



## Textile characteristics and fiber correlations in Huacaya alpacas from the Apurímac region

### Características textiles y correlaciones de la fibra en alpacas Huacaya de la región Apurímac

Ramos-De-la-Riva Víctor Alberto<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-9830-2386><sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac-vramos@unamba.edu.pe

(Recepción: 10/04/2023 - Aceptación 05/10/2023)

**Abstract.** The present study was developed in the Provinces Aymaraes and Antabamba, Apurímac Region, with a population of 108,497 alpacas [36]. The textile characteristics of the fiber in white Huacaya alpacas were determined, according to sex and age, establishing their correlations between these characteristics. The sample consisted of 90 males and 90 females: DL (Milk teeth > 1 year old), 2D (2 - 3 years old), 4D (3 - 4 years old) and BLL (> 4 years old); of which duly identified fiber samples (5 gr.) were collected from the midrib region of the animal and analyzed in OFDA 2000. The results and conclusions were: Objective 1, if there is a significant difference in the variation of the fiber diameter, 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 the fiber diameter, comfort factor, curvature index and coefficient of variability due to sex effect and sex/age interaction ( $P \geq 0.05$ ). Objective 2, there is a high correlation between fiber diameter and comfort factor due to sex effect and between fiber diameter with comfort factor due to age effect, highlighting the 4-toothed alpacas.

**Keywords:** Alpaca, variability coefficient, fiber diameter, comfort factor, curvature index.

**Resumen.** El presente estudio, se desarrolló en las Provincias Aymaraes y Antabamba, Región Apurímac, con una población de 108,497 alpacas [36]. Se determinaron las características textiles de la fibra en alpacas Huacaya color blanco, según sexo y edad, estableciéndose sus correlaciones entre estas características. La muestra fue de 90 machos y 90 hembras: DL (Dientes de leche > de 1 año), 2D (2 - 3 años), 4D (3 - 4 años) y BLL (> de 4 años); de las cuales se colectó muestras de fibra (5 gr.) debidamente identificadas de la región del costillar medio del animal y analizadas en el OFDA 2000. Los resultados y conclusiones fueron: 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 ( $P \geq 0.05$ ). 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.

**Keywords:** Alpaca, coeficiente de variabilidad, diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura.

## 1 Introducción

La alpaca (*Vicugna pacos*) es la especie que logra el mejor aprovechamiento de las pasturas naturales de las zonas altoandinas [32]. Además, los productos que ofrece (carne y fibra) constituyen el principal medio de subsistencia para las familias dedicadas a esta actividad que viven por encima de los 3,800 msnm. En la región Apurímac, se identificó que el principal problema es que los criadores no valoran la fibra por sus características y si lo hacen les dará mayor valor agregado porque no se realiza la clasificación para obtener mejores precios en el mercado. La región de Apurímac ocupa el quinto lugar en producción alpaquera con 219,113 cabezas [16]; 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. En el presente trabajo nos hemos trazado la hipótesis de que la fibra de alpaca demuestra



características que generan mayor valor económico a los criadores de alpacas. En este estudio se determinó las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya blancas según sexo y edad y sus correlaciones entre estas variables.

## 2 Método

El estudio fue de tipo básico, descriptivo y aplicado; diseño no experimental; identificándose los animales y hatos alpaqueros de la comunidad Chuñohuacho del distrito de Antabamba y San miguel de Mestizas del distrito de Cotaruse, Se tomaron muestras de fibra del costillar medio y se analizaron en el OFDA 2000 perteneciente al PECSA de la ciudad de Puno. Para el análisis estadístico e interpretación se usó la prueba de *t* que es una distribución de probabilidad donde se estimó el valor de la media de las muestras extraídas de la población que sigue una distribución normal y de la cual no conocemos su desviación típica. La muestra fue de 180 alpacas (90 machos y 90 hembras) para cada distrito y comunidad.

