



## CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LA FIBRA DE ALPACA EN LA REGIÓN APURIMAC

### PHENOTYPICAL CHARACTERIZATION OF THE ALPACA FIBER IN THE APURIMAC REGION

Víctor Alberto Ramos-De la Riva<sup>1\*</sup> Rubén Mamani Cato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Abancay. Apurimac. Perú. [ramosdelarivavictor@gmail.com](mailto:ramosdelarivavictor@gmail.com)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA. Estación Experimental Illpa. CIP Quimsachata. [ruben.consultores@gmail.com](mailto:ruben.consultores@gmail.com)

#### RESUMEN

El estudio, se desarrolló en la Provincia de Antabamba, Región Apurimac, con una población de 108,497 alpacas (INEI, 2012) por encima de los 3,800 msnm. El objetivo fué determinar las características fenotípicas de la fibra en relación a la edad y sexo en alpacas Huacaya color blanco. Fueron seleccionados 40 alpacas machos y 40 hembras del grupo etario DL (Dientes de leche > de 1 año), 2 dientes (2 - 3 años), 4 dientes (3 – 4 años) y boca llena (> de 4 años); de las cuales se colectó muestras de fibra (5 gr.) debidamente identificadas de la región del costillar medio del animal, las cuales fueron analizadas en el OFDA 2000, determinando el diámetro (DF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC), coeficiente de variabilidad (CV). Los resultados y conclusiones son: Para el objetivo 1, si existe diferencia significativa en la variación del diámetro de fibra, factor de confort en alpacas de 2 y 4 dientes por efecto edad ( $P \leq 0.05$ ), mientras que no existe diferencia significativa en la variación del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P \geq 0.05$ ). Para el objetivo 2, existe alta correlación entre el diámetro de fibra y factor de confort por efecto sexo y entre diámetro de fibra con factor de confort por efecto edad destacando las alpacas de 4 dientes. Estos resultados contribuyen al planteamiento de iniciativas o programas de mejoramiento enfocados a las características cuanti y cualitativas de la fibra de alpaca; finalmente servirá como una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

**Palabras Clave:** Alpaca, coeficiente de variabilidad, diámetro de fibra, factor de confort, índice.

#### ABSTRACT

The present study was developed in the Province of Antabamba, Apurimac Region, which has a population of 108,497 alpacas (INEI, 2012) above 3,800 msnm. The objective was to determine the phenotypic characteristics of the fiber in relation to age and sex in white Huacaya alpacas. The sample size was 40 males and 40 females of the DL age group (milk teeth > of 1 year), 2 teeth (2 - 3 years), 4 teeth (3 - 4 years) and full mouth (> of 4 years); of which samples of fiber (5 gr.) were duly identified from the region of the mid rib of the animal, which were analyzed in the OFDA 2000, determining the diameter (DF), comfort factor (FC), index of curvature (CI), coefficient of variability (CV). The results and conclusions are: For objective 1, if there is a significant difference in fiber diameter variation, comfort factor in alpacas of 2 and 4 teeth by age effect ( $P \leq 0.05$ ), while there is no significant difference in the variation of fiber diameter, comfort factor, curvature index and coefficient of variability by sex effect and sex / age interaction ( $P \geq 0.05$ ). For objective 2, there is a high correlation between fiber diameter and comfort factor for sex effect and fiber diameter with comfort factor for age effect, highlighting alpacas with 4 teeth. These results contribute to the approach of improvement initiatives or programs focused on the quantitative and qualitative characteristics of alpaca fiber; Finally, it will serve as a solid base for future research in this field.

**Key Words:** Alpaca, coefficient of variability, fiber diameter, comfort factor, index.

\*Autor para correspondencia: [ramosdelarivavictor@gmail.com](mailto:ramosdelarivavictor@gmail.com)





## INTRODUCCIÓN

La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie doméstica que pertenece a los Camélidos Sudamericanos, el 80% de la población de esta especie la poseen los pequeños criadores de los andes del Perú; siendo la especie que logra el mejor aprovechamiento de las pasturas naturales de las zonas altoandinas (Quispe *et al.*, 2009). Esta especie ofrece productos (carne y fibra) que constituyen el principal medio de subsistencia para las familias dedicadas a esta actividad, además de ser una actividad económica relevante para las regiones andinas en el Perú, destacando fundamentalmente la producción de fibra de la alpaca (FAO, 2005). Se estima una población nacional de 3'685,500 alpacas, la región Apurímac 219,113 y la provincia de Antabamba 108,497 (INEI – CENAGRO, 2012).

El principal producto que se obtiene de esta crianza, es la fibra, que son materiales naturales o manufacturados, elementos básicos de estructuras textiles, poseen inigualables cualidades y propiedades especiales muy apreciadas en el mercado textil mundial (Bustanza, 2001). Por otro lado la carne tiene un valor nutritivo similar o superior a otras carnes; desafortunadamente, aún no está debidamente aprovechada, además los subproductos como las pieles y cueros tienen múltiples aplicaciones, sobre todo en la industria artesanal. Las razas Huacaya y Suri presentan una gama de colores de fibra que van del blanco al negro pasando por los colores intermedios, existe una mayor demanda del mercado por la fibra blanca, de ahí que hay una tendencia al predominio de animales blancos en los rebaños por la selección orientada a esa característica; sin embargo, los colores naturales son cada vez más apreciados por la industria por lo que se impone la necesidad de preservar este material genético. La región Puno posee la mayor proporción de alpacas seguido por Cusco, Huancavelica y Arequipa, estando en relación con la extensión de las praderas alto andinas existentes. En cuanto a herencia de los colores, no se conoce a ciencia cierta el mecanismo de transmisión; hay una serie de hipótesis pero nada concreto hasta el momento. Se trata de una característica que parece cobrar cada vez mayor importancia por el interés de la industria en colores naturales. (Ramos, 2018). Por otro lado, Montes *et al.*, (2008) hicieron estudios sobre características de la fibra de alpaca, recomendando finalmente realizar más estudios para conocer mejor los caracteres de producción de la fibra y cuantificar su importancia económica antes de iniciar un plan de mejora genética, teniendo en cuenta que la alpaca Huacava representa 85% de la población de alpacas en el Perú, considerando que la calidad de los vellones de alpaca del Perú se han deteriorado en lugar de haber mejorado, principalmente en lo referente a finura y peso de vellón (De Los Ríos, 2006).

