

Caracterización de la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) macho de Cajamarca, Perú

Characterization of male Huacaya alpaca (*Vicugna pacos*) fibre from Cajamarca, Peru

Brey Liñan Sanchez¹, Gianfranco Espil Incil^{1,3*}, Cristian Hobán Vergara¹, Severino Torrel Pajares¹, José Coronado León¹, Corpus Cerna Cabrera¹, Gerardo Briones Medina², María Cabrera Núñez¹

RESUMEN

Se determinaron las características de la fibra de alpacas Huacaya macho provenientes de dos empresas alpaqueras de la provincia de Cajamarca, Perú. Se evaluó la Media del Diámetro de la Fibra (MDF), el Coeficiente de Variación del Diámetro de la Fibra (CVDF), el Índice de Confort (IC), el Índice de Curvatura (ICur) y la Finura al Hilado (FiHi) en relación con la procedencia y la edad. Se trabajó con 80 animales de 1 a 3 años usando el equipo Laserscan. La MDF fue de 22.6 μm , el CVDF de 22.4%, la FiHi de 22.3 μm , el ICur de 53.3°/mm y el IC de 89.5%. El factor procedencia afectó significativamente al MDF y la FiHi, mientras que, la edad de los animales influyó significativamente en el MDF, HiFi, ICur e IC. Se encontraron correlaciones altas entre el MDF, FiHi e IC. Los resultados indican que las alpacas macho de Cajamarca tienen un adecuado potencial genético en calidad de fibra fina.

Palabras clave: fibra, alpaca, Cajamarca, Laserscan

¹ Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

² Fondo de Crédito para el Desarrollo Agroforestal-FONCREAGRO, Cajamarca, Perú

* Autor para correspondencia: Gianfranco Espil-Incil; gespili@unc.edu.pe

Recibido: 12 de septiembre de 2023

Aceptado para publicación: 5 de abril de 2025

Publicado: 30 de junio de 2025

©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 fibre characteristics of male Huacaya alpacas from two alpaca farms in the province of Cajamarca, Peru, were determined. The mean fibre diameter (MDF), fibre diameter variation coefficient (FVDC), comfort index (CI), curl index (CuI), and fineness of spinning (FyS) were evaluated in relation to origin and age. Eighty animals aged 1 to 3 years were studied using Laserscan equipment. The MDF was 22.6 μm , the FVDC was 22.4%, the FyS was 22.3 μm , the CuI was 53.3%/mm, and the CI was 89.5%. The origin factor significantly affected the MDF and FyS, while the age of the animals significantly influenced the MDF, FyS, CuI, and CI. High correlations were found between MDF, FyS, CuI and CI. The results indicate that male alpacas from Cajamarca have adequate genetic potential for fine fibre quality.

Keywords: fibre, alpaca, Cajamarca, Laserscan

INTRODUCCIÓN

La fibra de alpaca constituye una fuente primordial de ingresos para los productores alpaqueros y es reconocida a nivel global por su excelencia en la industria textil, compitiendo con otras fibras finas a nivel internacional. El país ostenta el título de mayor productor mundial de alpaca y de fibra de este preciado camélido, reflejándose en las exportaciones que alcanzaron los US\$ 76 millones en 2021 y ascendieron a US\$ 93.8 millones en 2022 (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2022).

La calidad de la fibra está influenciada por diversos rasgos de relevancia económica y textil. Estos atributos no solo engloban aspectos como el tipo, color y apariencia, sino también características fundamentales del vellón, tales como el diámetro de la fibra, su uniformidad, y el peso anual del vellón. Asociadas a estas características, se encuentran el diámetro de la fibra, la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad del diámetro de la fibra, el factor de confort o comodidad, el índice de curvatura y la finura al hilado (Manso, 2011; Quispe *et al.*, 2013; Aguilar *et al.*, 2019).

La selección basada en el diámetro de la fibra es uno de los principales objetivos en la cría de alpacas (Gutiérrez *et al.*, 2014), ya que este criterio desempeña un rol crucial en la determinación del precio y el uso de la fibra en la industria textil (Quispe, 2010; Canaza-Cayo *et al.*, 2013). Evaluar la calidad de la fibra en el plantel de alpacas macho es esencial para identificar los ejemplares más destacados en la producción de fibras finas y establecer la base de un programa de mejoramiento genético del plantel (Montes *et al.*, 2008; Morante *et al.*, 2009; Quispe *et al.*, 2009, 2013).

