



ARTÍCULO ORIGINAL

Características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri del Centro Experimental Chuquibambilla, Puno

Productive and technological characteristics of the fiber of Suri alpacas from the Chuquibambilla Experimental Center, Puno

Percy Fernando Arizaca Luna^{1,*} y Bilo Calsin Calsin²

¹ Maestría en Ciencia Animal, Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

² Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Resumen

Este estudio busca determinar las características productivas y tecnológicas de la fibra de alpacas Suri en el Centro Experimental de Chuquibambilla. Se tomaron muestras de 110 alpacas durante la campaña de esquila de 2022, analizadas en el laboratorio de la Estación Experimental de Quimsachata del INIA. Los resultados mostraron un peso del vellón sucio de $2118,64 \pm 387,82$ g, similar hasta los cuatro años y con una disminución significativa a partir de los cinco años ($P \leq 0,05$). La longitud de mecha promedio fue de $88,00 \pm 16,13$ mm, también similar hasta los cuatro años. El diámetro medio de fibra (DMF) fue de $20,61 \pm 0,33$ μ m, aumentando con la edad ($P \leq 0,05$), y la desviación estándar del DMF (DSDMF) fue de $4,74 \pm 0,08$ μ m, con un aumento relacionado con la edad ($P \leq 0,05$). El coeficiente de variación del DMF fue del 23,06 %, sin diferencias significativas entre edades ($P > 0,05$). El factor de confort (FC) fue del 94,27 %, disminuyendo con la edad ($P \leq 0,05$). La finura al hilado (FH) promedió $20,46 \pm 0,37$ μ m, incrementándose con la edad ($P \leq 0,05$), y el índice de curvatura fue de $15,24 \pm 0,37$ °/mm, con una disminución significativa ($P \leq 0,05$). Se concluye que la edad influye en las características tecnológicas de la fibra, con correlaciones positivas y negativas de alta magnitud entre las variables analizadas.

Palabras clave: Alpaca Suri, confort, diámetro, finura al hilado, índice de curvatura.

Abstract

This study seeks to determine the productive and technological characteristics of Suri alpaca fiber at the Chuquibambilla Experimental Center. Samples were taken from 110 alpacas during the 2022 shearing campaign, analyzed in the laboratory of INIA's Quimsachata Experimental Station. The results showed a dirty fleece weight of 2118.64 ± 387.82 g, similar until four years and with a significant decrease from five years ($P \leq 0.05$). The average wick length was 88.00 ± 16.13 mm, also similar up to four years. The mean fiber diameter (DMF) was 20.61 ± 0.33 μ m, increasing with age ($P \leq 0.05$), and the standard deviation of the DMF (DSDMF) was 4.74 ± 0.08 μ m, with an age-related increase ($P \leq 0.05$). The coefficient of variation of the DMF was 23.06%, with no significant differences between ages ($P > 0.05$). The comfort factor (HR) was 94.27%, decreasing with age ($P \leq 0.05$). Fineness at yarn (FH) averaged 20.46 ± 0.37 μ m, increasing with age ($P \leq 0.05$), and the curvature index was 15.24 ± 0.37 °/mm, with a significant decrease ($P \leq 0.05$). It is concluded that age influences the technological characteristics of the fiber, with positive and negative correlations of high magnitude between the variables analyzed.

Keywords: Alpaca Suri, comfort, curvature index, diameter, yarn fineness.

*Autor para correspondencia: acuario1219@gmail.com

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5316-276X>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4793-9627>

Introducción

El grupo de fibras al cual pertenece la fibra de alpacas reciben diferentes denominaciones como fibras especiales, fibras raras, fibras exóticas, fibras nobles o más comúnmente fibras lujosas (luxury fibres); los atributos que le confieren valor agregado a estas fibras son la suavidad, brillo, escasez o rareza, precio alto, carácter de misterioso, romántico, elegante y exclusivo (Watkins y Buxton 1992; G. Gutiérrez *et al.* 2018); siendo la suavidad y el brillo o lustrosidad los únicos atributos que solo dependen de la fibra sucia, los demás atributos tienen carácter de cultural o socio-cultural y no están sujetas a posibles modificaciones en el proceso de producción; el país tiene la mayor población y producción de fibra de alpacas del mundo con alrededor de 4,5 millones y representa alrededor 85% de la población mundial (Quispe *et al.* 2009).