## 3 Resultados

### 3.1 Objetivo 1

Determinar la media del diámetro de fibra (MDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC), coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra (CV MDF) en alpacas Huacaya blancas según sexo y edad del animal. Según la prueba de *t*; observamos que existe diferencia significativa en la variación del DF, ( $P \leq 0.05$ ). tal como se muestra en la tabla 1;

**Tabla 1.** Diámetro de fibra en alpacas Huacaya blanco según provincia en la región Apurímac

Características	AYMARAES		ANTABAMBA	
	N	Promedio	N	Promedio
MDF ( $\mu$ )	90	20.53	90	17.50
CV MDF (%)	90	45.97	90	30.88
FC (%)	90	83.51	90	91.69
IC (gd/cm)	90	10.79	90	12.20

Las muestras de fibra de la provincia de Antabamba, tiene mejores características de DF, FC e IC.

**Tabla 2.** La MDF, CV MDF, FC e IC de fibra en alpacas Huacaya blanco según sexo en la región Apurímac

	N	n	Macho (x)	n	Hembra (x)
MDF ( $\mu$ )	180	90	19.04	90	18.99
CV MDF (%)	180	90	39.23	90	37.62
FC (%)	180	90	86.63	90	88.57
IC (%)	180	90	12.23	90	10.76

La tabla 2, muestra el diámetro de fibra de alpacas Huacaya por efecto sexo; la media del diámetro de fibra es 19.04 y 18.99  $\mu$  en machos y hembras respectivamente. ( $P \geq 0.05$ ). No existe diferencia significativa, por las condiciones actuales de manejo que son desfavorables y la poca disponibilidad de pastos. Por otro lado, analizando el índice de curvatura de las muestras por efecto sexo; Según la prueba de *t*; observamos que no existe diferencias significativas en la variación del índice de curvatura de la fibra de alpacas huacaya en comunidades de la región Apurímac, por efecto sexo, siendo nuestros resultados muy bajos en comparación con otros estudios realizados ( $P \geq 0.05$ ); mientras, si encontramos la variación del índice de curvatura de la fibra de alpacas huacaya en comunidades por efecto edad del animal ( $P \leq 0.05$ ); Además consideramos que el sexo no ejerce influencia en el índice de curvatura, calificándola de un índice de curvatura media.

**Tabla 3.** MDF, CV MDF, FC e IC de la fibra en alpacas huacaya blanco según edad en la región Apurímac

	N	n	DL	n	2D	n	4D	n	BLL
MDF ( $\mu$ )	180	28	20.62	89	19.08	39	18.46	24	17.80
CV MDF (%)	180	28	33.12	89	37.62	39	44.08	24	40.10

FC (%)	180	28	86.63	89	88.57	39	93.71	24	88.38
IC (gd/cm)	180	28	12.23	89	10.76	39	10.08	24	9.96

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

La tabla 3 muestra que el diámetro de fibra por efecto edad, donde los DL tienen 20.62, 2D 19.08, los de 4D 18.46 y los BLL 17.80 micras, respectivamente. ( $P < 0.05$ ). Existe una diferencia significativa entre animales de diente de leche y 4 boca llena, que se debería principalmente a las condiciones reproductivas de estos animales, manejo actual y al medio ambiente donde se crían, cuyas condiciones son desfavorables debido a que no hay un manejo técnico y alimentación por la poca disponibilidad de pastos naturales que es fuente de alimentación; cabe destacar que en animales adultos (BLL) presentan un promedio más fino que los otros animales, por lo que suponemos que se trata de una fibra de hambre debido a las pobres condiciones nutricionales y existencia de pastos naturales de baja calidad en la zona. Por otro lado, Según la prueba de t en la tabla 3; observamos que no existen diferencias significativas en la variación del factor de confort por efecto sexo. ( $P \geq 0.05$ ); mientras, pero se encontró la variación del factor de confort por efecto edad ( $P \geq 0.05$ ).

### 3.2 Objetivo 2

Correlación fenotípica según sexo.

Al procesar los datos obtenidos, determinamos las correlaciones que existen entre las variables de estudio; en las tablas 4 y 5 detallamos los valores obtenidos en las correlaciones fenotípicas de características de la fibra:

**Tabla 4.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en machos

Características	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>	

**Tabla 5.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en 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>	

Estos resultados según sexo demuestran correlaciones negativas altas entre el DF y FC con un valor de -0.89 y -0.91 en machos y hembras, respectivamente; Otros autores, por ejemplo, Diaz (2014), concluye que existe interacción entre sexo y edad para el FC. Por otro lado, [13], refiere que la relación entre el factor picazón y el diámetro promedio de fibra se ajusta a una distribución potencial. Para la relación DF y el factor picazón 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 influenciado por sexo, además reporta valores entre DF y FC -0.85871 y correlación en alpacas Suri entre diámetro de fibra y factor de confort -0.88895. También (20) y (31) reportan correlaciones altas entre el DF y FC por efecto sexo.

