

## Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya en comunidades altoandinas de la región Tacna, Perú

Textile characteristics of Huacaya alpaca fibre in high Andean communities of the Tacna region, Peru

Daniel Gandarillas Espezua<sup>1</sup>, Abel Eleazar Quispe Quispe<sup>1</sup>, Angelina Puma Iquise<sup>1</sup>,  
Edith Annie Torres Hualla<sup>1</sup>, Rosario Milagros Rios Bobadilla<sup>1</sup>,  
Jesús E. Quispe Coaquira<sup>2\*</sup>

### RESUMEN

El estudio se llevó en dos comunidades de la Región Tacna, Perú, con el objetivo de determinar las características textiles de fibra de alpacas Huacaya y su grado de asociación con el sexo, edad y color de manto. Se analizaron las muestras de fibra de 817 y 683 alpacas de las comunidades de Huaytire y Maure, respectivamente, con el equipo OFDA 2000. El diseño experimental correspondió a un bloque completo al azar 2x5x2 de efectos fijos. Las fibras de las alpacas de la comunidad de Huaytire presentan fibras más finas ( $20.51 \pm 2.52 \mu\text{m}$ ), con menor dispersión ( $5.15 \pm 0.96 \mu\text{m}$ ), con mayor confort ( $93.85 \pm 8.26\%$ ), y con mayor índice de curvatura ( $36.58 \pm 5.79 \text{ }^\circ/\text{mm}$ ), así como mayor longitud de mecha ( $10.45 \pm 2.21 \text{ cm}$ ). Las fibras blancas tienen mayor finura ( $20.79 \pm 2.62 \mu\text{m}$ ), y menor dispersión ( $5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$ ) que los de color, en tanto que el factor de confort, índice de curvatura y longitud de mecha de las fibras blancas fueron mayores. Con relación al grupo etario, las alpacas jóvenes presentaron mejores características textiles que las adultas, en tanto solo la finura mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a favor del macho. La longitud de mecha no mostró asociación con las otras características textiles. En conclusión, las características textiles varían de acuerdo con la comunidad, sexo, edad y color de manto, donde los mejores resultados se encontraron en la comunidad de Huaytire, en machos, en fibras blancas y en animales jóvenes.

**Palabras clave:** alpaca, árido, fibra, comunidad, color de manto, asociación

<sup>1</sup> Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna (UNJBG), Tacna, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

\* E-mail: [jequispe@unap.edu.pe](mailto:jequispe@unap.edu.pe)

Recibido: 7 de marzo de 2022

Aceptado para publicación: 15 de septiembre de 2022

Publicado: 27 de octubre de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

## ABSTRACT

The study was carried out in two communities of the Tacna Region, Peru to determine textile characteristics of Huacaya alpaca fibre and its degree of association with sex, age and coat colour. Fibre samples from 817 and 683 alpacas from the Huaytire and Maure communities, respectively, were analysed with the OFDA 2000 equipment. The experimental design corresponded to a complete random block 2x5x2 with fixed effects. The alpaca fibre of the Huaytire community presented finer fibres ( $20.51 \pm 2.52 \mu\text{m}$ ) and less dispersion ( $5.15 \pm 0.96 \mu\text{m}$ ), with greater comfort ( $93.85 \pm 8.26\%$ ) and a higher curvature index ( $36.58 \pm 5.79 \text{ }^\circ/\text{mm}$ ), as well as longer wick length ( $10.45 \pm 2.21 \text{ cm}$ ). The white fibres have greater fineness ( $20.79 \pm 2.62 \mu\text{m}$ ), and less dispersion ( $5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$ ) than the coloured ones, while the comfort factor, curvature index and wick length of the white fibres showed greater values. In relation to the age group, the young alpacas presented better textile characteristics than the adults, while only fineness showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in favour of the male. The wick length showed no association with the other textile characteristics. In conclusion, the textile characteristics vary according to the community, sex, age and coat colour, where the best results were found in the Huaytire community, in males, in white fibres and in young animals.