Por ejemplo los vellones producidos en los sistemas comunitarios de cría tradicional son de bajo peso y mala calidad, en estas condiciones de cría, la producción promedio bianual por animal es de 2.1 kg., mientras que en condiciones medianamente tecnificadas es posible una producción anual promedio de 2.3 kg. (Jáuregui y Bonilla, 1991), (Nieto y Alejos, 1999). Las características de la fibra de alpacas son clasificados como características productivas (peso de vellón sucio y diámetro de fibra) y características textiles (coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor de confort, factor de picazón, índice curvatura, finura al hilado, punto de rotura, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, tasa de medulación y rendimiento al lavado) según Quispe *et al.*, (2013). El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como la característica más importante de la fibra (Lee *et al.*, 2001; Edriss *et al.*, 2007; Kelly *et al.*, 2007; Rowe, 2010). En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformadas en hilos de tal manera que se adecuen para la confección de una gran variedad de productos textiles (Warn *et al.*, 2006; Rowe, 2010), con las fibras más finas se pueden confeccionar tejidos lujosos con peso ligero (Cottle, 2010). En el ganado ovino desde 1947 existe un método aceptado para evaluar el vellón, respecto a diámetro de fibra, población de fibra, longitud de mecha, densidad de fibra y rizos. La toma de muestra se realiza en la zona del costillar medio (Turner *et al.*, 1953), que se encuentra localizada horizontalmente en la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral.





Basado en este método, (Aylan- Parker y Mc Gregor, 2002) demostraron que en alpacas, la zona del “midside” (costillar medio) también resulta representativa para evaluación de la finura media y peso del vellón, constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para trabajos de mejora del diámetro de la fibra y del peso de vellón. El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad (McColl, 2004; Mueller, 2007), en contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras (Bardsley, 1994; Baxter y Cottle, 1997; Wood, 2003). Al realizar una apreciación visual de las mechales de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente (Rogers, 2006). Tradicionalmente, la frecuencia de rizo se utilizó como un marcador indirecto del diámetro de fibra durante la venta de lotes de ovinos, (Cottle, 1991; Hatcher y Atkins, 2000). Sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de la fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra (McGregor, 2003) o como el número de rizos por unidad de longitud (Hatcher y Atkins, 2000).

En la actualidad, la producción de alpacas en la región Apurímac, atraviesa una serie de problemas como el deficiente desarrollo de la crianza, pues la ganadería alpaquera no solo se sustenta en peculiares procesos biológicos que la rodean (alimentación, sanitarios, manejo, tenencia de la tierra, etc.), sino que demuestran gran debilidad frente a fenómenos externos (climáticos, económicos, sociales, etc.), que al final se expresa en la calidad y cantidad de fibra de alpaca como principal producto de esta crianza; sin embargo, el aprovechamiento de la fibra de este animal es limitado en la zona, pese a que se dispone de un gran potencial de exportación (GRA, 2006), siendo esta actividad una estrategia de lucha contra la pobreza que afecta a las comunidades campesinas alpaqueras.

Los objetivos del estudio realizado fueron: determinar las características tecnológicas de la fibra de alpaca Huacaya color blanco, según sexo y grupo etario, así como estimar las relaciones entre estas variables; para poder trazar una línea de base en el conocimiento del grado de avance de la calidad de fibra de alpaca para la implementación de programas que podrán mejorar la productividad de los rebaños y elevar el nivel de vida del productor andino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el distrito de Antabamba, de la Provincia de Antabamba de la Región Apurímac, con una población de 108,497 alpacas de las cuales 68,989 son Huacaya (INEI - CENAGRO. 2012) referente de la región Apurímac, está localizada en puna seca, entre los 3,900 y 5,300 msnm., latitud 14°29'13.71"S, longitud 73°30'43"O; con temperaturas que varían de -9 a -5 °C por las noches y de 10 a 25 °C durante el día, con una precipitación pluvial promedio de 700 mm/año. Se utilizó un tamaño muestral por conveniencia de 80 alpacas huacaya (40 machos y 40 hembras) de la comunidad Mollocco, fundo Punguro la misma que cuenta con 600 alpacas entre Huacaya y Suri (Tabla 1).

**Tabla 1.** Colección de muestras para el estudio

Región Corporal	Macho=40 animales				Hembra =40 animales				Cantidad de Muestras
	DL	2D	4D	BLL	DL	2D	4D	BLL	
Costillar Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	80

DL: Dientes de leche, 2D: 2 dientes, 4D: 4 dientes. BLL: Boca llena

Las muestras de fibra fueron obtenidas de alpacas de color blanco entero, de la región del costillar medio





de los animales, colectándose aproximadamente 5 g. de fibra de cada animal previa identificación, en base a estudios desarrollados en ganado ovino desde 1947 con un método aceptado para evaluar el vellón, respecto a diámetro de fibra, población de fibra, longitud de mecha, densidad de fibra y rizos y toma de muestra se realiza en la zona del costillar medio (Turner *et al.*, 1953), que se encuentra localizada horizontalmente en la tercera costilla y perpendicularmente en la parte media entre las líneas superior dorsal e inferior ventral. Basado en este método, (Aylan- Parker y Mc Gregor, 2002) demostraron que en alpacas, la zona del “midside” (costillar medio) también resulta representativa para evaluación de la finura media y peso del vellón, constituyéndose por lo tanto en un buen criterio de selección para trabajos de mejora del diámetro de la fibra y del peso de vellón. Algunos investigadores sin embargo utilizan para caracterizar al vellón tres zonas de muestreo: paleta, costillar medio y grupa, lo cual incrementa la mano de obra y los costos de evaluación (Huanca *et al.*, 2007).

Se determinó las características de la fibra mediante el equipo Analizador Óptico del Diámetro de Fibras (OFDA -2000) del IVITA Marangani – Cusco, guiado por el protocolo elaborado en el laboratorio en base a la publicación de Elvira "Presentación del Instrumento de Medición de Finura OFDA 2000". Los datos obtenidos fueron anotados en las fichas correspondientes.