En la clasificación de las fibras, el diámetro medio de la fibra (finura) se destaca como uno de los elementos más significativos que influyen en el valor en el mercado. Además, la longitud de la fibra constituye un parámetro esencial en todas las fibras textiles, con un impacto crucial en la calidad, lo cual en última instancia define su aplicabilidad en la industria textil (Gupta, Arora, y Verma 1981; McGregor 2006; Frank, Hick, y Adot 2011). Cada uno de estos factores se estima en función de su valor percibido en el mercado, siendo el diámetro medio de fibra el más preponderante, representando entre el 65 % y el 80 % de la ponderación, seguido por la longitud de la fibra que contribuye con un 15 % al 20 % (Quispe Peña, Poma Gutiérrez, y Purroy Unanua 2013). Además de su papel en la comodidad de uso, se ha establecido que la sensación de picazón o prurito en relación a estos atributos está asociada con las fibras más gruesas o de bordes más prominentes (Naylor 1992; McColl 2004; McLennan y Lewer 2005; Mueller *et al.* 2010). La proporción de fibras con un diámetro superior a 30 μm resulta ser un indicador relevante para anticipar dicha sensación en tejidos de punto, siendo aún más pronunciada en los tejidos planos. En tanto, el índice de curvatura es una característica clave en las fibras finas que se ajustan a programas de selección y mejora del rebaño. Las fibras rizadas presentan una correlación con el tamaño promedio de la fibra y ostentan propiedades textiles superiores a las de sus contrapartes, gracias a su capacidad de

estiramiento y torsión durante el proceso de hilado. En varios estudios de investigación, se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson que establecen la relación de asociación entre caracteres de la fibra de camélidos sudamericanos domésticos y silvestres (Lupton, McColl, y Stobart 2006; Vásquez O., Gómez-Quispe, y Quispe P. 2015; Díaz Rojas 2014; Calsin Calsin 2017) estos valores de las correlaciones son importantes en los programas de mejora genética.

Finalmente, para la producción de fibra es importante considerar el estrés a bajas temperaturas de las zonas alto andinas que generaría un crecimiento lento de fibra debido a la vasoconstricción que conlleva a una disminución en el abastecimiento de nutrientes debido a la baja del flujo sanguíneo (Ryder y Stephenson 1968).

El objetivo de la investigación fue determinar las características productivas: peso de vellón sucio, longitud de mecha y el diámetro medio de fibra y las características tecnológicas de: coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra, finura al hilado, índice de curvatura, factor de confort y longitud de mecha de alpacas de la raza Suri blanco del Centro Experimental de Chuquibambilla, según efecto edad.

Materiales y Métodos

Lugar de estudio: Se desarrolló en la provincia de Melgar, distrito de Umachiri, entre las coordenadas 14° 47' 37" de latitud Sur y 70° 47' 50" de longitud Oeste a una altitud de 3 974 m; con una temperatura media anual de 12,20°C y una precipitación pluvial anual de 677,20 mm (SENAMHI 2016). Las alpacas seleccionadas fueron procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Periodo de estudio: La investigación se realizó durante la campaña de esquila de alpacas del año 2022 y las muestras se analizaron en enero del 2023.

Muestra: De la población total se eligieron por muestreo aleatorio, 110 alpacas hembras de la raza Suri, de las cuales se obtuvo muestras de fibra considerando edad, tomando como referencia para el tamaño muestral de una población finita los estudios de (Braga, Leyva, y Cochran 2007).

Descripción de métodos

Muestreo de fibra: Se tomaron las muestras de fibra en una cantidad aproximada de 10 g, depositadas en bolas de polietileno con los datos de identificación correspondientes. La toma de muestra se realizó en la zona del costillar medio “midside” que se encuentra localizada horizontalmente a la altura de la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral (Turner *et al.* 1953; Aylan-Parker y McGregor 2002; McGregor 2002).

Determinación del peso de vellón sucio: El peso de vellón sucio (PVS), fue registrado inmediatamente después de la esquila, utilizando una balanza digital, de una sensibilidad de 3 g, los datos fueron registrados.

Determinación de longitud de mecha: En la determinación de la longitud de mecha se utilizó el método de la ASTM (ASTM 1999), designación D 1234-85 (Cordero *et al.* 2011), para tal caso se utilizó una regla acanalada.

Determinación del diámetro medio de fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, índice de curvatura y finura al hilado: Se realizó por el método OFDA 2000 (Optical Fiber Diameter Analysis), con la ejecución del programa de administración de datos IWG/Meswin/

OFDA.exe, en el laboratorio de fibras del CE Quimsachata del INIA.

Variables analizadas

La variable independiente fue la edad de las alpacas de la raza Suri hembras (uno, dos, tres, cuatro y cinco años) y las variables dependientes fueron el peso de vellón sucio, longitud de mecha, diámetro medio de fibra, desviación estándar del diámetro medio de fibra, coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, índice de curvatura y finura al hilado.