**Key words:** alpaca, arid, fibre, community, coat color, association

## INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con 3 685 516 alpacas que se distribuyen en 18 regiones políticas por encima de los 3500 m de altitud (IV CENAGRO, 2012; Quispe *et al.*, 2021a). La crianza de alpacas es una actividad de importancia económica para los habitantes de la zona altoandina, y esto incluye a los criadores de la Región de Tacna, la región más pequeña en el extremo meridional de la Cordillera Occidental (Llosa *et al.*, 2009), con una población aproximada de 60 mil alpacas (IV CENAGRO, 2012). Esta región se caracteriza por presentar baja productividad de biomasa y una pobre vegetación debido a la escasa precipitación que le confiere un aspecto semidesértico (Brack y Mendiola, 2004). Bajo estas condiciones, el sistema de producción de camélidos sudamericanos alpacas se caracteriza por rebaños pequeños de 60 a 280 animales, entre alpacas y llamas, pero con énfasis en alpacas Huacaya (Flores, 2020). Las alpacas, desde el punto de vista económico, constituye la especie ganadera más importante en las zonas altoandinas;

y la fibra es el producto que le confiere dicha importancia económica para el criador alpaquero.

Las alpacas Huacaya se caracterizan por la disposición y el tipo de vellón, el cual presenta fibras netamente rizadas, con crecimiento perpendicular al cuerpo; asimismo, la disposición de un vellón cerrado que les confiere corpulencia y fortaleza, además de una mayor protección contra los efectos climáticos (Bustanza, 2001; Quispe *et al.*, 2021).

La fibra que produce la alpaca es de alta calidad para la industria textil debido a sus características especiales (Wang *et al.*, 2003). La industria textil demanda uniformidad de diámetro y longitud de la fibra, siendo el diámetro medio una característica importante de medición de su calidad (Wang *et al.*, 2003; McGregor, 2006; Atav y Turkmen, 2015); sin embargo, existen otras características de la fibra de importancia tecnológica y textil, como son el coeficiente de variación, factor de confort, índice de curvatura, porcentaje de medulación, resistencia a la trac-

ción y rendimiento al lavado (Lupton *et al.*, 2006; Quispe, 2010).

Según la DGPA (2019), el mercado internacional ha mostrado una mayor preferencia por la fibra blanca, lo cual tiene un impacto negativo en la conservación de la diversidad de mantos de otros colores, ocasionado una severa erosión genética en los rebaños andinos; especialmente si se considera que la alpaca, en comparación con otras especies que producen fibra fina, cuenta con 22 colores naturales y más de 65 tonos (Bustanza, 2001; Renieri *et al.*, 2004).

Por otro lado, existe una serie de factores que influyen en la calidad y cantidad de fibra, como son los factores medioambientales o externos (alimentación, localización geográfica, frecuencia de esquila, precipitación pluvial) y factores internos o genéticos (sexo, edad, raza, estado fisiológico, condición corporal y color del vellón) (Lupton *et al.*, 2006; Quispe, 2010) que requieren ser estudiados en las alpacas de la zona sur del país. La crianza de alpacas en la región Tacna se realiza principalmente en las provincias de Candarave y Tarata, pero se desconoce las características textiles de las alpacas de esta región, a pesar de que se realizan esfuerzos por mejorar los rebaños alpaqueros mediante la introducción de reproductores. Por lo tanto, el estudio tuvo como objetivo determinar las características textiles de fibra de alpacas Huacaya en dos comunidades de la zona, así como el efecto del sexo, edad y color de manto y el nivel de asociación entre estas variables, a fin de proporcionar información base para la implementación de programas de mejora genética de la alpaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de Estudio

