

Factores relacionados con la calidad textil de fibra en vicuñas (*Vicugna vicugna mensalis*) de Apurímac, Perú

Factors related to the textile fibre quality in vicuñas (*Vicugna vicugna mensalis*)
from Apurímac, Peru

Rubén Pinares^{1,*}, Virgilio Machaca²

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el porcentaje de fibras meduladas (PFM), diámetro medio de fibra (DMF), desviación estándar de DMF (DE), coeficiente de variación de DMF (CV), porcentaje de fibras menores a 30 µm (FC), finura al hilado (FH), índice de curvatura (IC) y longitud de fibra según el lugar de procedencia de la vicuña, sitio de muestreo de fibra, edad y sexo. Se recolectaron 228 muestras de fibra de tres sitios corporales de 82 vicuñas (hembras y machos) procedentes de cuatro rebaños de Apurímac y uno de Ayacucho. Para el análisis estadístico se consideró como efectos fijos: sitio de muestreo de fibra, lugares de procedencia de la vicuña, edad, sexo y la interacción doble. La comparación múltiple de medias se determinó mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) y se utilizó el análisis de regresión simple para predecir el PFM. Según la procedencia de las vicuñas se observaron diferencias en DMF, DE, CV, FC, FH y longitud de fibra; mientras que según el sexo y sitio de muestreo de fibra no hubo diferencias sobre las características textiles y longitud de fibra. La interacción entre edad y sexo mostró un menor DMF en vicuñas adultas hembras respecto a los machos adultos. La desviación estándar del DMF en vicuñas es una característica importante para estimar el PFM y el porcentaje de fibras <30 µm. Asimismo, se demuestra una relación directa entre DE y PFM y entre DE y FH.

Palabras clave: vellón de vicuña, medulación, fibra fina, finura al hilado

¹ Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Sicuani, Perú

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Abancay, Perú

* E-mail: ruben.pinares@unsaac.edu.pe

Recibido: 7 de enero de 2022

Aceptado para publicación: 18 de julio de 2022

Publicado: 31 de agosto 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 aim of this study was to determine the percentage of medullated fibres (PMF), mean fibre diameter (MFD), standard deviation of MFD (SD), coefficient of variation of MFD (CV), percentage of fibres smaller than 30 μm (CF), spinning fineness (SF), curvature index (CI) and fibre length according to the origin of the vicuña, fibre sampling site, age and sex. A total of 228 fibre samples were collected of three body sites of 82 vicuñas (females and males) from four flocks in Apurímac and one in Ayacucho. For the statistical analysis fibre sampling site, origin of the vicuña, age, sex and double interaction were considered as fixed effects. Multiple comparison of means was determined by Tukey's test ($\alpha=0.05$) and simple regression analysis was used to predict PMF. Depending on the origin of the vicuñas, differences were observed in MFD, SD, CV, CF, SF and fibre length; while for sex and fibre sampling site there were no differences on the textile characteristics and fibre length. The interaction between age and sex showed a lower MFD in adult female vicuñas compared to adult males. The standard deviation of the MFD in vicuñas is an important characteristic to estimate the PMF and the percentage of fibres $<30 \mu\text{m}$. Likewise, a direct relationship between SD and PMF and between SD and SF is demonstrated.

Key words: vicuña fleece, medullation, down, spinning fineness

INTRODUCCIÓN

La vicuña es conocida como «Reina de los Andes, fibra de los dioses» por la suavidad de su vellón. La fibra era usada solo por miembros de la familia real en el incanato. En la década de 1980, Loro Piana se involucró en la conservación de vicuñas en Perú, quien junto con la participación de los campesinos resultó vital para lograr la conservación (Piazza, 2013). La vicuña representa un recurso natural renovable, símbolo de la patria, manteniéndose como patrimonio de la nación por su milenaria historia (Pinares y Yauri, 2019).

Las comunidades campesinas se encuentran involucradas con el manejo de vicuñas y con autorización vigente para la captura y esquila de vicuñas vivas en las regiones de Ayacucho (30.6%), Puno (18.0%), Cusco (12.1%), Huancavelica (10.0%), Arequipa (9.5%), Apurímac (7.3%), Junín (4.6%), Lima (2.7%) habiendo el 5.3% restante en otras regiones (MINAGRI, 2019).