Análisis estadístico

La información obtenida fue expresada en medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (error estándar, desviación estándar). Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar y las correlaciones mediante Pearson.

Resultados y Discusión

Resultados de las características productivas de la fibra de alpacas Suri hembras del Centro Experimental de Chuquibambilla (Tabla 1).

El peso de vellón sucio (g) promedio de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla fue de $2118,64 \pm 387,82$ g, al análisis estadístico no muestra diferencia entre edades ($P > 0,05$).

Tabla 1. Peso vellón sucio, longitud de mecha y diámetro medio de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla

Edad	n	PVS (g) Promedio \pm DS	LM (mm) Promedio \pm DS	DMF (μ m) Promedio \pm EE
Uno	22	$2159,09 \pm 390,25^a$	$91,14 \pm 15,03^a$	$17,36 \pm 0,31^c$
Dos	22	$2184,09 \pm 268,77^a$	$94,09 \pm 12,88^a$	$18,07 \pm 0,27^c$
Tres	22	$2211,36 \pm 322,91^a$	$90,68 \pm 14,00^a$	$20,90 \pm 0,53^b$
Cuatro	22	$2056,82 \pm 367,52^a$	$87,95 \pm 20,68^{ba}$	$22,85 \pm 0,63^a$
Cinco	22	$1981,82 \pm 525,24^a$	$76,14 \pm 11,44^b$	$23,85 \pm 0,61^a$
Total	110	$2118,64 \pm 387,82$	$88,00 \pm 16,13$	$20,61 \pm 0,33$

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

Los resultados son similares a los citados en alpacas criadas en Nueva Zelanda por Wuliji *et al.* (2000) quienes cifran valores de 2200 g y en Australia McGregor y Butler (2004) reportan valores de 2000 a 3300 g; Quispe *et al.* (2009) y G. Gutiérrez *et al.* (2018) mencionan que las alpacas de comunidades campesinas peruanas tienen baja producción de fibra y de baja calidad, en puna seca es posible

obtener una producción promedio bianual de 2300 g. Sin embargo, bajo una cría medianamente tecnificada y en puna húmeda es posible obtener una producción anual de entre 2100 a 2300 g similares al presente estudio.

Sobre el particular Bryant, Florez, y Pfister (1989) refieren pesos de vellón promedio por año, inferiores

al presente estudio en tres niveles tecnológicos, alto (1600 g), medio (1400g) y bajo (1200 g), por lo que en general se puede afirmar que la producción de fibra expresada en peso de vellón para un determinado periodo de crecimiento, está influenciada por los factores como raza, sexo, localización e inclusive por la edad de los animales.

Quispe *et al.* (2009) estableció un peso de vellón sucio en alpacas procedentes de centros de producción de la región de Huancavelica superior al presente estudio de 2300 ± 39 g, la media general resulta ser mayor a los valores reportados por Jauregui y B. (1991), Castellaro *et al.* (1998), Wuliji *et al.* (2000), León-Velarde y Guerrero (2001) similares a los encontrados por, Bryant, Florez, y Pfister (1989), Nieto y Alejos (1999) y de Los Ríos (2006), aunque resulta ser menor a lo reportado por Ponzoni *et al.* (1999), Ponzoni (2000), McGregor (2002) y McGregor (2006), pudiendo deberse estas diferencias a que dichos animales estuvieron bajo condiciones de una mejor alimentación la cual tiene efecto positivo en la producción de la fibra tal como refiere (Bryant, Florez, y Pfister 1989), contrario a una nutrición inadecuada lo cual disminuye el crecimiento de la fibra, tal como es mencionado por McGregor (2002).

Longitud de mecha

La longitud de mecha de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de $88,00 \pm 16,13$ mm y fueron mayores en alpacas de uno hasta cuatro años, siendo menor a los cinco años con diferencia estadística ($P \leq 0,05$).

En alpacas de la raza Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla Hanco Pumaleque (2020) reportó valores superiores de longitud de mecha (118,70 a 152,60 mm) a los resultados del presente trabajo. Los resultados que se muestran, son inferiores a los reportados por McGregor (2011) quienes en la región de Huancavelica en alpacas Huacaya hembras adultas determinaron una longitud de mecha de 91 mm, menor a la raza Suri tal como refiere Quispe *et al.* (2014), el patrón general fue una disminución marcada dorso-ventral en la longitud de fibra y una disminución en el cuello; en forma similar a los reportes de Wuliji *et al.* (2000) en alpacas criadas en las islas del sur de Nueva Zelanda considerando edad, los promedios de la longitud de mecha fue de 99 mm en dos, 122 mm en tres y 126 mm y cuatro años de edad.