En Perú, la raza Huacaya representa más del 85% de la población alpaquera total y se cría principalmente por su fibra, de gran demanda por la industria textil (Gutiérrez *et al.*, 2014). Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INIA, 2013), Cajamarca albergaba una población de 1370 alpacas (716 de raza Huacaya); sin embargo, en 2022 disminuyó a 1189 cabezas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023). En los últimos años, se ha reintroducido alpacas y vicuñas en diversos lugares del departamento de Cajamarca, lo cual subraya la necesidad de implementar prácticas de uso sostenible, como programas de mejoramiento

to genético en los plantales de reproductores. No obstante, únicamente el 3% de los productores pecuarios implementan prácticas de mejoramiento genético (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

El estudio de la calidad de la fibra mediante la técnica de Laserscan sienta las bases para el desarrollo de programas de mejoramiento genético basados en la calidad de la fibra de los reproductores y, en consecuencia, para mejorar la productividad de los rebaños alpaqueros de Cajamarca. Además, estas evaluaciones podrían utilizarse para seleccionar alpacas jóvenes que carecen de información sobre la calidad de su fibra. Ante esto, el objetivo de esta investigación fue determinar las características de la fibra de alpacas macho de la raza Huacaya en Cajamarca mediante el uso de la técnica Laserscan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La investigación se llevó a cabo en dos de las principales empresas de cría de alpacas en la región de Cajamarca, Perú: la Cooperativa Agraria de Trabajadores Atahualpa Jerusalén (CAT), Granja Porcón, situada en el distrito de Porcón, a una altitud de 3120 msnm; y la empresa Proyecto Alpacas – FONCREAGRO, ubicada en el caserío de Chugurmayo, distrito de Sorochuco, a una altitud aproximada de 3608 msnm.

Animales

Se trabajó con 80 muestras de fibra de alpacas macho de raza Huacaya, de vellón de color blanco, con edades comprendidas entre 1 y 3 años, que representaron la totalidad de machos de esas edades en ambas empresas alpaqueras (Cuadro 1). Las muestras fueron recolectadas de las dos empresas durante el proceso de esquila manual en los galpones de esquila. La edad de los animales se determinó mediante cronología dentaria.

Cuadro 1. Número de muestras según edad y procedencia de las alpacas

Procedencia	Edad (años)		Total
	1-2	>2-3	
Porcón	37	12	49
Sorochuco	18	13	31
Total	55	25	80

Trabajo de Campo

La recolección de las muestras de fibra se llevó a cabo en la zona del costillar medio de cada alpaca, siguiendo la recomendación de McGregor y Butler (2004). Se obtuvieron muestras de 10-15 g y se transportaron al Laboratorio del Programa de Ovinos y Camélidos Sudamericanos (POCA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en Lima, Perú.

Mediciones de Laboratorio

Para determinar las características de la fibra se utilizó el equipo Sirolan Laserscan siguiendo la norma IWTO-12 (IWTO-12, 2003). Este instrumento mide fragmentos de fibra individuales mediante láser (basado en la técnica de fotometría), siendo validado como uno de los métodos estándar para determinar el diámetro de lana y otras fibras animales (ASTM, 2018). Se determinaron las mediciones del Diámetro Promedio de Fibra (MDF), Coeficiente de Variación del Diámetro de la Fibra (CVDF), Índice de Confort (IC), Índice de Curvatura (ICur) y Finura al Hilado (FiHi).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante las pruebas de Kolgomorov-Smirnov (para variables mayores a 50 muestras) y Shapiro Wilk (para variables menores a 50 muestras) para determinar la normalidad en la distribución de los datos. Luego se aplicaron las pruebas de t Student (cuando existió

Cuadro 2. Medias \pm error estándar del Diámetro de fibra (MDF), Coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra (CVDF), Finura al hilado (FiHi), Índice de curvatura (ICur) e Índice de confort (IC) de fibra de alpacas macho de Cajamarca, según su procedencia y edad