El vellón de la vicuña es de doble capa, estando la externa cubierta por fibras primarias o cerdas (2% de fibras objetables sin valor comercial), mientras que en la capa interna se encuentra la mayor proporción de fibras secundarias de alto valor comercial (Carpio y Solari, 1982). Esta fibra fina «down» muestra alta densidad por la alta proporción de los folículos secundarios (Chamut *et al.*, 2016).

La fibra de vicuña es una de las fibras de origen animal más fina de alto valor comercial. El diámetro medio de fibra (DMF) oscila entre 10.5 y 16.5 μm y su longitud entre 2 y 4.5 cm (Pinares y Yauri, 2019; Quispe *et al.*, 2018), siendo adecuadas para el procesamiento mediante el sistema de cardado (Trejo *et al.*, 2009). Por otro lado, las fibras medulladas permiten conservar el calor y favorecen la termorregulación del animal (Wang *et al.*, 2005; Moore *et al.*, 2011) y, consecuentemente, mejora el aislamiento de calor en la prenda.

En el vellón de vicuña es difícil diferenciar las fibras meduladas en el *down*, mientras que las cerdas blancas se reconocen fácilmente a la observación visual, las mismas que requieren su eliminación manual o mecánica previo al procesamiento textil. Por otro lado, la pigmentación oscura de la fibra es un problema en la evaluación de medulación, ya sea por OFDA 100 (*Optical-based Fibre Diameter Analyser*) o microscopio de proyección porque aparentemente se sobreestima o subestima el porcentaje de fibras meduladas (PFM). En fibra de vicuña se ha descrito bajo porcentaje de médula continua (1.5%) y discontinua (3%) (Carpio y Solari, 1982). El objetivo de este trabajo fue evaluar las principales características textiles de la fibra, así como la longitud de fibra según el lugar de procedencia del rebaño, sitio de muestreo de fibra, edad y sexo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el departamento de Apurímac, Perú, con vicuñas que provenían de dos comunidades campesinas: Taccata (distrito de Lambrama, provincia de Abancay), Iscahuaca (distrito de Cotaruse, provincia de Chalhuanca), así como de los distritos de Abancay (provincia de Abancay) y distrito de Pampachiri (provincia de Andahuaylas). Adicionalmente, se tomaron muestras de fibra de vicuñas del distrito y provincia de Lucanas del departamento de Ayacucho. Las vicuñas provienen de un sistema de manejo en semi cautiverio, excepto aquellas que provienen de Abancay que eran del Centro Ecológico Recreacional Taraccasa, manejadas en un sistema de cautiverio.

Se tomaron muestras de fibra de 82 vicuñas de tres zonas corporales: paleta, costillar medio y grupa, obteniéndose un total de 228 muestras de fibra (Cuadro 1) entre 2014 y 2019. Las muestras fueron evaluadas con el analizador óptico de diámetro de fibra (OFDA 2000), siguiendo la norma IWTO: 47 (IWTO: 47, 2013), bajo condiciones estándar

de humedad y temperatura. El porcentaje de fibras meduladas (PFM) se evaluó en 72 muestras de fibra provenientes de la Comunidad Campesina de Taccata. Para ello se calibró el equipo OFDA 100 siguiendo la norma IWTO-57 (IWTO-57, 2000), concordante con la metodología de opacidad de la fibra > 80% (Lupton y Pfeiffer, 1998).

Con el equipo OFDA 2000 se evaluó el diámetro medio de la fibra (DMF), desviación estándar del DMF (DE), coeficiente de variación del DMF (CV), porcentaje de fibras menores a 30 μm (FC), finura al hilado (FH), índice de curvatura (IC) y longitud de fibra (LF).