Correlación fenotípica según edad

Para complementar el segundo objetivo, hemos obtenido valores que han determinado las correlaciones que existen entre las variables de estudio; en las tablas 6, 7 y 9, encontrando valores para las edades:

**Tabla 6.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas DL

	FC	CV	FC	IC
DF				
CV	0.195 <sup>ns</sup>			
FC	-0.91 <sup>***</sup>	-0.45 <sup>ns</sup>		

IC -0.18<sup>ns</sup> -0.25<sup>ns</sup> 0.44<sup>ns</sup>

Observamos que en alpacas DL hay una correlación negativa alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.91, es decir que hay marcada influencia de la edad (DL) en el factor de confort con presencia de una mínima cantidad de fibras gruesas en el vellón de la alpaca joven.

**Tabla 7.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas 2D

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.12 <sup>ns</sup>			
FC	-0.85 <sup>***</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>		
IC	-0.36 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	

Estos resultados muestran que en alpacas de 2D hay una correlación negativa alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.85, es decir que hay influencia de la edad (2D).

**Tabla 8.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas 4D

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	0.25 <sup>ns</sup>			
FC	-0.94 <sup>***</sup>	-0.38 <sup>ns</sup>		
IC	-0.49 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.62 <sup>**</sup>	

En alpacas de 4D existe una correlación negativa muy alta entre el diámetro de fibra y el factor de confort con un valor de -0.94, es decir que hay marcada influencia de la edad (4D); además existe una correlación negativa moderada entre el diámetro de fibra y el índice de curvatura con un valor de -0.62.

**Tabla 9.** Correlaciones entre el diámetro de fibra con factor de confort, índice de curvatura y coeficiente de variabilidad en alpacas BLL

	DF	CV	FC	IC
DF				
CV	-0.17 <sup>ns</sup>			
FC	-0.87 <sup>***</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>		
IC	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.31 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	

En alpacas adultas (BLL) existe una correlación negativa alta entre el DF y FC con un valor de -0.87, por lo que hay marcada influencia de la edad, lo que demuestra que a menor edad alto FC.

Nuestros resultados encontrados indican alta correlación negativa entre el DF y FC, alpacas de 4D tiene un valor negativo alto de -0.91, además hay una correlación media entre el DF e IC con un valor positivo de 0.49. Los demás valores encontrados son no significativos. [11], indica que la edad tiene un efecto significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el FC, existe interacción entre el sexo y edad. Por otro lado [12], concluyó que la relación entre el factor picazón y el diámetro promedio se ajusta a una distribución potencial. Para la relación del DF y el factor picazón (PcF) es constante antes de las  $22\mu$  (punto de quiebre). [20], indica que La MDF tiene una alta y negativa correlación con FC ( $r = -0.99$ ) e IC ( $r = -0.61$ ) y la FC presenta una correlación positiva con IC ( $r = 0.62$ ). Con respecto a cómo afecta el CV al FC, 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 [20].

## 4 Discusiones Conclusiones

Hay autores que concuerdan, pero algunos manifiestan que el sexo influye 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) [19], [32] y [24]. También indican que el sexo no influye en la variación del diámetro de fibra encontrando los siguientes resultados  $20.69\mu$  en hembras y  $21.28\mu$  en machos [28]. Sin embargo, [1], 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, [11] indica que los machos

