa Rural Alianza EPS, en general los parámetros evaluados muestran variaciones por edad y sexo.

La oferta total proyectada de fibra de alpaca color es de 10,876 libras (4,933 kilos) para la campaña 2018-2019.

## Referencias bibliográficas

- Butler KL, Dolling M. (1995). Spinning fineness of wool. *J. Text. Inst.*, 85, 164-166. <https://doi.org/10.1080/00405009508631319>.
- Enríquez, S. P. (2015). La Alpaca Suri, de la Extinción a la Conservación de la Biodiversidad de Colores y la Importancia de la Bioartesanía textil en el Distrito de Nuñoa (Melgar-Puno). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 17(3). <https://bit.ly/3oakCsg>.
- Flores, A. y Bryant, F. (1989). *Manual de pastos y forrajes*. Dirección Regional de Investigación Pecuaria, INIA. Lima, Perú.
- Gobierno Regional Puno, Proyecto Especial Camélidos Sudamericanos. (2011). *Estudio de Línea de Base Fortalecimiento de Capacidades Productivas para Mejorar la Competitividad de la Crianza de Alpacas (Primer Eslabón de la cadena productiva) en la Región Puno*.

- Huamani, R. y Gonzales, C. (2004). *Efecto de la edad y el sexo en los parámetros físicos de la fibra de alpaca (lamas pacos) Huacaya en Huancavelica* [Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional de Ingeniería].
- Jaramillo, F. (2010, setiembre). *Tamaño apropiado de muestra para obtención de conclusiones validas en una investigación*. <https://bit.ly/2XLcN0S>.
- McGregor, B.A. (2006). Production attributes and relative value of alpaca Fleeces in southern Australia and implications for industry development *Small Ruminant Research*, 61(2-3), 93-111. <https://bit.ly/3kOyo1H>.
- McLennan, N. y Lewer. R. (2005). Wool production Coefficient of variation of fiber diameter (CVFD).
- Parodi-Núñez, N. M. (2011). San Martín Emprendedor, (2)2, 20-28. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/1609>.
- Sacchero, D. (2008). *Seminario internacional de biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos, Huancavelica. Perú*.