La comparación múltiple de medias y las interacciones fueron determinadas mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Se aplicó el análisis de regresión simple para predecir el PFM en función a la DE, y el coeficiente de correlación de Pearson para determinar algunas asociaciones entre las características textiles de la fibra. Para el análisis de los datos se empleó el software estadístico R v. 3.6.3 (R Core Team, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Fibras Meduladas (PFM)

El porcentaje de medulación no mostró diferencia entre los tres sitios corporales de muestreo de fibra (Cuadro 2). El promedio general del PFM de 7.80% fue relativamente alto comparado con otros estudios. Carpio y Solari (1982) utilizando un microscopio de proyección reportaron menor PFM en el vellón de vicuña (1% de medulación continua y 3% de tipo discontinua, porcentaje de escasa relevancia). En la subespecie *Vicugna vicugna vicugna* (vicuña de Argentina) Rebuffi (1999) reportó 4.3% de medulación discontinua, 1.8% de tipo continua y 1.9% de fibras fuertemente meduladas, sumando 8% de la medulación total. En paco vicuña se reportó 12.80% de medulación continua y

Cuadro 1. Número¹ de vicuñas muestreadas distribuidas según el lugar de procedencia y número de muestras de fibra obtenidas

	Apurímac				Ayacucho
	Taccata (34 vicuñas)	Iscahuaca (20 vicuñas)	Pampachiri (12 vicuñas)	Abancay (9 vicuñas)	Lucanas (7 vicuñas)
Paleta	34	20	12	-	7
Costillar	34	20	12	9	7
Grupa	34	20	12	-	7
Muestras (n)	102	60	36	9	21

¹ El número total de vicuñas fue 82 y el total de muestras de fibra fue 228

Cuadro 2. Media del porcentaje de fibras meduladas (PFM), desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) de vicuñas procedentes de la Comunidad Campesina de Taccata, distrito de Lambrama, provincia de Abancay, Perú

	Muestras de fibra (n)	PFM (%)	DE (%)	CV (%)
Sexo				
Hembra	33	7.13 ^a	2.74	38.43
Macho	39	8.37 ^a	3.80	45.40
Edad				
Juvenil	33	8.53 ^a	3.86	45.25
Adulta	39	7.18 ^a	2.85	39.69
Sitio de muestreo				
Paleta	24	8.09 ^a	3.80	46.97
Costillar medio	24	7.87 ^a	3.79	48.16
Grupa	24	7.45 ^a	2.55	34.23

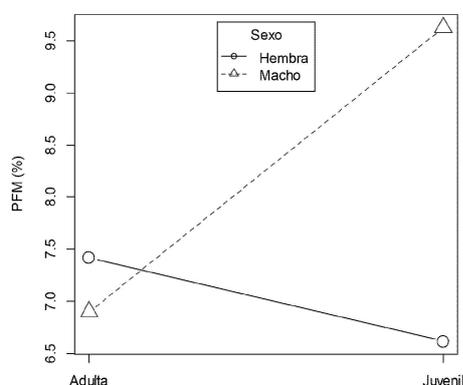


Figura 1. Gráfica de interacción entre edad y sexo sobre el porcentaje de fibras meduladas (PFM)

4.12% de discontinua (Berolatti *et al.*, 2021), observando, además, mediante corte transversal y longitudinal los cuatro tipos de médula (fragmentada, discontinua, continua y fuertemente medulada) en la fibra de vicuña. Los tipos de medulación están bien descritos en alpacas, donde Pinares *et al.* (2019) reportaron alta variabilidad de medulación.

En el estudio se observó una interacción entre edad y sexo sobre el porcentaje de fibras meduladas. Los machos juveniles mostraron mayor incidencia del porcentaje de medulación comparada con hembras juveniles (Figura 1). Un estudio en alpacas polacas