El estudio se realizó entre los meses de setiembre a diciembre de 2019 en las comunidades campesinas de Maure y Huaytire, que

se encuentran en las provincias de Tarata y Candarave, respectivamente; de la Región Tacna. Las comunidades se encuentran sobre los 4000 msnm, y están a unos 200 km de la ciudad de Tacna. El clima es muy riguroso, propio de las grandes altitudes. La comunidad de Huaytire presenta un clima típico de la zona agroecológica de puna seca, con temperatura máxima y mínima de 15 y -20 °C, respectivamente. El verano (diciembre a marzo) es lluvioso y el invierno es seco (Minera Gold Fields Perú, 2011). La comunidad Maure presenta temperaturas máximas y mínimas de 9.8 a 14.4 °C y -15.0 a -3.6 °C, siendo la época de lluvias entre diciembre a marzo.

### Tamaño de Muestra

Se determinó mediante la fórmula de comprobación de medias de poblaciones finitas, donde: N fue 14 069, la desviación estándar de la variable de 0.38 (Quispe *et al.*, 2021b) y el error admisible de 0.05, resultando un tamaño muestral mínimo de 218 animales por comunidad. Sin embargo, se recolectaron muestras de fibra de 817 y 683 alpacas de las comunidades de Huaytire y Maure, respectivamente.

### Muestreo

Se seleccionaron 11 productores de la comunidad de Maure y 16 de la comunidad de Huaytire. El muestreo se realizó según descrito por Hick *et al.* (2016), donde los rebaños con menos de 100 animales se muestrearon en su totalidad, caso contrario se muestreó al azar el 30% de los animales de los rebaños.

### Muestras y Procesamiento de la Fibra

Se cortaron mechas de fibras entre 5 a 10 g de la región costillar medio. Las muestras fueron guardadas en bolsas de polietileno con los datos del propietario, comunidad, así como el sexo, edad y color de manto del animal. La edad de los animales fue determina-

Cuadro 1. Diámetro medio (DM) y desviación estándar del diámetro medio (DSDM) de la fibra de alpacas Huacaya por comunidad, color de manto, edad y sexo (Región Tacna, Perú)

Factores	n	Diámetro medio ( $\mu\text{m}$ )		Desviación estándar del DM ( $\mu\text{m}$ )	
		Prom $\pm$ DE	Rango	Prom $\pm$ DE	Rango
<b>Comunidad</b>					
Huaytire	817	20.51 $\pm$ 2.52 <sup>b</sup>	12.00 - 29.12	5.15 $\pm$ 0.96 <sup>b</sup>	2.53 - 17.08
Maure	683	21.42 $\pm$ 2.72 <sup>a</sup>	14.39 - 32.71	5.26 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup>	3.39 - 8.87
<b>Color</b>					
Blanco	1271	20.79 $\pm$ 2.62 <sup>b</sup>	12.00 - 32.71	5.18 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup>	2.53 - 17.08
Color	229	21.69 $\pm$ 2.66 <sup>a</sup>	16.78 - 30.80	5.34 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>	3.79 - 8.85
<b>Edad</b>					
DL	271	20.34 $\pm$ 2.48 <sup>cd</sup>	14.64 - 28.07	5.26 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup>	3.41 - 8.43
DLM	223	20.00 $\pm$ 2.30 <sup>d</sup>	15.49 - 27.57	4.97 $\pm$ 0.81 <sup>b</sup>	3.36 - 8.68
2D	210	20.63 $\pm$ 2.60 <sup>cd</sup>	12.00 - 30.48	5.22 $\pm$ 1.23 <sup>a</sup>	3.25 - 17.08
4D	286	20.89 $\pm$ 2.42 <sup>b</sup>	16.14 - 30.80	5.14 $\pm$ 0.86 <sup>a</sup>	2.53 - 8.53
BLL	510	21.77 $\pm$ 2.78 <sup>a</sup>	14.39 - 32.71	5.30 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>	3.66 - 8.98
<b>Sexo</b>					
Hembra	1183	21.01 $\pm$ 2.68 <sup>a</sup>	12.00 - 32.71	5.21 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>	3.25 - 17.08
Macho	317	20.59 $\pm$ 2.50 <sup>b</sup>	15.69 - 28.78	5.19 $\pm$ 0.85 <sup>a</sup>	2.53 - 8.77