Factor	n	MDF (μm)	CVDF (%)	FiHi (μm)	ICur ($^\circ/\text{mm}$)	IC (%)
Procedencia						
Porcón	49	21.6 \pm 0.5 ^b	22.7 \pm 0.4 ^a	21.4 \pm 0.5 ^b	52.3 \pm 1.3 ^a	91.9 \pm 1.4 ^a
Sorochuco	31	24.2 \pm 0.7 ^a	22.0 \pm 0.7 ^a	23.9 \pm 0.7 ^a	55.0 \pm 1.1 ^a	85.7 \pm 3.2 ^a
Edad (años)						
1-2	54	21.9 \pm 0.4 ^b	21.9 \pm 0.4 ^a	21.5 \pm 0.4 ^b	56.2 \pm 1.0 ^a	92.2 \pm 1.3 ^a
>2-3	26	24.1 \pm 0.9 ^a	23.5 \pm 0.8 ^a	24.0 \pm 0.8 ^a	47.4 \pm 1.3 ^b	83.8 \pm 3.6 ^b
Total	80	22.6 \pm 0.4	22.4 \pm 0.4	22.3 \pm 0.4	53.3 \pm 0.9	89.5 \pm 1.5

^{a,b} Medias con superíndice diferentes dentro de cada columna y factor significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 3. Correlaciones de Spearman entre los factores de diámetro de fibra (MDF), finura al hilado (FiHi), índice de curvatura (ICur) e índice de confort (IC) de la fibra de alpacas macho de Cajamarca

Variables		MDF	FiHi	ICur
FiHi	Coefficiente de correlación	0.981		
	Sig. (bilateral)	0.000		
ICur	Coefficiente de correlación	-0.356	-0.387	
	Sig. (bilateral)	0.001	0.000	
IC	Coefficiente de correlación	-0.926	-0.962	0.414
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000

normalidad en ambas variables) y U de Mann-Whitney (cuando al menos una de las dos variables no tuvo normalidad) para determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las características medidas y los factores de procedencia y edad. Finalmente, para determinar la correlación entre las variables se realizó la prueba de Spearman.

RESULTADOS

Los valores obtenidos para las cinco características evaluadas mediante el método Sirolan Laserscan se presentan en el Cuadro 2. El diámetro de fibra y la Finura al hilado fue significativamente menor en las alpacas de Porcón ($p < 0.05$) y fue mayor en-

alpacas de >2-3 años ($p < 0.05$), en tanto que el coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra fue el mismo fue similar en todos los casos ($p > 0.05$). El índice de curvatura e índice de confort fue mayor en las alpacas de 1-2 años ($p < 0.05$).

En el Cuadro 3 se observa una correlación positiva ($r: 0.98$) entre el Diámetro de fibra y la Finura al hilado, y entre el Índice de curvatura y el Índice de confort ($r: 0.41$). Además, se encontraron correlaciones negativas entre el Diámetro de fibra y el Índice de curvatura ($r: -0.36$), Diámetro de fibra e Índice de confort ($r: -0.93$), Finura al hilado e Índice de curvatura ($r: -0.39$) y Finura al hilado e Índice de confort ($r: -0.96$).

La Figura 1 muestra la clasificación de las Medias del diámetro de fibra (MDF) del estudio según la Norma Técnica Peruana 231.301.2022 para la clasificación oficial de la fibra de alpaca (INACAL, 2022).

DISCUSIÓN

Diámetro de fibra

La MDF fue de 22.6 μm , mayor que las medias de 19.9 μm reportada por Vásquez *et al.* (2015) en Apurímac; de 19.6, 19.45 y 19.59

μm reportadas por Ormachea *et al.* (2015), Berolatti (2021) y Quispe *et al.* (2021a), respectivamente en Puno y 18.93 μm reportada por Llactahuamani *et al.* (2020) en Cusco. Sin embargo, fue más delgada que la media de 23.09 μm reportada por Machaca *et al.* (2017) en Apurímac. El mejor diámetro de fibra ($p < 0.05$) de las alpacas de Porcón indicaría una mejor selección de reproductores en esa localidad, y plantearía la necesidad de un mejor trabajo de selección o la introducción de machos con mejor calidad de fibra en la localidad de Sorochuco.