Así mismo, son superiores a los determinados en alpacas Huacaya blancas de uno a siete años de edad por Cordero *et al.* (2011), quienes reportan $4,15 \pm 1,33$ pulgadas ($10,54 \pm 3,38$ cm) de longitud de mecha, superiores al presente estudio. La longitud de mecha del estudio se encuentra dentro de los valores citados por Simbaina-Solano y Raggi (2019) quienes en alpacas adultas (mayores de tres años), Juveniles (1 a 3 años) y Tuis (menores de un año) citan valores de $101,30 \pm 33,0$ mm; $83,30 \pm 2,5$ mm; y $39,90 \pm 9,2$ mm, respectivamente con diferencia estadística ($P \leq 0,05$).

Diámetro medio de fibra

El diámetro medio de fibra (μm) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla fue de $20,61 \pm 0,33$ μm , al análisis estadístico con diferencia entre edades ($P \leq 0,05$); por lo que las alpacas hembras jóvenes presentan mayor finura que las adultas, considerando que el DMF se incrementa con la edad.

Los resultados fueron inferiores a los reportados por García Yunga (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, siendo el DMF de $24,70 \pm 2,95$ μm , los valores aumentaron con la edad de alpaca de $19,80 \pm 1,62$ μm al primer año hasta $27,57 \pm 4,00$ μm al noveno año; sin embargo, la variación por edad fue similar. Así mismo, Hanco (2020) en alpacas Suri reportó valores superiores del diámetro medio de fibra de alpacas hembras de un año (19,55 μm) dos años (21,87 μm) y tres años de edad (23,85 μm).

Así mismo, resultados similares fueron citados por Diaz Rojas (2014) en el sector Chocomaquilla, reportando un diámetro medio de fibra de alpacas Suri de $20,72 \pm 1,78$ μm , así como fueron menores a los citados por Calsin Calsin (2017) quien en alpacas Suri estableció un promedio de $22,06 \pm 2,15$ μm , en alpacas procedentes del CE La Raya ($21,60 \pm 2,07$ μm) y en alpacas del CE Chuquibambilla ($22,52 \pm 2,15$ μm), con diferencia estadística en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$).

Características tecnológicas

Los resultados de las características tecnológicas de la fibra de alpacas Suri hembras del Centro experimental de Chuquibambilla (Tabla 2).

Tabla 2. Desviación estándar (μm), Coeficiente de variación (%), factor de confort (%), finura al hilado (μm) e índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$) de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla

Edad	n	DSDMF (μm) Promedio \pm EE	CVDMF (%)	FC (%)	FH (μm) Promedio \pm EE	IC ($^{\circ}/\text{mm}$) Promedio \pm EE
Uno	22	4,12 \pm 0,08 ^c	23,70 ^a	99,27 ^a	17,33 \pm 0,32 ^c	19,85 \pm 0,58 ^a
Dos	22	4,10 \pm 0,27 ^c	22,72 ^a	99,04 ^a	17,89 \pm 0,86 ^c	14,92 \pm 0,82 ^b
Tres	22	4,85 \pm 0,14 ^b	23,21 ^a	94,64 ^{ba}	20,77 \pm 0,51 ^b	14,69 \pm 0,82 ^b
Cuatro	22	5,10 \pm 0,15 ^{ba}	22,46 ^a	90,29 ^{bc}	22,53 \pm 0,60 ^{ba}	13,18 \pm 0,41 ^b
Cinco	22	5,51 \pm 0,15 ^a	23,20 ^a	87,83 ^c	23,68 \pm 0,58 ^a	13,51 \pm 0,49 ^b
Total	110	4,74 \pm 0,08	23,06	94,27	20,46 \pm 0,37	15,24 \pm 0,37

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

Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra

El coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (%) de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de 23,06 %, sin diferencia estadística entre edades ($P > 0,05$).

Resultados que se muestran en la tabla 5, fueron inferiores a los citados por García Yunga (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental (CE) de Chuquibambilla, siendo el CVDMF de $21,46 \pm 1,80$ %; así mismo, Hanco Pumaleque (2020) en alpacas Suri del CE Chuquibambilla reporta valores superiores de coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra en alpacas de uno (31,00 %), dos años (32,24 %), cuatro (29,37 %) y tres años de edad (30,83 %).