da según cronología dentaria descrita en la literatura científica (Fernández-Baca, 1971; Oporto *et al.*, 1979; Frank, 1991) en cinco categorías: dientes de leche (DL), dientes de leche mayor (DLM), dos dientes (2D), cuatro dientes (4D) y boca llena (BLL). El color de manto se clasificó en dos categorías: blanco y colores, en este último se agruparon los colores enteros y manchados, debido a la baja frecuencia de observaciones.

El análisis de la fibra se realizó con el equipo OFDA 2000 (Analizador Óptico del Diámetro de la Fibra) en el laboratorio de fibras de la Estación Experimental del Centro de Investigación IVITA en Maranganí, Cusco. Se determinó el diámetro de fibra (DM), desviación estándar del diámetro de fibra (DSDM), coeficiente de variación del

diámetro, factor de confort (FC), e índice de curvatura (ICUR). Además, se determinó la longitud de mecha (LOME) mediante el método de la ASTM (ASTM, 1999).

#### Análisis Estadístico

Se determinaron medidas de tendencia central y de dispersión para todos los parámetros bajo evaluación. Se utilizó un modelo bloque completo al azar de efectos fijos conducido en un arreglo factorial de 2x5x2 (color de manto, edad y sexo) para todas las variables respuesta, considerándose a las comunidades como bloques. Se utilizó la correlación de Pearson para determinar el grado de asociación entre las variables. Para determinar la normalidad de los datos se utilizó el estadístico de Shapiro-Wilks, y

para determinar las diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba Duncan con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diámetro Medio de la Fibra (DM)

En el Cuadro 1 se presentan las medias y valores extremos del DM y DSDM por factores comunidad, color de manto, edad y sexo. El DM fue significativamente diferente entre comunidades ( $p < 0.05$ ), siendo más finas en la comunidad de Huaytire ( $20.51 \pm 2.52 \mu\text{m}$ ). El valor mínimo del DM fue comparable con el DM de  $12 \mu\text{m}$  reportado para la vicuña (Pacheco *et al.*, 2019); sin embargo, su valor máximo llegó hasta  $32.71 \mu\text{m}$  en la comunidad de Maure.

En cuanto al color del manto, las alpacas blancas presentaron mayor finura de fibra ( $20.79 \pm 2.62 \mu\text{m}$ ) que los de color ( $21.69 \pm 2.66 \mu\text{m}$ ) ( $p < 0.05$ ). En la categoría etaria la fibra más fina se encontró en alpacas DLM ( $20.00 \pm 2.30 \mu\text{m}$ ) y la fibra más gruesa en alpacas BLL ( $21.77 \pm 2.78 \mu\text{m}$ ), observándose una tendencia a engrosar con la edad. Por otro lado, los machos presentaron fibras más finas que las hembras ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 1).

El DM es uno de los factores importantes en la categorización y clasificación de la fibra de alpaca (NTP 231.302.2004), pues determina el precio de la fibra, aun cuando la comercialización se realiza con base al peso de vellón (Carpio, 1991; Quispe *et al.*, 2016).

Los resultados del presente estudio sobresalen por la mayor finura que exhiben respecto a las alpacas de la sierra central (Arango, 2016; Machaca *et al.*, 2017, 2021) y del sur del Perú (Roque y Ormachea, 2018; Ormachea *et al.*, 2015; Quispe *et al.*, 2021a,b). Estas diferencias son el reflejo de condiciones agroecológicas en las que se crían las alpacas (Brack y Mendiola, 2004). Así, por ejemplo, los resultados del presente estudio

provienen de rebaños de alpacas de pequeños criadores de comunidades campesinas con sistemas de manejo tradicional; mientras que el estudio de Quispe *et al.*, (2021b) se hizo con rebaños élite participantes en un evento ganadero de importancia.