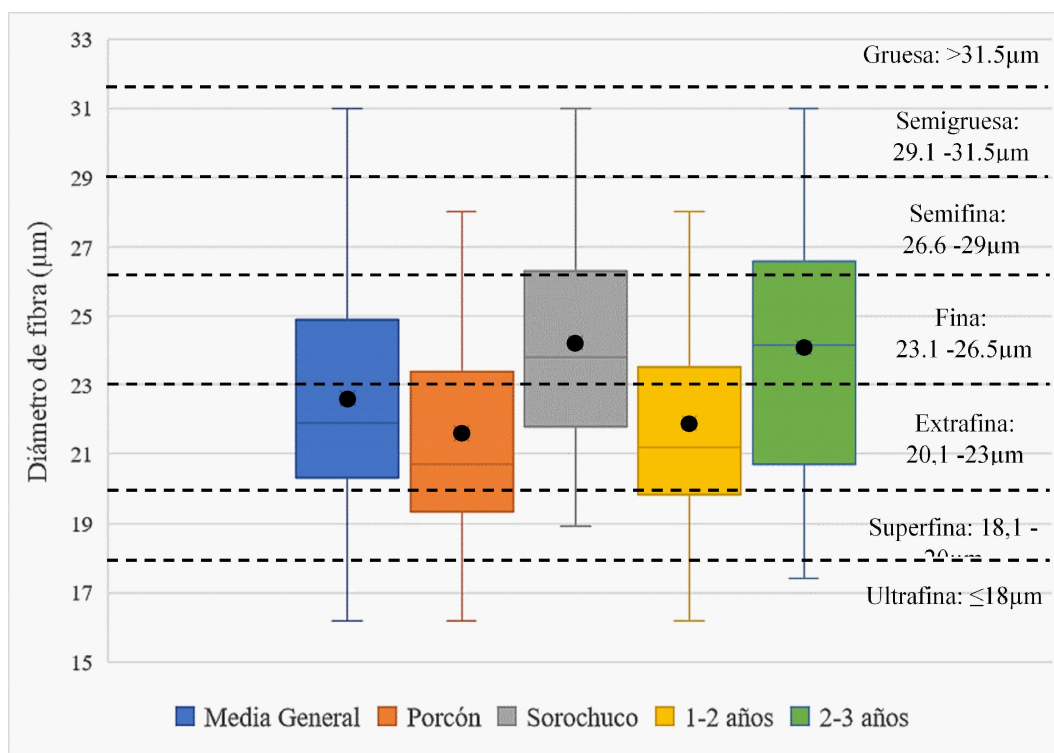


Figura 1. Clasificación de las Medias del diámetro de fibra (MDF) según la Norma Técnica Peruana 231.301.2022 para la clasificación oficial de la fibra de alpaca (INACAL, 2022)

El MDF aumentó significativamente ($p < 0.05$) en las alpacas de mayor edad, lo que concuerda con diversos autores (Ormachea *et al.*, 2015; Vásquez *et al.*, 2015; Machaca *et al.*, 2017; Roque y Ormachea, 2018;

Llactahuamani *et al.*, 2020; Quispe *et al.*, 2021b; Gandarillas *et al.*, 2022; Larios *et al.*, 2023). Esto se debería, según Contreras (2009), al proceso de queratinización de las fibras en los animales adultos, y al proceso

de esquila que, según Rogers (2006), incrementa el funcionamiento folicular, produciendo fibras más gruesas. Según Bustinza (2001), otro factor importante que interviene desde la formación, hasta el crecimiento y la expresión del diámetro en la fibra es la nutrición; coincidiendo con Franco *et al.* (2009), quienes indican que dietas bajas en energía y proteína conllevan a un menor diámetro en la fibra, además de retrasar su crecimiento.

Como se aprecia en la Figura 1, la fibra procedente de Porcón se clasifica dentro del grupo Alpaca Extrafina, mientras que la fibra de Sorochuco se clasifica dentro del grupo Alpaca Fina. Teniendo en cuenta la edad de las alpacas; la fibra de alpaca correspondiente a los tuis de 1 a 2 años se clasifica dentro de la categoría de Alpaca Extrafina, y los tuis de 2 a 3 años dentro de la categoría Alpaca Fina.