Así mismo, Ponzoni *et al.* (1999) reporta CVDMF de 24,40 %, Aylan-Parker y McGregor (2002) 27,00 %, McGregor y Toland (2002) 23,30 %, McGregor (2006) 23,60 %, Gonzáles *et al.* (2008) 18,38 %, Lupton, McColl, y Stobart (2006) 23,48 %, Morante *et al.* (2009) 23,12 %, Quispe *et al.* (2009) 22,82 % y Quispe (2010) 21,4 % resultados similares al presente estudio; los cuales, si bien resultan un tanto elevados, muestran una alta variabilidad de la fibra en las alpacas, con fines de mejora genética es conveniente seleccionar animales con menor coeficiente de variación del diámetro de fibra por lo tanto animales más uniformes en diámetro en el vellón.

Factor de confort

El factor de confort (%) de la fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de 94,27 %, con diferencia estadística entre edades ($P \leq 0,05$). Resultados

inferiores fueron citados por García Yunga (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquibambilla, siendo el factor de confort general de $82,53 \pm 12,67$ %, los valores disminuyen conforme avanza la edad de la alpaca de $95,88 \pm 3,23$ al primer año hasta $71,30 \pm 22,11$ al noveno año ($P \leq 0,05$).

El factor de confort fue ligeramente inferior a alpacas Suri procedentes del sector Chocomaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, reportado por Díaz (2014) siendo el factor de confort de fibra de alpacas de 95,58 %; resultados inferiores fueron citados por Calsin Calsin (2017) en fibra de alpacas Suri de 92,01 %, en alpacas del CE La Raya fue de 92,30 % y en el CE Chuquibambilla de 91,71 %.

Así como, son similares a estudios realizados por Vásquez O., Gómez-Quispe, y Quispe P. (2015) e inferiores a los mencionados por Checmapocco *et al.* (2013) en alpacas Suri a la primera esquila reportando un factor de confort de 95,87 % y siendo de 96,01 % y 95,74 % en hembras y machos, respectivamente.

Finura al hilado

La finura al hilado de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de $20,46 \pm 0,37$ μm , con diferencia estadística entre edades ($P \leq 0,05$).

Resultados superiores fueron citados por García Yunga (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla, siendo la FH de $24,21 \pm 2,97$ μm , los valores incrementaron conforme a la edad de las alpacas en el primer año fue $20,16 \pm 1,72$ μm hasta $26,76 \pm 3,90$ el noveno año ($P \leq 0,05$).

La finura al hilado fue similar a alpacas Suri del sector Chocomaquilla, la finura al hilado de fibra de alpacas Suri reportado por Diaz Rojas (2014) de $20,38 \pm 1,84 \mu\text{m}$, así como 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; asimismo, encontró efectos altamente significativos de factores como año y comunidad sobre dicha característica.

Resultados superiores fueron citados por Calsin (2017) en fibra de alpacas Suri, el promedio general fue de $23,47 \pm 2,63 \mu\text{m}$, presentan menor finura al hilado la fibra de alpacas del CE La Raya ($23,06 \pm 2,68 \mu\text{m}$) que alpacas del CE Chuquibambilla ($23,88 \pm 2,52 \mu\text{m}$); al análisis estadístico con diferencia en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$).

Índice de curvatura

El índice de curvatura de la fibra de alpacas Suri procedentes del Centro Experimental de Chuquibambilla fue de $15,24 \pm 0,37^\circ/\text{mm}$, con diferencia estadística entre edades ($P \leq 0,05$).

Los resultados son ligeramente superiores a alpacas Suri del sector Chocomaquilla, perteneciente a la comunidad de Huaylluma del distrito de Macusani, el índice de curvatura de fibra de alpacas Suri reportado por Diaz (2014) fue de $18,14 \pm 2,60^\circ/\text{mm}$; así mismo resultados superiores fueron citados por Calsin (2017) en fibra de alpacas Suri siendo el promedio general de $17,10 \pm 4,33^\circ/\text{mm}$, presentan menor índice de curvatura de fibra las alpacas del CE Chuquibambilla ($15,88 \pm 4,21^\circ/\text{mm}$) que alpacas del CIP La Raya ($18,32 \pm 4,14^\circ/\text{mm}$); al análisis estadístico existe diferencia en el parámetro evaluado ($P \leq 0,05$), mostrando el efecto de la condición ecológica en el índice de curvatura en alpacas Suri.

Resultados superiores fueron citados por García Yunga (2019) quien analizó muestras de fibra de alpacas Suri machos procedentes del CE de Chuquibambilla, siendo el índice de curvatura de $21,46^\circ/\text{mm}$, de forma similar Hanco Pumaleque (2020) en alpacas Suri del CE Chuquibambilla reportó valores del índice de curvatura de la fibra de alpacas de un año ($19,10^\circ/\text{mm}$) dos años ($20,57^\circ/\text{mm}$), cuatro años ($17,23^\circ/\text{mm}$) y tres años de edad ($17,34^\circ/\text{mm}$).