### Desviación Estándar del DM de Fibra (DSDM)

Los valores de la DSDM entre comunidades fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ), correspondiendo la menor variación a las fibras de la comunidad Huaytire ( $5.15 \pm 0.96 \mu\text{m}$ ), con valores mínimos de  $2.53 \mu\text{m}$  y máximos de  $17.08 \mu\text{m}$  (Cuadro 1).

Las alpacas blancas presentaron menor dispersión de finura ( $5.18 \pm 0.95 \mu\text{m}$ ) que los mantos de color ( $5.34 \pm 0.99 \mu\text{m}$ ), en tanto que solo los animales clasificados como DLM presentaron una menor y significativa variación con respecto a los demás grupos etarios ( $p < 0.05$ ). Los trabajos sobre dispersión del DM de la fibra dentro de la mecha de Meza (2018) y Arango (2016) reportan valores superiores al presente estudio.

### Factor de Confort de la Fibra (FC)

En el Cuadro 2 se presenta las medias y valores extremos del FC, ICUR y LOME según la comunidad, color de manto, edad y sexo. El mejor FC de la fibra correspondió a alpacas de la comunidad Huaytire ( $93.85 \pm 8.26\%$ ); sin embargo, ninguna de las medias de FC comunales alcanzó el valor de confort considerado como mínimo para la fibra (95%) (Quispe *et al.*, 2013).

En cuanto al color del manto, si bien hubo diferencias significativas entre alpacas con manto blanco ( $93.68 \pm 7.96\%$ ) y de color ( $91.73 \pm 9.99\%$ ) ( $p < 0.05$ ), empero, los valores extremos fueron muy similares. El FC fue similar entre alpacas juveniles (DL y DLM), pero diferentes a las alpacas adultas (BLL) que tendrían menores índices de FC ( $91.97 \pm 8.91\%$ ). Sin duda, el FC muestra un comportamiento inverso al DM respecto a la

Cuadro 2. Factor de confort, índice de curvatura y longitud de mecha de la fibra de alpacas Huacaya por comunidad, color de manto, edad y sexo (Región Tacna, Perú)

Factores	n	Factor Confort (%)		Índice curvatura (°/mm)		Longitud de mecha (cm)	
		Prom ± DE	Rango.	Prom ± DE	Rango.	Prom ± DE	Rango.
<b>Comunidad</b>							
Huaytire	817	93.85±8.26 <sup>a</sup>	24.18-99.80	36.58±5.79 <sup>a</sup>	20.66-58.67	10.10±2.54 <sup>b</sup>	0.4-18.50
Maure	683	92.81±8.38 <sup>b</sup>	26.60-99.50	32.75±6.11 <sup>b</sup>	0.66-52.51	10.45±2.21 <sup>a</sup>	3-21.60
<b>Color</b>							
Blanco	1271	93.68±7.96 <sup>a</sup>	24.59-99.80	35.07±6.19 <sup>a</sup>	0.66-58.67	10.20±2.45 <sup>b</sup>	3-21.60
Color	229	91.73±9.99 <sup>b</sup>	24.18-99.50	33.55±6.38 <sup>b</sup>	5.24-47.19	10.60±2.11 <sup>a</sup>	0.4-14.90
<b>Edad</b>							
DL	271	94.41±5.93 <sup>ba</sup>	60.98-99.68	31.48±5.27 <sup>c</sup>	14.92-50.14	10.18±2.16 <sup>ba</sup>	5-14.50
DLM	223	95.39±6.17 <sup>a</sup>	24.59-99.80	35.25±5.16 <sup>b</sup>	23.25-50.36	9.95±2.26 <sup>b</sup>	5-16.00
2D	210	93.22±9.99 <sup>bc</sup>	24.27-99.60	36.50±5.85 <sup>a</sup>	20.53-50.44	10.27±2.61 <sup>ba</sup>	3-16.60
4D	286	93.46±8.92 <sup>b</sup>	24.91-99.44	36.91±6.18 <sup>a</sup>	0.66-50.46	10.16±2.58 <sup>ba</sup>	0.4-18.50
BLL	510	91.97±8.91 <sup>c</sup>	24.18-99.43	34.60±6.56 <sup>b</sup>	11.09-58.67	10.49±2.39 <sup>a</sup>	3.7-21.60
<b>Sexo</b>							
Hembra	1183	93.23±8.56 <sup>a</sup>	24.18-99.68	34.88±6.19 <sup>a</sup>	0.66-58.67	10.24±2.38 <sup>a</sup>	0.4-21.60
Macho	317	93.93±7.41 <sup>a</sup>	24.59-99.80	34.66±6.40 <sup>a</sup>	5.24-52.51	10.34±2.50 <sup>a</sup>	3.7-18.50