Coefficiente de variabilidad del diámetro de fibra (CVDF)

El CVDF de los dos grupos etarios coincide con los reportes de Vásquez *et al.* (2015) y Llactahuamani *et al.* (2020). Sin embargo, Larios *et al.* (2023) reporta que el CVDF se vio afectado por la edad, observando menor valor en animales adultos, en tanto que Machaca *et al.* (2021) encontraron un menor valor en alpacas juveniles.

El CVDF de 22.4% se encuentra por debajo del valor de 24%, que Quispe (2010) considera como el límite para el rendimiento textil, asociado al rendimiento del hilado. Así mismo, se menciona que valores bajos denotan mayor uniformidad de finura de fibras individuales en el vellón (Cottle, 2010), siendo esta una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro del vellón (Quispe *et al.*, 2013). El coeficiente de variabilidad hallado fue mayor al reportado por Llactahuamani *et al.* (2020), Machaca *et al.* (2021) y Vásquez *et al.* (2015); sin embargo, es similar al reportado por Machaca *et al.* (2017).

Finura al hilado (FiHi)

La FiHi fue de 22.3 μm , siendo menor en las alpacas de 1-2 años ($p < 0.05$), resultado que concuerda con lo reportado por Machaca *et al.* (2021). De la misma manera, Roque y Ormachea (2018) encuentran diferencias significativas con respecto a la edad de las alpacas (en medias que van desde 21.7 a 25.4 μm). Dado que la finura al hilado es un valor que se calcula a partir de la MDF y el CVDF (Quispe *et al.*, 2013), se encontrarán valores altos de finura al hilado en situaciones en que estas dos variables sean elevados también.

Índice de curvatura (ICur)

El ICur fue de 53.3°/mm, siendo menor en alpacas de 1-2 años ($p < 0.05$). Al respecto, Holt (2006) menciona que un alto ICur se encuentra por encima de 50°/mm, Ante esto, se puede afirmar que la fibra de alpaca del presente estudio cuenta con un buen valor de finura al hilado. El valor del presente estudio es superior al reportado por Vásquez *et al.* (2015), Machaca *et al.* (2017) y Llactahuamani *et al.* (2020), pero menor al hallado por Quispe *et al.* (2021a). Por otro lado, Roque y Ormachea (2018) y McGregor (2006) no encontraron diferencias significativas entre edades de las alpacas.

Índice de confort (IC)

El IC se describe como el porcentaje de fibras menores a 30 μm en el vellón, y si este valor es menor a 95%, el tejido resulta no ser confortable y produce picazón en el consumidor (McLennan y Lewer, 2005). El IC general fue de 89.5%, siendo menor en animales de >2-3 años ($p < 0.05$). El valor encontrado es menor al reportado por Vásquez *et al.* (2015), Llactahuamani *et al.* (2020), Machaca *et al.* (2021) y Gandarillas *et al.* (2022); sin embargo, superior al reportado por Machaca *et al.* (2017). Los resultados indicarían un deficiente IC en los vellones ana-

lizados, requiriendo la introducción de mejores reproductores para obtener valores de confort superiores.

Correlaciones

La correlación positiva entre la MDF y la FiHi (0.98) coincide con lo reportado por Vásquez *et al.* (2015), quienes encuentran una correlación de 0.99. Por otro lado, Roque y Ormachea (2018), reportan una correlación de 0.75; mientras que Larios *et al.* (2023) encuentra una correlación baja de 0.36.

La correlación negativa entre la media del diámetro de la fibra y el índice de curvatura (-0,36), coincide con el reporte de Vásquez *et al.* (2015), quienes encontraron una correlación de -0.46. en tanto que Larios *et al.* (2023) reportan una correlación de -0.35 y .Llactahuamani *et al.* (2020) de -039. Al respecto, autores como Melo (2007) y Holt (2006) han indicado la relación existente entre el diámetro de fibra y la finura al hilado.

La correlación negativa entre la media del diámetro de fibra y el índice de confort (-0.926), es similar al valor de -0.75 reportado por Vásquez *et al.* (2015). Por otro lado, Machaca *et al.* (2021) reporta una correlación de -0.46; Quispe *et al.* (2021a) de -0.9 y Llactahuamani *et al.* (2020) de -0.83.