Correlaciones fenotípicas

Tabla 3. Correlaciones fenotípicas de las características productivas y tecnológicas de fibra de alpacas hembras de la raza Suri del Centro Experimental de Chuquibambilla

Característica	LDM	DMF	DSDMF	CVDMF	FC	IC	FH
PV	0,04928	-0,18294	-0,22217	-0,09573	0,18524	0,12288	-0,19643
Sig.	0,6092	0,0558	0,0197	0,3198	0,0527	0,2009	0,0397
LDM		-0,22379	-0,15185	0,09629	0,19154	0,07588	-0,21627
Sig.	1,00000	0,0188	0,1133	0,3170	0,0450	0,4308	0,0233
DMF			0,84115	-0,22492	-0,91275	-0,70782	0,99332
Sig.		1,00000	<,0001	0,0182	<,0001	<,0001	<,0001
DSDMF				0,33096	-0,85021	-0,55059	0,89749
Sig.				0,0004	<,0001	<,0001	<,0001
CVDMF					0,05921	0,25374	-0,11227
Sig.				1,00000	0,5390	0,0075	0,2429
FC						0,57005	-0,92325
Sig.					1,00000	<,0001	<,0001
IC							-0,69369
Sig.							<,0001

DMF: Diámetro medio de fibra, DSDMF: Desviación estándar del diámetro medio de fibra, CVDMF: Coeficiente de variación del diámetro medio de fibra, FC: Factor de confort, IC: Índice de curvatura, FH: Finura al hilado, PV: Peso de vellón, LDM: Longitud de mecha.

Respecto a la significación estadística de los coeficientes de correlación de Pearson, se observa que en casi la totalidad de coeficientes de correlación asumen un valor de $< ,0001$, excepto

las correlaciones entre DMF-CVDMF, DMF-LDM, DMF-PV, DSDMF-LDM, DSDMF-PV, CVDMF-FC, CVDMF-FH, CVDMF-LDM, CVDMF-IC, CVDMF-PV, FC-LDM, FC-PV, FH-LDM, FH-PV,

LDM-IC, LDM-PV y IC-PV que evidencian que entre las características consideradas no existe una relación lineal, con un elevado nivel de probabilidad.

Resultados similares fueron citados por Ticlla *et al.* (2015), similares fueron citados por (García Yunga 2019) quien analizo muestras de fibra de alpacas Suri procedentes del CE de Chuquimabilla, la correlación del DMF entre el FC fue de -0,90530; DMF entre FH fue de 0,96750 y finalmente el MDF e IC fue de -0,34502.

Condori *et al.* (2012) reporta que una correlación positiva de $r=0,55$ entre el diámetro de fibra y peso de vellón, lo cual nos indica que a mayor diámetro de fibra existe un mayor peso de vellón, así mismo fue reportado por J. P. Gutiérrez *et al.* (2009), quien encontró una correlación significativa alta de 0,623 Pacamarca. Similarmente Wuliji *et al.* (2000), reporto una correlación fenotípica de 0,4 en nueva Zelanda, en contradicción, McGregor (2006) reporta en Australia que el peso de vellón de Huacaya no fue afectado por el diámetro de fibra.

Conclusiones

En alpacas hembras de la raza Suri la edad no tiene efecto en el peso de vellón sucio ($P > 0,05$); la longitud de mecha y el diámetro medio de fibra esta influenciada por la edad.

En las características tecnológicas la edad tiene efecto en la desviación estándar del diámetro medio de fibra, factor de confort finura al hilado e índice de curvatura ($P \leq 0,05$); el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra no está influenciada por la edad ($P > 0,05$).

Los coeficientes de correlación fenotípica entre DMF y DS fue positivo muy alto ($r= 0,84115$), entre DMF y FC fue negativo muy alto ($r= -0,91275$); entre DMF y FH fue positivo muy alto ($r= 0,99332$); DMF e IC fue negativo alto ($r= -0,70782$); DS y FC fue negativo muy alto ($r= -0,85021$); DS y FH fue positivo muy alto ($r= 0,89749$); FC y FH fue negativo muy alto ($r= -0,92325$); FH e IC fue negativo alto ($r= -0,69369$).