edad del animal; pues a mayor finura habrá mayor comodidad. Por otro lado, no hubo diferencias significativas entre sexos para FC.

Otros estudios en la sierra central y sur del país muestran valores similares o ligeramente diferentes para el FC (Ormachea *et al.*, 2015; Roque y Ormachea, 2018; Machaca *et al.*, 2021; Quispe *et al.*, 2021a).

### Índice de Curvatura (ICUR)

El mayor valor de ICUR correspondió a las alpacas de la comunidad de Huaytire (36.58±5.79 °/mm). De igual manera, las alpacas blancas presentaron mayor ICUR (35.07±6.19°/mm) que las de color (33.55±6.38°/mm). Respecto a la categoría etaria, el menor valor fue presentado por las alpacas DL (31.48±5.27°/mm), mientras que los valores de los demás grupos etarios fueron irregulares (Cuadro 2); resultado que difiere con McGregor (2006) que indica que el

ICUR no varía con la edad. Según la clasificación de Holt (2006), los resultados encontrados en ambas comunidades se consideran entre curvaturas medianas y bajas.

### Longitud de Mecha (LOME)

Las fibras más largas (LOME) fueron observadas en la comunidad de Maure (10.45±2.21 cm) (Cuadro 2). Asimismo, las fibras de color presentaron mayor LOME (10.60±2.11 cm) que las blancas (10.20±2.45 cm), siendo las fibras de la categoría etaria de BLL las más largas (10.49±2.39 cm) y las más corta la DLM (9.95±2.26 cm), pero sin relación significativa por la edad ni por sexos. Sobre el largo de mecha, Siña (2012) reportó mayores valores en alpacas de la provincia de Tarata, Tacna; sin embargo, reportes del Altiplano peruano presentan valores diversos (Roque y Ormachea, 2018; Quispe *et al.*, 2021a,b). Por otro lado, Quispe *et al.* (2021a) encontraron una tendencia a presentar un

Cuadro 3. Correlación de Pearson de las características de la fibra de alpacas Huacaya procedentes de las comunidades Huaytire y Maure, Región Tacna, Perú

	DM	DSDM	FC	ICUR	LOME
DM	1.00	0.56	-0.55	-0.47	0.03
		<.0001	<.0001	<.0001	0.37
DSDM	0.71	1.00	-0.47	-0.42	0.01
	<.0001		<.0001	<.0001	0.78
FC	-0.82	-0.73	1.00	0.23	0.02
	<.0001	<.0001		<.0001	0.64
ICUR	-0.57	-0.52	0.44	1.00	-0.05
	<.0001	<.0001	<.0001		0.15
LOME	0.03	0.05	0.01	-0.06	1.00
	0.42	0.22	0.81	0.11	

Diagonales: Superior derecha = CC Huaytire; Inferior izquierda = CC Maure

DF: Diámetro de fibra, DSDM: Desviación Estándar del diámetro de fibra, FC: Factor de confort,

ICUR: Índice de curvatura, LOME: Longitud de mecha

mayor crecimiento hasta los cinco años, en tanto que Roque y Ormachea (2018) hallaron diferencias para edad, pero no para el factor sexo ni comunidad.