Todos los datos fueron procesados a través del paquete estadístico SAS, estableciendo el ANOVA y la Prueba de comparación múltiple de Tukey, Las variables de estudio fueron evaluadas por sexo (macho y hembra), cuatro grupos etarios (DL, 2D, 4D y BLL). El método estadístico empleado fué un diseño bloque completo al azar bajo un arreglo factorial de 2x4.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinar el diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura, coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra en alpacas Huacaya color blanco en la región Apurímac, por sexo y edad animal.

### *Determinación del diámetro de fibra*

Al apreciar los valores obtenidos, observamos que no existe diferencias significativas en la variación del diámetro de fibra de alpacas Huacaya color blanco, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P \geq 0.05$ ); existiendo diferencia significativa en la variación del diámetro de fibra por efecto edad ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Diámetro de fibra en alpacas, según sexo

Sexo	N	Promedio ( $\mu$ ) $\pm$ D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	21.81 $\pm$ 2.62	12.01	17.13 – 26.13
Machos (1)	40	21.51 $\pm$ 2.54	11.8	16.54 – 26.08

( $P \geq 0.05$ )

El diámetro de fibra por efecto sexo, presentan valores de 21.81 y 21.51  $\mu$  en hembras y machos respectivamente ( $P \geq 0.05$ ), no existiendo diferencia significativa, esta aparente semejanza se debería al manejo actual de estos animales y al medio ambiente donde se crían, cuyas condiciones mayormente son desfavorables debido a que no hay adecuado manejo técnico de estos animales y las condiciones de alimentación por la poca disponibilidad de pastos naturales que es la fuente de alimentación de estos animales.





Estos datos coinciden con varios autores, pero algunos manifiestan que el sexo influye categóricamente sobre el diámetro de fibra, lo cual se debe a que las hembras tienen requerimientos nutricionales más altos por las diferentes condiciones fisiológicas difíciles que pasan (lactación y preñez) las cuales tienen impacto en el perfil de diámetro de fibra (Lupton *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2009 y Montes *et al.*, 2008). Sobre el particular en el distrito de Corani – Carabaya – Puno, indican que el sexo no influye en la variación del diámetro de fibra con valores de 20.69 $\mu$  en hembras y 21.28 $\mu$  en machos (Ormachea *et al.*, 2013). Sin embargo, Alvarez (1981), señala que las hembras tienen un menor diámetro de fibra en los 2 primeros años de edad y a partir de los 3 años va engrosando notablemente en comparación a los machos que mantienen su finura durante su vida reproductiva, datos que difieren con los obtenidos por Flórez *et al.*, (1986) indican que los machos poseen mayor diámetro de fibra en comparación con las hembras, esto probablemente se debe por los factores del medio ecológico, grado de mejoramiento genético, por la técnica usada para la determinación del diámetro de fibra. Por otro lado, Vasquez (2015) reporta que la mayor finura del diámetro de la fibra (MDF) en los machos (19.6  $\mu$ m), en comparación con las hembras (20.1  $\mu$ m), resulta contradictoria con el reporte de Lupton *et al.*, (2006) y Aylan-Parker y McGregor (2002), quienes indican que los machos tienen mayor diámetro de fibra. También difiere al encontrado por Wuliji *et al.*, (2000) y McGregor y Butler (2004), quienes informan que no existe efecto del sexo sobre la MDF; sin embargo, concuerda con lo encontrado por Montes *et al.* (2008) y Quispe *et al.* (2009). Es posible que los resultados del presente estudio se deban a la selección subjetiva de los machos, la cual es mucho más minuciosa que la selección de las hembras (Quispe *et al.*, 2009), y a que las hembras son generalmente de la misma región de Apurímac, mientras que los machos provienen de otras regiones. Estos últimos datos son muy similares a los encontrados en el presente estudio. Por otro lado Diaz (2014), reportó en su estudio que el diámetro de fibra fue 19.49 $\mu$ ; 19.58 $\mu$  y 19.74 $\mu$  por procedencia, ( $p>0.05$ ); respecto al sexo los machos 19.59 $\mu$ ; y las hembras 19.61 $\mu$  ( $p>0.05$ ); en alpacas Suri el diámetro de fibra 20.72 $\mu$  y en Huacaya 18.49 $\mu$  ( $p\leq 0.05$ ). Machaca (2017) indicó que el promedio del diámetro de fibra estaba influenciado por el sexo y por sexo ( $p<0.05$ ), siendo la fibra de las hembras 1 $\mu$  más fina que la de los machos.

Observamos que, existe diferencia significativa entre animales dientes de leche y boca llena, lo cual se debería principalmente a las condiciones en el aspecto reproductivo de estos animales, también al manejo actual y al medio ambiente donde se crían, cuyas condiciones mayormente son desfavorables debido a que no hay un manejo técnico y las condiciones de alimentación en las que se encuentra las mismas que no son las adecuadas por la poca disponibilidad de pastos naturales que es la fuente de alimentación de estos animales (Tabla 3).

**Tabla 3.** Diámetro de fibra, según edad

Edad	N	Promedio ( $\mu$ ) $\pm$ D.E.	CV(%)	V.E.
Boca llena (4)	20	23.15 <sup>b</sup> $\pm$ 2.51	12.6	17-08 – 26.86
4 Dientes (3)	20	21.90 <sup>ab</sup> $\pm$ 2.43	11.09	19.43 – 26.86
2 Dientes (2)	20	21.24 <sup>ab</sup> $\pm$ 2.25	10.6	16.23 – 24.99
Dientes de leche (1)	20	20.44 <sup>a</sup> $\pm$ 2.57	12.6	16.23 – 24.83

( $P\leq 0.05$ )

Nuestros valores en varios casos son similares y difieren con algunos, por ejemplo, Vasquez (2015) reportó que la media del diámetro de fibra incrementó significativamente ( $p<0.05$ ) según grupo etario o conforme avanza la edad del animal, conforme a lo que señalan (Wuliji *et al.*, 2000; McGregor y Butler, 2004; Quispe *et al.*, 2009). Sin embargo, las medias obtenidas en el presente estudio fueron menores a



los valores reportados por Huamaní y Gonzáles (2004), Lupton *et al.*, (2006), Mamani (2006), Carrasco (2009) y Encinas (2009) según los estratos etarios. El efecto de la edad sobre la MDF se debería a la queratinización de la fibra, que resulta en un mayor proceso de modulación en animales adultos (Contreras, 2009). Además, Rogers (2006) indica que las alpacas adultas producen vellones cada vez menos finas debido al efecto de las esquilas, que tiende a incrementar el funcionamiento folicular. Otros autores señalan, asimismo, que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpacas (Bustanza, 2001; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006; Quispe *et al.*, 2007; Valdivia, 2009). Asimismo, Bustanza (2001) considera que existen factores adicionales, entre ellos, la nutrición, que juegan un rol importante en la formación, maduración folicular, crecimiento y diámetro de la fibra.