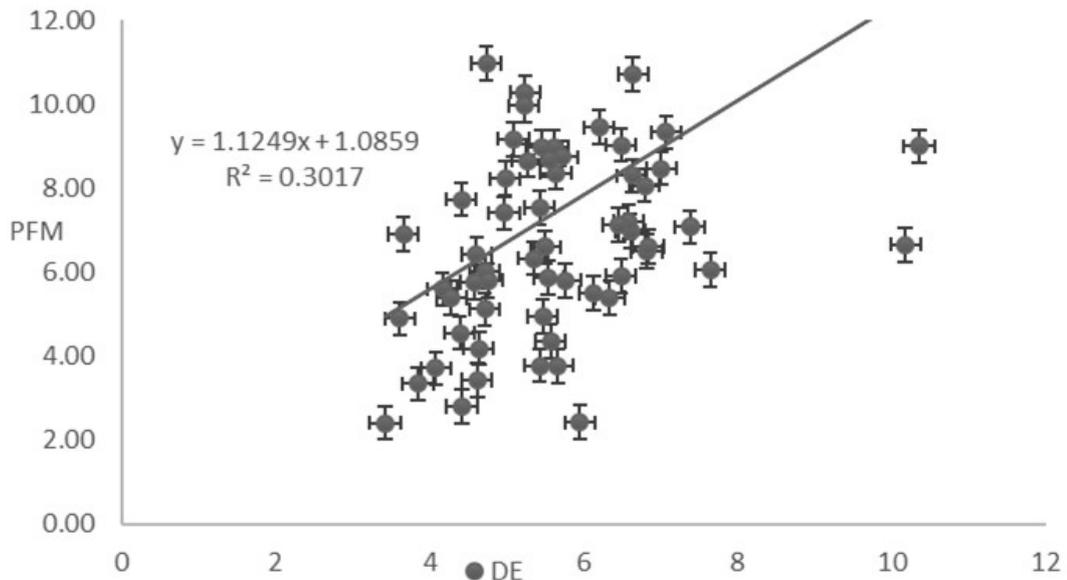


Figura 2. Diagrama de dispersión entre desviación estándar del diámetro medio de fibra (DE) y porcentaje de fibras meduladas (PFM), con su respectiva ecuación de regresión y R^2

también mostró mayor porcentaje de medulación en machos respecto a hembras (Radzik-Rant y Wiercinska, 2021). Por otro lado, se estimó una ecuación de regresión para el $PFM = 1.0859 + 1.1249 (DE)$, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.30 (Figura 2). Asimismo, el PFM mostró una correlación positiva (0.55) con la desviación estándar del DMF (DE).

Factores Relacionados con las Características Textiles

El diámetro medio de fibra (DMF), DE, CV, FC, FH y LF mostraron diferencias significativas según el lugar de procedencia de las vicuñas (Cuadro 3). Las vicuñas de Abancay manejadas en cautiverio tienen fibras más finas ($13.36 \mu\text{m}$) respecto a las vicuñas de Pampachiri (Andahuaylas) y Taccata (Lambrama) manejadas en semi cautiverio, quienes presentaron DMF más grueso (14.71 y $14.85 \mu\text{m}$, respectivamente).

La longitud de fibra fue mayor en vicuñas de Iscahuaca y Pampachiri, en tanto que aquellas de Taccata y Lucanas mostraron longitudes menores. Estas diferencias en DMF y longitud de fibra se atribuyen a factores ecológicos como disponibilidad de pasturas y tipo de manejo. Las vicuñas de Abancay estaban en cautiverio, similar a las vicuñas del Parque de las Leyendas, donde también se reportaron fibras muy finas de $11.23 \mu\text{m}$ (Trejo *et al.*, 2009). Asimismo, se deben considerar las diferencias genéticas entre vicuñas procedentes de poblaciones diferentes (Wheeler *et al.*, 2001).

La desviación estándar del DMF en Iscahuaca, Pampachiri, Taccata y Lucanas fue entre 5 y $7 \mu\text{m}$, superior a 4.1 y $4.5 \mu\text{m}$ reportados por Olaguivel-Flores *et al.* (2018) y Sacchero y Mueller (2005), respectivamente. En consecuencia, el $CV \pm DE$ en vicuñas procedentes de Iscahuaca (43.37 ± 13.25), Pampachiri (48.23 ± 15.08) y Lucanas (38.64 ± 14.09) fueron superiores a los valores de

Cuadro 3. Promedio \pm DE de características textiles¹ y longitud de fibra (LF) de vicuñas procedentes de cuatro distritos de Abancay y un distrito de Ayacucho, Perú