La LOME es una característica importante para determinar el precio de la fibra y determinar su destino en el proceso industrial (cardado o peinado) (Wang *et al.*, 2003; McGregor, 2006); y como tal, también sobre los efectos de naturaleza genética y ambiental (Lupton *et al.*, 2006). Por otro lado, la frecuencia de esquila que se practica en cada unidad alpaquera (cada año o cada dos años o en diferentes épocas) contribuiría a la variación de la LOME.

### Correlación de Pearson entre las Características Textiles

Los coeficientes de correlación de Pearson entre las características textiles de la fibra de alpaca de acuerdo con la comunidad de origen se presentan en el Cuadro 3.

El coeficiente de correlación fenotípica es una medida de la asociación entre el fenotipo de una variable y el fenotipo de otro carácter; y como tal sus valores varían de  $r = -1$  a  $r = +1$  (Kuehl, 2001).

En líneas generales, i) la LOME es una variable que no muestra mayor asociación con las demás características textiles; ii) los niveles de asociación de las dos comunidades no exceden de correlaciones moderadas, salvo el DM y la DSDM y FC, iii) en la comunidad de Maure se encontraron correlaciones altas entre DM y FC. Similares valores de coeficientes de correlación fueron hallados por Manso (2011) y Machaca *et al.* (2021) en alpacas de la región Huancavelica y Apurímac, respectivamente; mientras que Machaca *et al.* (2017) reportaron valores próximos a la correlación perfecta entre el DM y FC e ICUR en alpacas de la CC de Cotaruse, Apurímac.

## CONCLUSIONES

- Las características textiles de la fibra de alpacas de las dos comunidades varían de acuerdo con los factores comunidad, sexo, edad y color de manto ( $p < 0.05$ ), resaltando la mayor finura de las alpacas blancas y de las jóvenes.
- Las correlaciones entre características textiles de la alpaca Huacaya varían de acuerdo con la comunidad; correspondiendo mayor grado de asociación en la comunidad de Maure.
- La longitud de mecha es una característica que no demostró asociación con las demás características.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los criadores de alpacas de las comunidades andinas de Huaytire y Maure prestar las facilidades para la toma de muestras de fibras y permitir el desarrollo del estudio. Este trabajo es parte del proyecto de investigación «Uso de la biotecnología para el mejoramiento genético y desarrollo de capacidades en el manejo de alpacas (*Vicugna pacos*) en la zona altoandina de Tacna» financiado con fondos del Canon, Sobre Canon y Regalías Mineras de la Región Tacna.

## LITERATURA CITADA

1. **IV CENAGRO. 2012.** IV Censo Nacional Agropecuario. Resultados Preliminares. 2012. Lima. 91 p.
2. **Arango S. 2016.** Variación del factor confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 47 p.
3. **Atav R, Turkmen F. 2015.** Investigation of the dyeing characteristics of alpaca fibers (Huacaya and Suri) in comparison with wool. Text Res J 85: 1331-1339. doi: 10.1177/0040517514563727
4. **[ASTM] European Standard. 1999.** Standard test method of sampling and testing stage length of grease wool. In: Annual Book of ASTM Standards, Designation: D 1234-85 (Reapproved 2001). Vol 7(01). Philadelphia: ASTM. p 1-4.
5. **Brack A, Mendiola C. 2004.** Ecología del Perú. Lima, Perú: Ed. Bruño. 240 p.
6. **Carpio M. 1991.** Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En: Novoa C, Flórez A (eds). Producción de rumiantes menores: alpacas. Lima, Perú: RERUMEN.
7. **[DGPA] Dirección General de Políticas Agrarias. 2019.** Alpaca: potencial productivo y comercial. Lima, Perú: MINAGRI. 53 p.
8. **Flores A. 2020.** Determinación del diámetro de fibra y longitud de mecha en alpacas (*Lama pacos*) de la provincia de Tarata- Tacna. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Tacna, Perú: Univ. Nacional Jorge Basadre Grohmann. 91 p.
9. **Flores A. 2020.** Caracterización etnozootécnica de las poblaciones de Camélidos Sudamericanos domésticos en comunidades de la Provincia de Tacna, Perú. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Tesis de posgrado.
10. **Holt C. 2006.** A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature. A report o the Australian alpaca association. [Internet]. Disponible en: <http://www.cameronholt.com/CrimpRelationships.pdf>
11. **Kuehl R. 2001.** Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2° ed. USA: The University of Arizona. 661 p.
12. **Lupton CJ, McColl A, Stobart RH. 2006.** Fiber characteristics of the Huacaya alpaca. Small Ruminant Res 64: 211-224. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.04.023
13. **Llosa J, Pajares E, Toro O. 2009.** Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas. Reflexión, denuncia y propuesta desde los