Se reportaron algunas variaciones en el diámetro de fibra por efecto de la edad, es el caso de Ormachea *et al.*, 2013; Wuliji *et al.*, 2000; Lupton *et al.*, 2006 y McGregor y Butler (2004). En alpacas Huacaya de 10 meses hasta 6 años de edad, el diámetro aumenta de 17.4 a 27.5 $\mu$  (Del Carpio, 1989). Durante los primeros meses de vida del animal el diámetro de fibra tuvo un rango de 21 a 23 $\mu$  y luego incrementó de 25 a 27 $\mu$  y finalmente desciende de 21 a 22 $\mu$  (McGregor, 2004). En animales de dos años en Puno, se encontraron valores de 14 a 30 $\mu$  (Flórez *et al.*, 1986). En Corani, Carabaya, Puno, indican que el diámetro de fibra se incrementa significativamente conforme avanza la edad del animal obteniendo los siguientes valores: 19.6 $\mu$ , 21.07 $\mu$  y 22.28 $\mu$  en alpacas de la categoría dos, cuatro y seis dientes respectivamente (Ormachea *et al.*, 2013). En alpacas criadas en Huancavelica las variaciones de diámetro de fibra por edad es de 24.62 $\mu$  para animales de dos años, 25.57 $\mu$  para tres años y 26.74 $\mu$  para animales de 4 años de edad (Huamaní, y González, 2004). En animales tuis es de 20.75 $\mu$  y 23 $\mu$  para animales adultos (Quispe *et al.*, 2009). Machaca (2017), encontró que el promedio del diámetro de fibra (MDF) estuvo influenciado por la edad ( $p < 0.01$ ) (valores entre 21.61 y 24.32  $\mu$ ). y sitio de muestreo ( $p < 0.05$ ), pero sin diferencias por color y comunidad.

#### Factor de confort de la fibra

Observamos que no existen diferencias significativas en la variación del factor de confort de fibra, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P \geq 0.05$ ); mientras, se encontró la variación del factor de confort de la fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad ( $P \geq 0.05$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Factor de confort de la fibra, según sexo

Sexo	n	Promedio (%) $\pm$ D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	92.36 $\pm$ 5.95	6.44	71.32 – 99.11
Machos (1)	40	91.34 $\pm$ 5.73	6.3	77.05 – 99.11

( $P \geq 0.05$ )

Por los resultados obtenidos, afirmamos que, al no ser significativamente diferentes, el factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario, según Sacchero (2005). Arango (2016) en Cerro de Pasco, reportó que en hembras se halló un factor de confort promedio de 90.8% y en machos de 82.03%, que son inferiores a los encontrados en este estudio. Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor. Al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtuvieron un factor de confort de 75.49 % (Ponzoni *et al.*, 2006), mientras trabajando en alpacas criados en Estados Unidos sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales se determinó un factor de confort de 73 % en machos y 70.6 % en



hembras (Lupton *et al.*, 2006). Por otra parte, Sacchero (2005), al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42% y un índice de confort de 55.58%. (McGregor y Butler, 2004), en un estudio realizado en alpacas al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49%, mientras que (Lupton *et al.*, 2006). Trabajando en alpacas criados en EE.UU sobre la evaluación de las características de la fibra de alpaca Huacaya, con una muestra representativa de 585 animales determinó un índice de confort de 68.39%. En Corani, Carabaya, Puno, indican que los vellones de alpacas hembras brindan un mayor factor de confort debido a que presentan un menor diámetro de fibra en comparación con los machos obteniendo los siguientes resultados en alpacas hembras 96.19% y 94.99% en machos. Sin embargo, la comunidad no influye en la variación del factor de confort (Ormachea *et al.*, 2013). En Huancavelica trabajando con 544 muestras de vellón de alpaca de color blanco provenientes de 8 comunidades, de distintas edades y sexos, se han encontrado valores de factor de picazón de  $6.33\% \pm 0.30\%$  que correspondería a un factor de confort de 93.67%, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil (Quispe *et al.*, 2007). Los índices de confort (IC) por sexo fueron de 96.8 y 95.5% en machos y hembras, respectivamente ( $p < 0.05$ ), los cuales corresponden a factores de picazón (FP) o fibras  $> 30 \mu\text{m}$  de 3.2 y 4.5% en machos y hembras, respectivamente. El FP implica que, si los extremos de las fibras que sobresalen de la superficie de los hilos fueran delgados, estas serían más flexibles y menos probable que provoquen picazón en la piel. El IC del presente estudio fue superior a otros reportes (McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006; Quispe *et al.*, 2007, 2013). Según Quispe *et al.*, (2013), los consumidores sienten picazón con textiles que contienen más del 5% de fibras mayores de  $30 \mu\text{m}$ . Nuestros resultados demuestran que en comparación a los obtenidos en Macusani y Huancavelica son menores, y son superiores a los animales estudiados fuera de nuestro país. También Diaz (2014) indicó que el factor de confort en alpacas de Parina 97.43%, Texci 97.19% y Pukacajá 96.88% ( $p > 0.05$ ); en alpacas hembras 96.90% y en machos 97.44% ( $p > 0.05$ ); mientras que en la raza Huacaya 98.76% y 95.58% en Suri ( $p \leq 0.05$ ).

Nuestros resultados son superiores a reportes de otros autores, por ejemplo, animales de un año mostraron 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% (Lupton *et al.*, 2006). Por otro lado, Arango (2016) en un estudio realizado en Cerro de Pasco, manifiesta que el factor de confort tiende a disminuir con el incremento de la edad, siendo 96.99% en animales DL, 93.92% en 2D, 92.94% en 4D y 82.51% en BLL, estos resultados se asemejan a los nuestros (Tabla 5).