	n	DMF (μ m)	DE (μ m)	CV (%)	FC (%)	FH (μ m)	IC ($^{\circ}$ /mm)	LF (mm)
Abancay	09	13.36 ^b \pm 1.01	3.33 ^c \pm 0.86	24.88 ^c \pm 4.95	99.41 ^a \pm 0.37	14.64 ^b \pm 3.46	80.73 \pm 8.76	–
Iscahuaca	60	13.88 ^b \pm 1.41	6.06 ^{ab} \pm 2.20	43.37 ^{ab} \pm 13.25	97.37 ^{ab} \pm 2.13	17.26 ^{ab} \pm 3.62	90.74 \pm 9.66	34.08 ^a \pm 7.34
Lucanas	21	14.26 ^{ab} \pm 1.32	5.77 ^{ab} \pm 2.83	38.64 ^b \pm 14.09	97.33 ^{ab} \pm 3.67	17.31 ^{ab} \pm 4.95	87.12 \pm 10.08	25.71 ^b \pm 4.27
Pampachiri	36	14.71 ^a \pm 1.68	7.18 ^a \pm 2.78	48.23 ^a \pm 15.08	95.98 ^b \pm 3.51	19.08 ^a \pm 4.44	86.06 \pm 8.76	34.44 ^a \pm 7.35
Taccata	102	14.85 ^a \pm 0.97	5.87 ^b \pm 1.97	28.41 ^c \pm 8.68	97.92 ^a \pm 2.00	18.15 ^{ab} \pm 3.36	90.14 \pm 13.38	27.83 ^b \pm 5.97
Lugar		***	***	***	***	*	ns	***
Interacción lugar: sexo		ns	***	**	***	**	ns	**

¹ Diámetro medio de fibra (DMF), desviación estándar de DMF (DE), coeficiente de variación de DMF (CV), porcentaje de fibras <30 μ m (FC), finura al hilado (FH) e índice de curvatura (IC)
n: número de muestras de fibra, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001, ns: no significativo

30.98 \pm 7.35 y 31.90 \pm 2.70% reportados por Olaguivel-Flores *et al.* (2018) y Sacchero y Mueller (2005), respectivamente.

El DMF de vicuña fue homogénea en el vellón de la vicuña (paleta, costillar medio y grupa), similar al reporte de Trejo *et al.* (2009). La interacción entre edad y sexo fue significativa sobre el DMF, siendo más grueso en machos adultos respecto a las hembras adultas (Figura 3). Las características textiles y la longitud de fibra de vicuña no mostraron variaciones según el sexo y los sitios de muestreo, mientras que el DMF aumenta con la edad (Cuadro 4), similar a lo reportado en otros estudios (Quispe *et al.* (2011; Olaguivel-Flores *et al.*, 2018; Pinares y Yauri, 2019; Valenzuela *et al.*, 2019). La edad en el pre-

sente estudio no afectó la longitud de fibra, aunque Quispe *et al.* (2018) encontraron mayor longitud en fibra de vicuñas juveniles que en adultas.

Por otro lado, la correlación entre DE y FC fue negativa (-0.89), similar a la correlación de -0.90 reportada por Olaguivel-Flores *et al.* (2018) y -0.75 reportada por Pinares y Yauri (2019). En la Figura 4 se muestra el grado de dispersión, donde a mayor DE (mayor presencia de cerdas) se reduce el FC. Asimismo, en la Figura 5 se muestra la correlación positiva entre DE y FH (0.88), indicando que al incrementar la DE también se incrementa la FH. La correlación entre DE y FH fue similar a 0.91 reportada por Olaguivel-Flores *et al.* (2018) y 0.70 reportada por Pinares y Yauri (2019).

Cuadro 4. Promedio \pm DE de características textiles¹ y longitud de fibra (LF), según la zona corporal de muestreo, edad y sexo

	n	DMF (μ m)	DE (μ m)	CV (%)	FC (%)	FH (μ m)	IC ($^{\circ}$ /mm)	LF (mm)
Sitio de muestreo		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Paleta	73	14.44 \pm 1.27	6.11 \pm 2.25	36.02 \pm 12.84	97.36 \pm 2.14	18.22 \pm 3.88	90.40 \pm 11.76	31.73 \pm 7.47
Costillar medio	82	14.32 \pm 1.31	5.69 \pm 2.29	34.81 \pm 13.83	97.74 \pm 2.69	17.20 \pm 3.66	87.57 \pm 12.07	32.35 \pm 8.67
Grupa	73	14.63 \pm 1.42	6.29 \pm 2.44	38.19 \pm 15.83	97.29 \pm 2.86	18.20 \pm 3.99	89.23 \pm 10.64	31.02 \pm 6.37
Edad		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Juvenil	110	14.24 ^b \pm 1.32	6.25 \pm 2.53	37.81 \pm 14.94	97.26 \pm 2.90	17.93 \pm 4.20	89.08 \pm 11.38	31.82 \pm 7.52
Adulta	118	14.66 ^a \pm 1.32	5.80 \pm 2.11	34.85 \pm 13.40	97.67 \pm 2.23	17.76 \pm 3.51	88.94 \pm 11.73	31.57 \pm 7.59
Sexo		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interacción edad: sexo		**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹Diámetro medio de fibra (DMF), desviación estándar de DMF (DE), coeficiente de variación de DMF (CV), porcentaje de fibras <30 μ m (FC), finura al hilado (FH) e índice de curvatura (IC)
n: número de muestras de fibra, *: p<0.05, **: p<0.01, ns: no significativo