- Andes: Lima, Perú: Red Ambiental Peruana, DESCO. 392 p.
14. **Machaca V, Callonza F, Paucara V, Bustinza V, Quispe JE, Machaca R, Cano V, et al. 2021.** Propiedades tecnológicas de la fibra de Alpacas Huacaya blanca (*Vicugna pacos*) en la Comunidad de Chapimarca, Apurímac – Perú. *Rev Inv Vet Perú* 32: e20928. doi: 10.15381/rivep.v32i4.20928
  15. **Machaca V, Bustinza V, Corredor F, Paucara V, Quispe E, Machaca R. 2017.** Características de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 28: 843-851. doi: 10.15381/rivep.v28i4.13889
  16. **Manso C. 2011.** Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica (Perú): Validación de los métodos de muestreo y valoración. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Pamplona, España: Univ. Pública de Navarra. 121 p.
  17. **McGregor BA. 2006.** Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Res* 61: 93-111. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.07.001
  18. **Meza, M. 2018.** Caracterización física de la fibra de alpacas de color de la raza Huacaya en el distrito de Totos, provincia Cangallo, región Ayacucho a 4,438 msnm. Tesis de Médico Veterinario. Ayacucho, Perú: Univ. Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 55 p.
  19. **Minera Gold Fields Perú, 2011.** Memoria Institucional. Publicación del Área de Imagen Institucional. 85 p.
  20. **Ormachea E, Calsín B, Olarte U. 2015.** Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani, Carabaya, Puno. *Rev Investig Altoandin* 17: 215-220. doi: 10.18271/ria.2015.115.
  21. **Quispe JE, Castillo P, Yana W, Vilcanqui H, Apaza E, Quispe DM. 2021.** Atributos textiles de la fibra de alpacas Huacaya blanca y color (*Vicugna pacos*) de la feria ganadera del sur del Perú. *Rev Inv Vet Perú* 32: e20930. doi: 10.15381/rivep.v32i4.20930
  22. **Quispe JE, Apaza E, Olarte U. 2021.** Características físicas y perfil de diámetro de fibra de alpacas Huacaya del Centro Experimental La Raya (Puno, Perú), según edad y sexo. *Rev Inv Vet Perú* 32: e20004. doi: 10.15381/rivep.v32i2.-20004
  23. **Quispe EC. 2010.** Estimación del progreso genético de seis esquemas de selección en alpacas (*Vicugna pacos* L.) Huacaya con tres modelos de evaluación en la región Altoandina de Huancavelica. Tesis Doctoral. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 144 p.
  24. **Roque L, Ormachea E. 2018.** Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 29: 1325-1334. doi: 10.15381/rivep.v19i4.14117
  25. **Siña M. 2012.** Características físicas de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Susapaya, Provincia de Tarata, 2012. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Tacna, Perú: Univ. Nacional Jorge Basadre Grohmann. 82 p.
  26. **Wang X, Wang L, Liu X. 2003.** The quality and processing performance of alpaca fibres. Series RIRDC Publication N° 03/128. Australia: Rural Industries Research and Development Corporation. 118 p.