**Tabla 5.** Factor de confort de la fibra, según edad

Edad	n	Promedio (%) $\pm$ De	CV (%)	V.E.
Boca llena (4)	20	88.01 <sup>b</sup> $\pm$ 5.86	6.66	71.32 – 95.25
4 Dientes (3)	20	92.02 <sup>ab</sup> $\pm$ 6.91	7.51	80.45 – 98.55
2 Dientes (2)	20	93.54 <sup>a</sup> $\pm$ 4.07	4.35	80.98 – 99.91
Dientes de leche (1)	20	93.83 <sup>a</sup> $\pm$ 4.53	4.83	84.78 – 99.11

( $P \leq 0.05$ )

En el distrito de Corani provincia de Carabaya trabajando con 240 alpacas Huacaya de color blanco indican que la variable factor de confort disminuye conforme se incrementa la edad del animal debido a que los parámetros del diámetro de fibra en alpacas se incrementan conforme avanza la edad, obteniendo los siguientes valores 97.50%, 95.85% y 93.43% en alpacas de categoría dos, cuatro y seis dientes respectivamente (Ormachea *et al.*, 2013) estos resultados son cercanos a los que hemos reportado. Quispe *et al.*, (2007), indica que el factor de confort por estrato etario fue estadísticamente significativo, siendo menor conforme avanza la edad ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, es necesario realizar una corrección por



efectos medioambientales, pues el factor nutrición podría estar afectando el factor de confort. Quispe, (2010) también reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre esta característica. Las variaciones sobre todo medioambientales en las zonas altas de la región Apurímac, son muy variables principalmente por ser Puna seca lo que afecta a las características de la fibra de alpaca, además de no existir un manejo técnico adecuado de los animales, donde no se desarrollan actividades de selección, salvo en algunos criadores pequeños y medianos. Machaca (2017) indica que el FC tuvo diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) por efecto de la comunidad y color de la fibra, así como por edad, sexo y sitio de muestreo ( $p < 0.05$ ).

### Índice de curvatura

Observamos que no existen diferencias significativas en la variación del índice de curvatura de la fibra, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P \geq 0.05$ ); mientras, si encontramos la variación del índice de curvatura de la fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad del animal ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 6).

**Tabla 6.** Índice de curvatura de la fibra, según sexo

Sexo	n	Promedio (grad./mm) $\pm$ D.E.	CV (%)	V.E.
Hembras (2)	40	41.00 $\pm$ 9.94	24.24	18.92 – 60.17
Machos (1)	40	40.00 $\pm$ 7.82	19.55	18.92 – 52.58

( $P \geq 0.05$ )

En nuestro estudio, hemos encontrado que el sexo no ejerce influencia en el índice de curvatura, calificándola de un índice de curvatura media, donde la curvatura del rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos, cuando la curvatura es menor a 20 grad/mm se describe como curvatura baja, si la curvatura se encuentra en un rango de 40 - 50 grad/mm se le considera una curvatura media y cuando sobrepasa los 50 grad/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006). Al realizar una comparación del índice de curvatura en diferentes especies, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra (Fish *et al.*, 1999). En EE.UU. Se encontró en alpacas, valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno, dos y más de dos años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm (Lupton *et al.*, 2006).

En Perú También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 en machos y 54.01 en hembras (Siguayro y Aliaga, 2010). Según Holt (2006), una curvatura menor de 50 grados/mm se describe como curvatura baja; de allí que el índice de curvatura (ICur) encontrado en el presente estudio 41.0 y 40.0 grados/mm en hembras y machos respectivamente correspondería a una fibra con baja cantidad de rizos según Holt (2006). Estos valores de ICur fueron inferiores a los encontrados por Siguyro (2009). Sin embargo, otros autores reportan valores más bajos, entre 28.0 y 32.2 grados/mm (Liu *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004; Lupton *et al.*, 2006; McGregor, 2006). Por otro lado, Holt (2006) encuentra valores con un rango más amplio (25 a 60 grados/mm). En el presente trabajo no se encontró efecto del sexo sobre el índice de curvatura. El índice de curvatura en alpacas ha sido estudiado en Perú por Siguyro y Gutiérrez (2010), quienes encuentran valores entre 47.66 grad/mm y 54.01 grad/mm en alpacas, mientras que Quispe (2010), encuentra una media de 38.8 grad/mm. Así también, el IC está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de Liu *et al.*, (2004), Wang *et al.*, (2004), Lupton *et al.*, (2006), McGregor (2006), quienes encontraron valores de 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8 grad/mm, respectivamente. Al parecer, la fibra de alpaca Suri tiene menor curvatura que la Huacaya 15 a 35 contra 25 a 60 grad/mm respectivamente (Holt, 2006). Mientras que la lana de ovino tiene mayor índice de curvatura que la fibra



de alpaca (Liu *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004), pero menor que la de vicuña (Quispe, 2010). Por otro lado, Diaz (2014) reportó que el índice de curvatura obtenido en alpacas Suri 18.14 grad/mm y en Huacaya 41.47grad/mm ( $p \leq 0.05$ ). Diferencias significativas por estrato etario solo se aprecian entre DL con 4D y BLL (Tabla 7).

**Tabla 7.** Índice de curvatura de la fibra, según edad

Edad	n	Promedio (deg/mm) $\pm$ D.E.	CV (%)	V.E.
Boca llena (4)	20	38.23 $\pm$ 8.97	23.46	19.47 – 52.58
4 Dientes (3)	20	41.63 $\pm$ 8.65	20.78	19.47 – 52.58
2 Dientes (2)	20	42.10 $\pm$ 6.53	15.51	25.54 – 50.25
Dientes de leche (1)	20	40.04 $\pm$ 9.85	24.6	18.92 – 60.17

( $P \geq 0.05$ )

Al respecto, McGregor (2006) menciona que la edad no afecta el ICur en alpacas Huacaya, pero encuentra diferencias en alpacas Suri. En un estudio realizado en comunidades del distrito de Corani – Carabaya – Puno indican que el lugar de procedencia, sexo y edad del animal no influyen en la variación del índice de curvatura obteniendo los siguientes resultados 43.43grad/mm, 42.21grad/mm y 41.27grad/mm en animales de dos, cuatro y seis dientes respectivamente de igual manera en alpacas hembras fue de 42.34grad/mm y 42.26grad/mm en machos (Ormachea *et al.*, 2013). Sin embargo, indican que el índice de curvatura guarda cierta relación con el diámetro de fibra es decir a menor diámetro el grado de curvatura se incrementa tal como lo menciona (Ormachea *et al.*, 2013; Holt, 2006; Safley, 2006 y Fish *et al.*, 1999). Por otro lado, Vilcanqui (2008) encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34grad/mm para machos y hembras, respectivamente; también, Marín (2007) reportó para alpacas Huacaya de un año de edad valores de 47.14 y 47.22 grad/mm para hembras y machos, respectivamente; no encontrando diferencias entre sexos. Por otro lado, Machaca (2017) indica que el IC tuvo diferencias significativas debido a la comunidad ( $p < 0.01$ ), edad, sexo y color ( $p < 0.05$ ), pero no por el sitio de muestreo.