La correlación entre la finura al hilado y el índice de curvatura (-0.387) coincide con el reporte de Machaca *et al.* (2021), quienes encuentran una correlación de -0.45. Del mismo modo, la correlación negativa y alta entre la finura al hilado y el índice de confort (-0.962) es similar a la correlación de -0.88 reportada por Machaca *et al.* (2021).

La correlación positiva media entre el índice de curvatura y el índice de confort (0.414) concuerda con la correlación de 0.38 reportada por Machaca *et al.* (2021), y con el valor de 0.40 reportado por Llactahuamani *et al.* (2020).

CONCLUSIONES

- El factor procedencia afectó significativamente al diámetro de fibra y la finura al hilado de la fibra de alpaca, mientras que la edad de los animales influyó significativamente en el diámetro de la fibra, finura al hilado, índice de curvatura e índice de confort.
- Se encontraron correlaciones altas entre el diámetro de la fibra, finura al hilado e índice de confort.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Cajamarca y al Programa de Ovinos y Camélidos Americanos de la Universidad Nacional Agraria La Molina por las facilidades brindadas. Asimismo, a los directivos de la Cooperativa Atahualpa Jerusalén de Trabajadores Ltda, Cajamarca, y de Foncreagro por su apoyo incondicional para la ejecución del trabajo de investigación.

LITERATURA CITADA

1. **Aguilar H, Gutiérrez G, Wurzinger M. 2019.** Parámetros genéticos de caracteres asociados a la uniformidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya en Puno, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 30: 1150-1157. doi: 10.15381/RIVEP.V30I3.15370
2. **[ASTM] Advancing Standards Transforming Markets. 2018.** Standard test method for diameter of wool and other animal fibers by Sirolan-Laserscan Fiber Diameter Analyser. USA: ASTM. doi: 10.1520/D6466-10R18
3. **Berolatti G 2021.** Caracterización geográfica de la fibra de alpaca en el departamento de Puno. *Ñawparisun* 3: 13-18. doi: 10.47190/NRIC.V3I3.1
4. **Bustinza V. 2001.** La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 495 p.