Contribución de los autores

TIPOLOGÍAS	AUTOR	APORTE EN %
Conceptualización	Percy Arizaca	80
	Bilo Calsin	20
Curación de datos	Percy Arizaca	80
	Bilo Calsin	20
Análisis formal	Percy Arizaca	50
	Bilo Calsin	50
Adquisición de fondos	Percy Arizaca	100
Participación en la Investigación	Percy Arizaca	80
	Bilo Calsin	20
Metodología	Percy Arizaca	50
	Bilo Calsin	50
Administración del proyecto	Percy Arizaca	80
	Bilo Calsin	20
Recursos	Percy Arizaca	80
	Bilo Calsin	20
Software	Percy Arizaca	90
	Bilo Calsin	10
Supervisión	Percy Arizaca	30
	Bilo Calsin	70
Validación	Percy Arizaca	70
	Bilo Calsin	30
Visualización	Percy Arizaca	80
	Bilo Calsin	20
Redacción	Percy Arizaca	50
	Bilo Calsin	50
Redacción	Percy Arizaca	50
	Bilo Calsin	50

Referencias

- ASTM. 1999. «Standard test method of sampling and testing stage length of grease wool». 1999.
- 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 Ruminant Research* 44 (1): 53-64. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00038-X).
- Braga, W, V Leyva, y R Cochran. 2007. «The effect of altitude on alpaca (*Lama pacos*) fiber production». *Small Ruminant Research*

- 68 (3): 323-28. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.11.008>.
- Bryant, F C, A Florez, y J Pfister. 1989. «Sheep and Alpaca Productivity on High Andean Rangelands in Peru». *Journal of Animal Science* 67 (11): 3087-95. <https://doi.org/10.2527/jas1989.67113087x>.
- Calsin Calsin, Bilo Wenceslao. 2017. «Determinación del efecto de la variación ecológica y épocas del año en la calidad de fibra de alpacas de la raza suri en los Cips Chuquibambilla y La Raya». Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Altiplano.
- Castellaro, G, C Gajardo, V Parraguís, R Rojas, y L Raggi. 1998. «Productivity of a herd of domestic South American camelids in an area of Parinacota province, Chile. I. Seasonal variation in botanical composition, dry matter availability, forage value and nutritive value of bofedals». *Agricultura Técnica Santiago* 58 (3): 191-204.
- Condori, E. A., N. L. Catacora, J. M. Urviola, P. Villalta, y J. Malaga. 2012. «Correlación genética entre el diámetro de fibra y peso de Vellón en alpacas de los módulos del CONAS, Puno-Perú». En *VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos*. Arica, Chile.
- Cordero, F A, P J Contreras, M P Mayhua, E. M. Jurado, y V. Castrejón. 2011. «Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya». *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru* 22 (1): 15-21. <https://doi.org/10.15381/rivep.v22i1.114>.
- Díaz Rojas, Jaime. 2014. «Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocomaquilla- Carabaya». Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2053>.
- Frank, E N, M V H Hick, y O G Adot. 2011. «Descriptive differential attributes of type of fleeces in llama fibre and its textile consequence. Part 2: Consequences of the dehairing process». *The Journal of the Textile Institute* 102 (1): 41-49. <https://doi.org/10.1080/00405000903474873>.
- García Yunga, N. 2019. «Características textiles de la fibra de alpacas hembras Suri del CIP Chuquibambilla». Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano.
- González, H, C León-Velarde, R Rosadio, W García, y C Gavidia. 2008. «Evaluación de un método numérico de medición del diámetro de la fibra de alpaca». *Revista de Investigaciones Veterinarias, Perú* 19:1-8.
- Gupta, N P, R K Arora, y G K Verma. 1981. «An assessment of the characteristics of medullated and nonmedullated wool fibres». *Indian Journal of Textile Research* 6:92-95.
- Gutiérrez, G, J P Gutiérrez, T Huanca, y M Würzinger. 2018. «Challenges and opportunities of genetic improvement in alpacas and llamas in Peru». En *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 11-16.
- Gutiérrez, J P, F Goyache, A Burgos, y I Cervantes. 2009. «Genetic analysis of six production traits in Peruvian alpacas». *Livestock Science* 123:193-97.
- Hanco Pumaleque, Zenaida. 2020. «Características textiles de la fibra de alpaca Suri en los Centros Experimentales La Raya y Chuquibambilla - UNA - Puno». Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano.
- Jauregui, V, y G B. 1991. «Productividad de carne, fibra y cuero en alpacas y llamas». En *XIV Reunión Científica APPA*.
- León-Velarde, C U, y J Guerrero. 2001. «Improving quantity and quality of alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies». En *The Third International Symposium on Systems Approaches for Agricultural Development*.
- Los Ríos, E de. 2006. «Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú». <https://hdl.handle.net/20.500.14152/1456>.
- Lupton, C J, A McColl, y R H Stobart. 2006. «Fiber characteristics of the Huacaya alpaca». *Small Ruminant Research* 64:211-24.