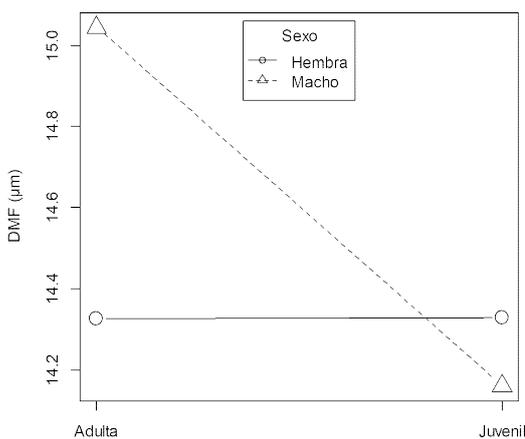


Figura 3. Gráfica de interacción entre edad y sexo sobre el diámetro medio de fibra (DMF)

CONCLUSIONES

- En las vicuñas del distrito de Abancay y de Iscahuaca, distrito de Cotaruse de la provincia de Chalhuanca, el diámetro medio de fibra fue menor comparado con vicuñas del distrito de Pampachiri y Taccata distrito de Lambrama. Asimismo, la longitud de fibra fue mayor a 34 mm en vicuñas de Iscahuaca y Pampachiri.
- Las características textiles y longitud de fibra no mostraron variabilidad según el sitio de muestreo de la fibra (paleta, costillar medio y grupa), demostrándose buena uniformidad en el vellón de vicuña.

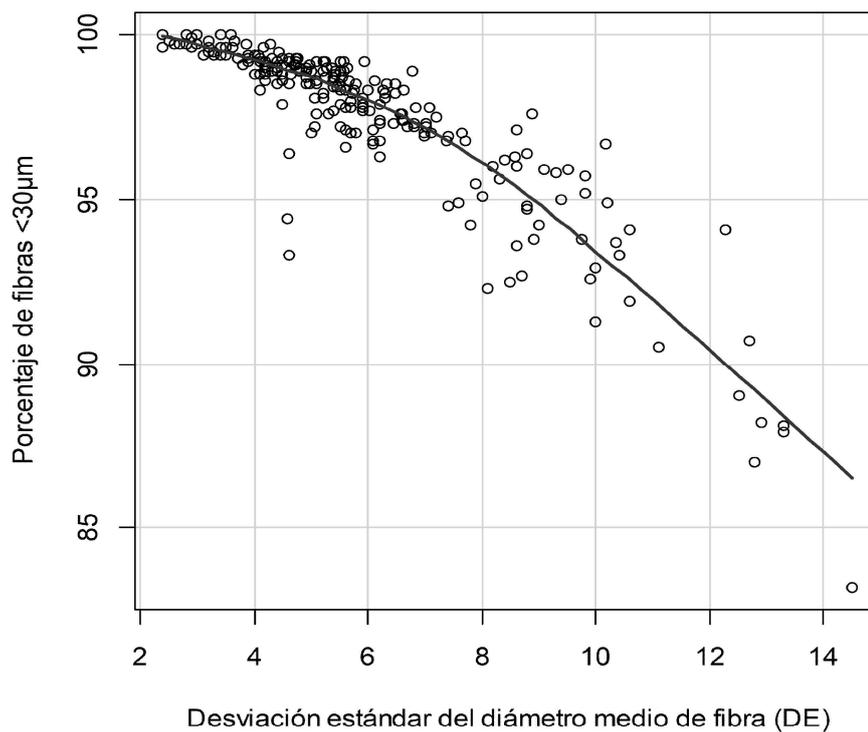


Figura 4. Diagrama de dispersión entre DE y porcentaje de fibras $<30\mu\text{m}$ (FC), con su respectiva línea suavizada