#### *Coefficiente de variabilidad*

Observamos que no existen diferencias significativas en la variación del CVDF de alpacas Huacaya, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P \geq 0.05$ ); se observa alguna variación del coeficiente de variabilidad de fibra en comunidades por efecto edad ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 8).

**Tabla 8.** Coeficiente de variabilidad de la fibra, según sexo

sexo	n	Promedio (%) $\pm$ D.E.	Cv (%)	V.E.
Hembras (2)	40	24.54 $\pm$ 2.84	11.57	20.69 – 32.89
Machos (1)	40	25.70 $\pm$ 2.58	10.04	18.00 – 32.89

( $P \geq 0.05$ )

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no es afectado por el sexo de las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por McGregor y Butler (2004) y Quispe *et al.*, (2009). Al respecto, se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton *et al.*, 2006), donde con la MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado (McGregor, 2006). Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, fibras con mayor CVDF tienen menor resistencia (Mueller, 2000), afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra (Wang *et al.*, 2003). Machaca





(2017), manifiesta que el CVDF mostró diferencias significativas por efecto de la edad ( $p < 0.01$ ) y sexo.

**Tabla 9.** Coeficiente de variabilidad de la fibra, según edad

Edad	N	Promedio (%) $\pm$ D.E.	CV (%)	V.E.
Boca llena	20	26.83 $\pm$ 2.62	9.77	20.69 – 32.89
4 Dientes	20	25.46 $\pm$ 3.24	12.73	20.69 – 32.89
2 Dientes	20	26.15 $\pm$ 3.02	11.55	18.00 – 30.58
Dientes de leche	20	26.04 $\pm$ 1.12	4.30	24.08 – 28.25

( $P \geq 0.05$ )

Del mismo modo, el CVDF no estuvo influenciado por el estrato etario, tal y como lo menciona Quispe *et al.*, (2009), aunque con menor variabilidad. Asimismo, los valores son inferiores a otros reportes (Aylan-Parker y McGregor, 2002; Wang *et al.*, 2003; McGregor y Butler, 2004; Lupton *et al.*, 2006), donde se mencionan valores de CVDF entre 23.5 y 28.1%. Solo, McGregor y Butler (2004) encontraron evidencia de que el CVDF disminuye rápidamente hasta los 2 a 3 años, para luego incrementar levemente hasta los 10 años de edad.

*Determinar las correlaciones entre el diámetro y factor de confort, diámetro e índice de curvatura, diámetro y coeficiente de variabilidad en alpacas Huacaya color blanco, dentro de edad y sexo animal.*

#### Correlación fenotípica según sexo

Al procesar los datos, se determinaron las correlaciones que existen entre las variables de estudio; en las tablas 10 y 11 se detalla las correlaciones fenotípicas general entre el diámetro de fibra con el factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas Huacaya (Tablas 10).

**Tabla 10.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas machos

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.20 <sup>ns</sup>			
FC	-0.89 <sup>***</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>		
IC	-0.46 <sup>ns</sup>	-0.24 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	

ns= no significativo; \*\*\* altamente significativo ( $p < 0.001$ )

En estos resultados, por efecto sexo encontramos correlaciones negativas altas entre el diámetro de fibra con el factor de confort con un valor de -0.89 y -0.91 para machos y hembras, respectivamente; Contrastando estos resultados con otros autores, por ejemplo, Diaz (2014), concluye que existió interacción entre el sexo y el grupo de edad para el factor confort. Por otro lado, Frank (2012), concluyó que la relación entre el factor picazón y el diámetro promedio de fibra de alpacas se ajusta a una distribución potencial. Para la relación del diámetro promedio de fibra (DF) y el factor picazón (PcF) en alpacas resultó la función:  $PcF = 56.35 * (DF/30)^6$  siendo el factor picazón constante antes de las 22 $\mu$  (punto de quiebre), luego de este punto aumenta significativamente el cual puede estar influenciado por el sexo, además reporta valores entre diámetro de fibra y factor de confort -0.85871 y correlación en alpacas Suri entre diámetro de fibra y factor de confort -0.88895. También Machaca (2017) y Quispe *et al.*, (2009) reportan correlaciones altas entre el diámetro de fibra y factor de confort por efecto sexo.





**Tabla 11.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas hembras

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	-0.06 <sup>ns</sup>			
FC	-0.91 <sup>***</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>		
IC	-0.21 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	

ns= no significativo; \*\*\* altamente significativo (p<0.001)

Por otro lado, hemos encontrado una correlación negativa baja entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura con valores de -0.46 y -0.21 para machos y hembras respectivamente, Ormachea *et al.*, (2013), al realizar un estudio con 240 muestras en alpacas Huacaya de color blanco obtuvo valores de - 0.4978 e indica que las dos variables guardan una relación inversa. Por su parte Holt (2006) reportó coeficientes de correlación entre el índice de curvatura y el diámetro de fibra de -0.64 y -0.79 para muestras de fibra de alpacas Huacaya y Suri. Siguayro y Gutiérrez (2010) reportó la correlación entre estos caracteres, para alpacas machos es negativamente baja de -0.20 y de incidencia no significativa (p>0.05), para alpacas hembras negativamente muy baja de -0.14 y de incidencia no significativa (p>0.05), asimismo, la correlación para la especie (alpaca) negativamente muy baja de -0.18 y de incidencia no significativa (p>0.05). Marín (2007) al correlacionar estos caracteres en alpacas Huacaya de un año de edad, reportó valores los cuales oscilan entre -0.35 y -0.70. Por otro lado, Vilcanqui (2008) al correlacionar estos caracteres en fibras de vicuñas encontró valores de -0.11 a -0.71. En otro estudio en Puno, Diaz (2014) encontró que la correlación en alpacas Huacaya entre diámetro de fibra e índice de curvatura -0.68133. Para complementar el presente objetivo, hemos obtenido valores que han determinado las correlaciones que existen entre las variables de estudio.