5. **Canaza-Cayo AW, Alomar D, Quispe E. 2013.** Prediction of alpaca fibre quality by near-infrared reflectance spectroscopy. *Animal* 7: 1219-1225. doi: 10.1017/S1751731113000505
6. **Contreras A. 2009.** Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la Región de Huancavelica. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. 90 p.
7. **Cottle DJ. 2010.** Australian sheep and wool industries. In: *International sheep and wool handbook.*: Nottingham University Press. p 49-72.
8. **Franco F, San Martín F, Ara M, Olazábal J, Carcelén F. 2009.** Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. *Rev Inv Vet Perú* 20: 187-195. doi: 0.15381/rivep.v20i2.605
9. **Gandarillas D, Quispe AE, Puma A, Torres EA, Ríos RM, Quispe JE. 2022.** Características textiles de la fibra de alpacas Huacaya en comunidades altoandinas de la región Tacna, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 33: 23791. doi: 10.15381/RIVEP.V33I5.23791
10. **Gutiérrez JP, Cervantes I, Pérez-Cabal MA, Burgos A, Morante R. 2014.** Weighting fibre and morphological traits in a genetic index for an alpaca breeding programme. *Animal* 8: 360-369. doi: 10.1017/S1751731113002358
11. **Holt C. 2006.** A survey of the relationships of crimp frequency, micron, character & fibre curvature. A report to the Australian Alpaca Association. 33 p. [Internet]. Available in: <https://www.alpacaconsultingusa.com/library/curve.pdf>.
12. **INACAL. 2022.** Norma Técnica Peruana 231.301.2022 - Fibra de Alpaca Clasificada. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado. Lima.
13. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2013.** IV Censo Nacional Agropecuario - Resultados Definitivos. Lima. [Internet]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/resultados-definitivos-iv-censo-nacional-agropecuaria-2012-0>
14. **[IWTO-12] International Wool Textile Organization. 2003.** Measurement of the mean and distribution of fibre diameter using the Sirolan-Laserscan fibre diameter analyser. In: *IWTO Red Book Specifications.* Brussels: IWTO. 30 p.
15. **Larios R, Cárdenas O, Rodríguez FH, Ccopa J, Condori A, Hernández W, Chaves L, et al. 2023.** Características textiles de la fibra de alpaca Huacaya, según zonas agroecológicas, sexo y edad en la Región Puno (Perú). *Rev Inv Vet Perú* 34(2). doi: 10.15381/RIVEP.-V34I2.21356
16. **Llactahuamani I, Ampuero E, Cahuana E, Cucho H, Llactahuamani I, Ampuero E, Cahuana E, Cucho H. 2020.** Calidad de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del plantel de reproductores de Ocongate, Cusco, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 31: 17851. doi: 10.15381/RIVEP.V31I2.17851
17. **Machaca V, Bustinza AV, Corredor FA, Paucara V, Quispe EE, 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
18. **Machaca V, Callonza F, Paucara V, Bustinza VA, Quispe JE, Machaca R, Cano VR, Arias KD. 2021.** Propiedades tecnológicas de la fibra de alpacas Huacaya blanca (i) en la Comunidad de Chapimarca, Apurímac - Perú. *Rev Inv Vet Perú* 32: 20928. doi: 10.15381/RIVEP.V32I4.20928
19. **Manso C. 2011.** Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica (Perú): validación de los métodos de muestreo y valoración. Tesios de Ingeniero Agrónomo. Navarra, España: Universidad Pública de Navarra. 121 p.
20. **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
21. **McGregor BA, Butler KL. 2004.** Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. *Aust J Agric Res* 55: 433-442. doi: 10.1071/AR03073
 22. **McLennan N, Lewer R. 2005.** Wool production coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). Department of Employment, Economic Development and Innovation, The State of Queensland. 19952010. [Internet]. Disponible en: <http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html>.
 23. **Melo C. 2007.** Diámetro de fibra en alpacas Huacaya ganadoras en ocho ferias agropecuarias y su relación con el porcentaje de médula y número de rizos. Tesis Doctoral. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 89 p.
 24. **Ministerio de Agricultura y Riego. 2019.** Potencial Productivo y Comercial de la Alpaca. Lima. Perú: MIDAGRI. 56 p.
 25. **Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2022.** Anuario Estadístico: Producción Ganadera y Avícola 2022. Lima, Perú. MINAGRI. 163 p,
 26. **Montes M, Quicaño I, Quispe R, Quispe E, Alfonso L. 2008.** Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Spa J Agric Res* 6: 33-38. doi: 10.5424/SJAR/2008061-5258
 27. **Morante R, Goyache F, Burgos A, Cervantes I, Pérez-Cabal MA, Gutiérrez JP. 2009.** Genetic improvement for alpaca fibre production in the Peruvian Altiplano: the Pacamarca experience. *Anim Genetic Res* 45: 37-43. doi: 10.1017/S1014233909990307
 28. **Ormachea E, Calsín Calsín B, Olarte Daza CU. 2015.** Características textiles de la fibra en alpacas Huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Rev Investig Altoandinas* 17: 215-220. doi: 10.18271/RIA.2015.115
 29. **Quispe E. 2010.** Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. En: *International Symposium on Fiber South American Camelids Huancavelica*. Perú.
 30. **Quispe EG, Alfonso L, Flores A, Guillén H, Ramos Y. 2009.** Bases to an improvement program of the alpacas in highland region at Huancavelica-Peru. *Arch Zootec* 58: 705-716.
 31. **Quispe J, Castillo P, Yana W, Vilcanqui H, Apaza E, Quispe DM. 2021a.** 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: 1-13. doi: 10.15381/RIVEP.V32I4.20930
 32. **Quispe JE, Apaza E, Olarte CU. 2021b.** 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: 1-11. doi: 10.15381/RIVEP.-V32I2.20004
 33. **Quispe PE, Poma GA, Purroy UA. 2013.** Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. *Rev Complutense Cienc Vet* 7. doi: 10.5209/rev_RCCV.2013.-v7.n1.41413
 34. **Rogers GE. 2006.** Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered. *Exp Dermatol* 15: 931-949. doi: 10.1111/J.1600-0625.2006.00512.X
 35. **Roque GLA, Ormachea VE. 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
 36. **Vásquez O, Gómez O, Quispe E. 2015.** Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de Apurímac. *Rev Inv Vet Perú* 26: 213-220. doi: 10.15381/RIVEP.V26I2.11020