- McColl, A. 2004. «Objective Fiber Diameter Measurement Methods for Measuring Microns». Alpaca Owners Association Inc. 2004. <https://www.alpacainfo.com/academy/article/3294/methods-for-measuring-microns>.
- McGregor, B A. 2002. «International Journal of Sheep and Is Merino wool a luxury precious fibre?»
- McGregor, B A. 2006. «Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development». *Small Ruminant Research* 61:93-111.
- McGregor, B A, y K L Butler. 2004. «Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection». *Australian Journal of Agricultural Research - AUST J AGR RES* 55 (4): 433-42. <https://doi.org/10.1071/AR03073>.
- McGregor, B. A., y P. C. Toland. 2002. «Fibre-curvature and staple-length relationships in a low staple-crimp-frequency, fine-wool Merino flock». *Wool Technology and Sheep Breeding* 50 (4): 819-25.
- McLennan, N, y R Lewer. 2005. «Wool production: coefficient of variation of fibre diameter (CVFD)».
- Morante, R, F Goyache, A Burgos, I Cervantes, M A Pérez-Cabal, y J G Gutiérrez. 2009. «Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience». *Animal Genetic Resources Information* 45:37-43. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990307>.
- Mueller, J P, F Rigalt, A K Cancino, y H Lamas. 2010. «Calidad de las fibras de camélidos sudamericanos en Argentina». En *International Symposium on Fibers from South American Camelids, Conferencias Magistrales*, 9-28. INTA.
- Naylor, G R S. 1992. «The role of coarse fibres in fabric prickly using blended acrylic fibres of different diameters». *Wool Technology and Sheep Breeding* 40 (1): 14-18.
- Nieto, L., y I. Alejos. 1999. «Estado económico y productivo del Centro de Producción e Investigación de Camélidos Sudamericanos – Lachocc». En *XXI Reunión Científica Anual APPA*.
- Ponzoni, R W. 2000. «Genetic improvement of Australian Alpacas: present state and potencial developments». En *Proceedings of the Australian Alpaca Association*, 71-96.
- Ponzoni, R W, R J Grimson, J A Hill, D J Hubbard, B A McGregor, A C Howse, y G J Judson. 1999. «The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas». En *Australian Advances in Animal Breeding and Genetics*, 13:468-71.
- Quispe, E. C. 2010. «Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú». En *Simposio Internacional de Fibras de Camélidos Sudamericanos. Huancavelica, Perú*. Huancavelica, Perú.
- Quispe, E C, A G Poma, B A McGregor, y J Bartolomé. 2014. «Effect of genotype and sex on fiber growth rate of alpacas for their first year of fleece production». *Arch. Med. Vet.* 46:155.
- Quispe, E C, T C Rodríguez, L R Iñiguez, y J P Mueller. 2009. «Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica». *Animal Genetic Resources Information* 45. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>.
- Quispe Peña, E, A Poma Gutiérrez, y A Purroy Unanua. 2013. «Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza huacaya». *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 7 (1). https://doi.org/10.5209/rev_rccv.2013.v7.n1.41413.
- Ryder, M L, y S K Stephenson. 1968. *Wool growth*. E. A. Press.
- SENAMHI. 2016. «Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú». www.senamhi.gob.pe. 2016.
- Simbaina-Solano, J C, y L A Raggi. 2019. «Lanametric Determination of the Alpaca Fiber (Vicugna Pacos) in Tucayta, Province

of Cañar». *Journal of Veterinary Science and Medicine* 7 (1).

Ticlla, I, G Mendoza, R Paucar, M Espinoza, y Y Paucar. 2015. «Correlaciones fenotípicas entre el peso de vellón sucio y los parámetros tecnológicos en fibra de alpacas del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Huancavelica». *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1.

Turner, H, R Hayman, J Riches, N Roberts, y L Wilson. 1953. *Physical Definition of Sheep and Their Fleece for Breeding and Husbandry Studies*. Divisional Report No. 4 (Series S.W.-2), Division of Animal Health and Production, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation.

Vásquez O., R, O Gómez-Quispe, y E Quispe P. 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. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11020>.

Watkins, P, y A Buxton. 1992. *Luxury fibres: rare materials for higher added value. The Economist Intelligence Unit Special Report*. Special report (Economist Intelligence Unit (Great Britain)). London: Economist Intelligence Unit.

Wuliji, T, G H Davis, G K Dodds, P R Turner, R N Andrews, y G D Bruce. 2000. «Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand». *Journal of Small Ruminant Research* 37 (3): 189-201.