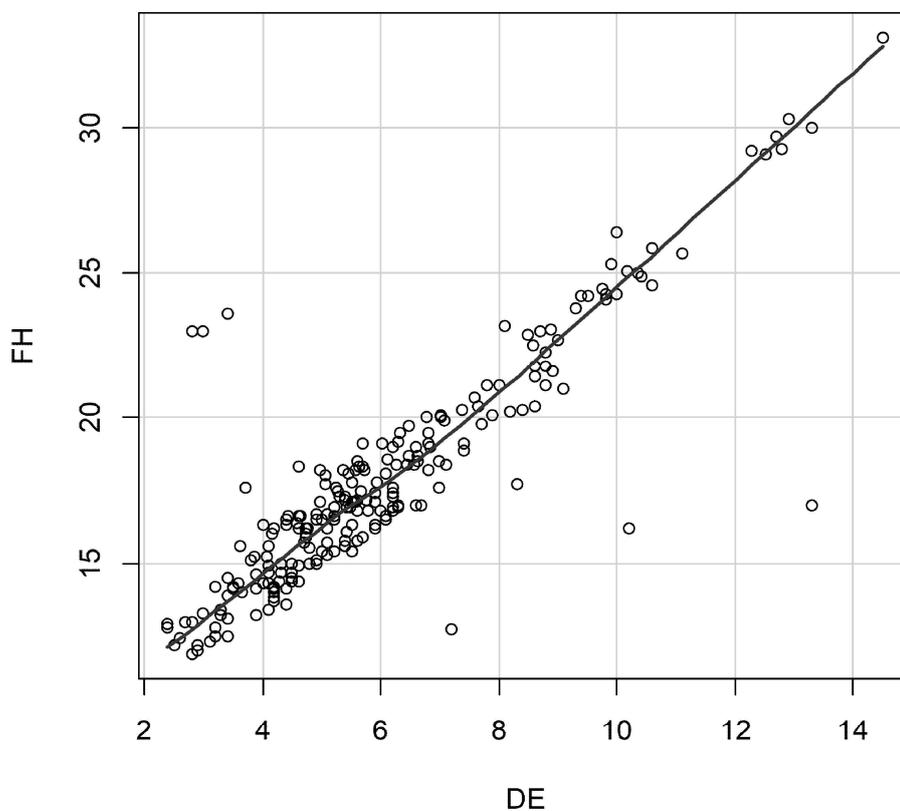


Figura 5. Diagrama de dispersión entre la desviación estándar del diámetro medio de la fibra (DE) y finura al hilado (FH)

- Existe una interacción entre edad y sexo sobre el diámetro medio de fibra, donde las vicuñas adultas hembras mostraron menor diámetro que los machos adultos. El sexo y edad de la vicuña no afecta las otras características textiles de su fibra.