Se demuestra que las alpacas adultas (boca llena) presentan una correlación negativa alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.89, es decir que hay marcada influencia de la edad (boca llena), lo que demuestra que estos animales cuando fueron más jóvenes tenían un alto factor de confort (Tabla 12).

**Tabla 12.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas boca llena.

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	-0.20 <sup>ns</sup>			
FC	-0.89 <sup>***</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>		
IC	-0.89 <sup>***</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	

ns= no significativo; \*\*\* altamente significativo (p<0.001)

DF (diámetro de fibra), CV (coeficiente de variabilidad), FC (factor de confort), IC (índice de curvatura)

Contrastando nuestros resultados con otros autores, podemos referir que hemos encontrado una muy alta correlación negativa entre el diámetro de fibra con el factor de confort, donde en alpacas de 4 dientes es mayor con un valor negativo alto de -0.96, cabe mencionar que también en alpacas de 4 dientes hay una correlación media entre el diámetro de fibra con el índice de curvatura con un valor positivo de 0.52. Los demás valores encontrados son no significativos, destacando lo más importante en este objetivo.





Díaz (2014), concluye que la edad tuvo un efecto significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el factor confort; además existió interacción entre el sexo y el grupo de edad para el factor confort. Por otro lado Frank (2012), concluyó que la relación entre el factor picazón y el diámetro promedio de fibra de alpacas se ajusta a una distribución potencial. Para la relación del diámetro promedio de fibra (DF) y el factor picazón (PcF) en alpacas resultó la función:  $PcF = 56.35 * (DF/30)$  siendo el factor picazón constante antes de las  $22\mu$  (punto de quiebre), luego de este punto aumenta significativamente. Machaca (2017), indica que La MDF presentó una alta y negativa correlación con FC ( $r = -0.99$ ) e IC ( $r = -0.61$ ) y la FC presentó una correlación positiva con IC ( $r = 0.62$ ). Con respecto a cómo afecta el coeficiente de variación (CV) del diámetro promedio de fibra al factor confort, se afirma que es necesario mantener un CV bajo. Si se comparan dos vellones ambos con el mismo diámetro medio de fibra pero con una diferencia de 5% en el coeficiente de variación, el de menor CV se comporta como si fuese 1 micra menor y por lo tanto tiene mayor factor confort. (Machaca, 2017).

## CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas en la variación del diámetro de fibra, factor de confort en alpacas de diente de leche y boca llena por efecto edad ( $P \leq 0.05$ ); por otro lado no se han encontrado diferencias significativas en la variación del diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P \geq 0.05$ ); además existen correlaciones negativas muy altas entre el diámetro de fibra y factor de confort por efecto sexo y efecto edad en alpacas de 4 dientes; y una correlación negativa alta en las demás edades, por otro lado hay correlación negativa moderada entre el diámetro de fibra e índice de curvatura en alpacas de cuatro dientes.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez, J. (1981). "Dimensiones físicas de la fibra de alpacas de la Cooperativa Agraria de Producción Huaycho Ltda. N° 44" Tesis. Med. Vet. Zoot. FMVZ. UNA – Puno. Recuperado de: <https://docplayer.es/68325239-Universidad Nacional del Altiplano-facultad-de-medicina-veterinaria-y-zootecnia-escuela-profesional-de-medicina-veterinaria-y-zootecnia.html>
- Arango, S. (2016). Variaciones del factor de confort en vellones de alpaca Huacaya con relación al sexo y edad. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2646/L01-A7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aylan-Parker, J. y McGregor, A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*; 44, 53-64.
- Antonini, M. (2010). Hair follicle characteristics and fibre production in South American Camelids. *Animal*; 4:9, 1460-1471.
- Antonini, M., Gonzales, M. y Valbonesi, A. (2004). Relationship between age and posnatal skin follicular development in three types of South American domestic camelids. *Livestock Production Science*; 90: 241-246.
- Bardsley, P. (1994). The collapse of the Australian wool reserve price scheme.
- Baxter, P. y Cottle, D. (2010). Fiber diameter distribution characteristics of midside (fleece) samples and their use in sheep breeding. *International Wool Organisation Technical Committee Meeting, Boston, USA.*
- Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 343 pág.
- Carpio, M. y Solari, Z. (1981). Estudios preliminares sobre folículos pilosos en la piel de la vicuña. En: Informe de trabajos de investigación en vicuña. Vol. programa de ovinos camélidos sudamericanos. Serie ciencia y práctica Zootécnica, pp 104 – 136.
- Castellano, G., García-Huidobro, J. y Salinas, P. (1998). Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of Chile. *J. Range Manage.*, 51: 509-513.
- Cottle, D. (2010). Wool preparation and metabolism. In: Cottle, D.J. (Editor), *International Sheep and Wool Handbook*. Nottingham University Press, Nottingham.
- Díaz, J. (2014). Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla – Carabaya. Tesis para la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. FMVZ. UNA. Puno. Perú. Recuperada de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2053/Diaz\\_Rozas\\_Jaime\\_Alain.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2053/Diaz_Rozas_Jaime_Alain.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- y
- Edriss, M., Dashab, G., Ghareh, A., Nilforoosha, M. y Movassagh, H. (2007). A study of some physical attributes of Naeini sheep wool for textile industry. *Pakistan J. Biol. Sci.*
- Frank, E., Hick, M., Gauna, C., Lamas, H., Renieri, C. y Antonini, M. (2006). Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Rumin. Res.*, 61: 113-129.
- Hatcher, S. y K. Atkins. (2000). Breeding objectives which include fleece weight and fibre diameter do not need fibre curvature. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, 13, 293-296.
- Huanca, T., Apaza, N. y Lazo, A. (2007). Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa - Puno. *Arch. Latinoamer. Proel Anim.*. 15(Supl. 1):480.
- INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012) IV Censo Nacional Agropecuario 2012.(CENAGRO 2012). INEI. Lima. Perú.
- Jaúregui, V. y Bonilla, G. (1991). Productividad de carne, fibra y cuero en alpacas y llamas. XIV Reunión Científica APPA. Cerro de Pasco. Perú.
- Kelly, M., Swan, A. y Atkins, K. (2007). Optimal use of on-farm fiber diameter measurement and its impact on reproduction in commercial Merino flocks. *Aust. J. Expt. Agric.*
- Lee, G., Thornberry, K. y Williams, A. (2001). The use of thyroxine to reduce average fibre diameter in fleece wool when feed intake is increased. Australia.
- Lupton, C., McColl, A. y Stobart, R. (2006). Fiber characteristics of the huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*; 64: 211-224.
- Machaca, V. (2017). Características de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurimac, Perú. *Rev. Inv. Perú.* <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13889>.
- McGregor, B. y Butler, K. (2004). Fuentes de variación en los atributos de diámetro de fibra Alpacas australianas y sus implicaciones para la evaluación del vellón y la selección de animales. *Small Ruminant Research*.
- McGregor, B. (2006). Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research*; 61: 93-111.
- Mc Gregor, B., Ramos, H. y Quispe, E. (2012). Variation of fibre production characteristics among sampling sites for Huacaya alpaca fleeces from the High Andes. *Small Ruminant Research*.
- Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E. y Alfonso, L. (2008). Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau región of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research*.
- Naylor, G. y Stanton, J. (1997). Time of shearing and the diameter characteristics of fibre ends in the processed top: An opportunity for improved skin comfort in garments. *Wool Tech. Sheep Breeding*, 45(4): 243-255.
- Newman, S. y Paterson, D. (1994). Efecto del nivel de nutrición y estación en el crecimiento de las fibras en alpacas. *Peq. Rumin. Res.*, 64: 211 - 224.
- Nieto, L. y Alejos, I. (1999). Estado económico y productivo del Centro de Producción e Investigación de Camélidos Sudamericanos. Lachocc. XXI Reunión Científica Anual APPA. Huancavelica, Perú.
- Ormachea, E., Calsin, B., Olarte, O. y Quiñones, D. (2013). Diámetro de fibra, factor de confort e índice de curvatura en alpacas Huacaya de las comunidades de Quelccaya y Chimboya del distrito de Corani - Carabaya – Puno. Tesis Universidad Nacional del Altiplano.
- Pacco, C., Calsin, B. y Quispe, J. (2009). Diámetro de fibra, número de rizos y porcentaje de pelos en alpacas Huacaya reproductores de plantel del SPAR – Macusani Carabaya. ALLPAK'A, Revista de Investigación IIPC. FMVZ. UNA. Puno. Perú.
- Pinazo, R. (2000). Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri en el CIP la Raya. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Ponzoni, R. (1999). The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. Disponible en <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx> [Accesado el 5 de julio del 2013].
- Paucar, J. y Sedano, E. (2014). Correlación entre índice folicular, peso de vellón y diámetro de fibra en alpacas de raza Huacaya de color blanco. Tesis de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela Profesional de Zootecnia. UNH. Huancavelica, Perú.
- Quispe, E., Flores, A., Alfonso, L. y Galindo, A. (2007). Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas huacaya de color blanco en la región de Huancavelica. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>. [Accesado el 4 de julio del 2013].
- Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, L. y Mueller, J. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information*; 45,1.14.
- Quispe, E. (2010). Estimación del progreso genético bajo un esquema de selección planteado en alpacas (Vicugna pacos) Huacaya en la región alto andina de Huancavelica. Tesis para optar el Grado de Ph. D. Universidad Agraria La Molina Lima, Perú. 160 Pág.
- Quispe, E., Poma, A. y Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*; 7(1): 1-29.



- Ramos, V. (2018). Parámetros foliculares de tres regiones corporales y su relación con características de la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones de la Escuela de Pos grado UNA – Puno*. Vol. 7 (N° 4), 774 – 778. Puno, Perú.
- Rowe, J. (2010). The Australian sheep industry – undergoing transformation. *Anim. Prod. Scientific*.
- Ryder, M. y Stephenson, S. (1968). *Fleece Variation Owing to Nutritional Change in wool Growth*. Academic Press. London – New York. pp 562-587.
- Sacchero, D. (2005). "Utilización de Medidas Objetivas para Determinar Calidad de lanas". En: *Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas*. Bariloche, Argentina. 207-221.
- Siguayro, R. y Aliaga, J. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de llama chaku (lama glama) y alpacas Huacaya (lamas pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. *Sitio Argentino de Producción Animal*.
- Turner, H., Hayman, R., Riches, J., Roberts, N. y Wilson, L., (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, Melbourne, Australia, 92 pág.
- Vásquez, R. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de apurimac. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 26 (2): 213- 222.
- Vidal, O. (1996). Selección y clasificación de fibra de alpaca. Informe técnico 4. Arequipa. Perú.
- Vilcanqui, H. (2008). Efecto de la edad y el sexo sobre las características tecnológicas de la fibra de vicuña en la provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Villaruel, J. (1963). Un estudio de la fibra de alpaca. *Anales Científicos Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima. Perú. 1:246–274.
- Wang, X., Wang, L. y 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.
- Warn, L., Geenty, K. y McEacher, S. (2006). Wool meets meat: Tools for a modern sheep enterprise. In: Cronjé, P., Maxwell, D.K. (Eds.), *Australian Sheep Industry Cooperative Research Centre Conference*, Orange, Australia
- Watts, J. (1990). No alpaca should ave two costas. *Australian Alpaca Association Inc*. N° 16.28-29pp.
- Watts, J. (2008). Reinventing the Alpaca. *World Alpaca Conference Proceedings*, Sydney, Australia, 28-30 March 2008 pp.28-33.
- Wood, E. (2003). Textile properties of wool and other fibers. *Wool Tech.Sheep Breed*.
- Wuliji, T. (1993). Producción de fibra de alpaca, estacionalidad del crecimiento de las fibras y variación de las características de las fibras en un ambiente fresco y templado de Nueva Zelanda. *Small Ruminant Research*.
- Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R. y Bruce, G. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpaca in New Zealand. *Small Ruminant Research*, 37: 189-201.