LITERATURA CITADA

1. **Berolatti G, Ruiz L, Cabrera FA, Aliaga J, Quispe MD, Quispe EC. 2021.** Evaluación de la medulación de fibras de lanas y fibras especiales de algunas especies de animales. *Rev Inv Vet Perú* 32: e17639. doi: 10.15381/rivep.v32i5.-17639
2. **Carpio M, Solari Z. 1982.** Diámetro de la fibra en el vellón de la vicuña. En: Carpio M (ed). *Informes de trabajos de investigación en vicuñas volumen I. Programa de Ovinos y Camélidos Americanos. Serie: Ciencia y Practica Zootécnica de la Universidad Nacional Agraria La Molina.* p 54-102.
3. **Chamut S, Cancino AK, Black-Decima P. 2016.** The morphological basis of vicuña wool: skin and gland structure in *Vicugna vicugna* (Molina 1782). *Small Ruminant Res* 137: 124-129. doi: 10.1016/j.smallrumres.2016.-03.010
4. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2019.** Perfil de mercado de la fibra de vicuña. Lima, Perú: MINAGRI. 25 p.
5. **IWTO-47. 2013.** Measurement of the mean and distribution of fibre diameter of wool using an optical fibre diameter analyser (OFDA). In: *IWTO Red Book Specifications. International Wool Textile Organisation.* [Internet]. Disponible en: <https://www.fawo.org.au/images/downloads/INDEX-Red%20Book%20Specifications%202015.pdf>
6. **IWTO-57. 2000.** Determination of medullated fibre content of wool and Mohair samples by opacity measurements using an OFDA. In: *IWTO Red Book Specifications. International Wool Textile Organisation.* [Internet]. Disponible en: <https://www.fawo.org.au/images/downloads/INDEX-Red%20Book%20Specifications%202015.pdf>
7. **Lupton CJ, Pfeiffer FA. 1998.** Measurement of medullation in wool and mohair using an optical fibre diameter analyser. *J Anim Sci* 76: 1261-1266. doi: 10.2527/1998.7651261x
8. **Moore KE, Blache D, Maloney SK. 2011.** Fibre diameter and insulation in alpacas: The biophysical implications. *Small Ruminant Res* 96: 165-172. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.01.012
9. **Olaguivel-Flores CA, Bujaico N, Mamani R, Huamán L. 2018.** Características de calidad de la fibra de vicuñas peruanas. En: *VIII Congreso Mundial sobre Camélidos. Oruro, Bolivia.*
10. **Piazza A. 2013.** Vicuña: the queen of the Andes. Ed. Skira. 180 p.
11. **Pinares R, Yauri WV. 2019.** Variaciones fenotípicas de las características textiles de fibra predescerdada de vicuña. *Rev Inv Vet Perú* 30: 1592-1602. doi: 10.15381/rivep.v30i4.17265
12. **Pinares R, Gutiérrez G, Cruz A, Burgos A, Gutiérrez JP. 2019.** Variabilidad fenotípica del porcentaje de fibras meduladas en el vellón de alpacas Huacaya. *Rev Inv Vet Perú* 30: 699-708. doi: 10.15381/rivep.v30i2.16098
13. **Quispe JE, Herrera T, Apaza E, Clavetea L, Maquera Z. 2018.** Características tecnológicas de la fibra de vicuñas en semicautiverio de la multicomunal Picotani-Región Puno. *Rev Inv Vet Perú* 29: 522-532. doi: 10.15381/rivep.v29i2.14475
14. **Quispe EC, Ramos H, Mayhua P, Alfonso L. 2011.** Calidad de la fibra de vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*) bajo condiciones de crianza en semicautiverio en Huancavelica-Perú. En: *Quispe EC, Alfonso L (eds). Aportes del PROCASUD al conocimiento de la alpaca y la vicuña. Huancavelica, Perú: Nueva Imagen XXI.* p 185-201.

15. **Radzik-Rant A, Wiercińska K. 2021.** Analysis of the wool thickness and medullation characteristics based on sex and color in a herd of alpacas in Poland. Arch Anim Breed 64: 157-165. doi: 10.5194/aab-64-157-2021
16. **R Core Team. 2020.** R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Internet]. Disponible en: <http://www.R-project.org/>
17. **Rebuffi G. 1999.** Caracterización de la producción de fibra de vicuña en el altiplano argentino. Tesis Doctoral. España: Univ. de Córdoba. 365 p.
18. **Sacchero DM, Mueller JP. 2005.** Determinación de calidad de vellones de doble cobertura tomando al vellón de vicuña (*Vicugna vicugna*) como ejemplo. RIA 34: 143-159.
19. **Trejo WC, Baquerizo MR, Palacios GP. 2009.** Evaluación del diámetro, longitud y rendimiento al lavado de la fibra de vicuña en el patronato del parque de las leyendas. Anales Científicos 70: 45-50. doi: 10.21704/ac.v70i1.71
20. **Valenzuela H, Terrel W, Jiménez J, Pantoja C. 2019.** Influencia de la edad y sexo sobre las características tecnológicas de la fibra en vicuñas del Centro de Investigación Producción y Transferencia de Tecnología-UAP, Tullpachan, Perú. Ciencia y Desarrollo 22: 31-43. doi: 10.21503/cyd.v22i2.1751
21. **Wang HM, Xin L, Wang X. 2005.** Internal structure and pigment granules in coloured alpaca fibers. Fiber Polym 6: 263-268.
22. **Wheeler JC, Fernandez M, Rosadio R, Hoces D, Kadwell M, Bruford MW. 2001.** Diversidad genética y manejo de poblaciones de vicuñas en el Perú. Rev Inv Vet Perú 1: 170-183.