poseen mayor diámetro de fibra en comparación con las hembras, esto probablemente se debe por los factores del medio ecológico y grado de mejoramiento genético. [40] en un estudio realizado en Cotaruse, Apurímac reporta que la mayor finura del diámetro de la fibra (MDF) en los machos (19.6  $\mu\text{m}$ ), en comparación con las hembras (20.1  $\mu\text{m}$ ), resulta contradictoria con el reporte de [19] y [2], quienes indican que los machos tienen mayor diámetro de fibra. [45] y [22], refieren que no existe efecto del sexo sobre la MDF; sin embargo, concuerda con lo encontrado por [24] y [32]. Es posible que los resultados se deban a la selección subjetiva de los machos, la cual es mucho más minuciosa que la selección de las hembras [32], mientras que los machos provienen de otras regiones. Por otro lado [11], reportó en su estudio que el diámetro de fibra fue 19.49 $\mu$ ; 19.58 $\mu$  y 19.74 $\mu$ , en alpacas de procedencia Parina, Texci, Pukacajaja, respectivamente ( $p>0.05$ ); respecto al sexo los machos mostraron diámetro de fibra de 19.59 $\mu$ ; y las hembras 19.61 $\mu$  ( $p>0.05$ ); en alpacas Suri el DF 20.72 $\mu$  y Huacaya 18.49 $\mu$  ( $p\leq 0.05$ ). [20] indicó que el promedio del DF esta influenciado por sexo y edad ( $p<0.05$ ), siendo la fibra en hembras 1  $\mu$  más fina que machos. En nuestro estudio, también se observa que no existen diferencias significativas en la variación del FC, por efecto sexo ( $P\geq 0.05$ ). Por lo que al no ser significativamente diferentes, el factor de confort es un carácter no técnico de la fibra, [35]. [1] en Cerro de Pasco, reportó el FC 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. En Australia, obtuvieron un factor de confort de 75.49%, por otra parte en alpacas criados en Estados Unidos en 585 animales se determinó un factor de confort de 73% en machos y 70.6% en hembras [19]. [35], al realizar estudios en alpacas criadas en Australia, obtiene un factor de picazón de 44.42% y un índice de confort de 55.58%. [22], en un estudio realizado al sur de Australia muestran un índice de confort de 75.49%. Sin embargo la comunidad no influye en la variación del factor de confort [30]. En Huancavelica con 544 muestras de vellón 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 [31]. 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 [22], [19], [34] y [31]. Según [34], los consumidores sienten picazón con textiles que contienen más del 5% de fibras mayores de 30  $\mu\text{m}$ . Nuestros resultados comparados a los obtenidos en Macusani y Huancavelica son menores, y son superiores a los animales estudiados fuera de nuestro país. También [11] indicó que el factor de confort en alpacas de Parina 97.43%, Texci 97.19% y Pukacajaja 96.88% ( $p>0.05$ ); en hembras 96.90% y machos 97.44% ( $p>0.05$ ); mientras que en Huacaya 98.76% y 95.58% en Suri ( $p\leq 0.05$ ).

Al estudiar el IC, se demostró que estos valores están relacionados inversamente al diámetro de fibra [14]. En EE.UU. Se encontró valores de 34.6 grad/mm, 33.7 grad/mm, 29.4 grad/mm en animales de uno a más años de edad, de igual manera las hembras tienen 33.4 grad/mm y machos 32.8 grad/mm [19]. En Perú También se reportó índice de curvatura en alpacas de un año 54.70 y 54.01 machos y hembras [36]. Según [29], una curvatura menor de 50 grados/mm se describe como curvatura baja; los valores encontrados en el presente estudio 41.0 y 40.0 gd/mm en hembras y machos respectivamente corresponde a fibra con baja cantidad de rizos según [54]. Estos valores de IC son inferiores a los encontrados por [36]. Sin embargo, otros reportan valores más bajos, entre 28.0 y 32.2 grados/mm [42], [19] y [23]. Por otro lado, [21] indica valores con un rango más amplio (25 a 60 grados/mm). En nuestro trabajo no se encontró efecto del sexo sobre el IC. El estudio de [36], encontró valores entre 47.66grad/mm y 54.01grad/mm en alpacas, mientras que [33], reportó una media de 38.8grad/mm. Así también, el IC está bien documentado en países como Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos principalmente, basta referir a los resultados de [42], [19] y [23], reportaron valores 28.0, 32.0, 32.5, 32.2 y 27.8grad/mm, respectivamente. Por otro lado [11] reportó que el índice de curvatura obtenido en alpacas Suri 18.14grad/mm y en Huacaya 41.47grad/mm ( $p\leq 0.05$ ). [40] reportó que la MDF incrementó significativamente ( $p<0.05$ ) según edad o su avance en el animal, tal como señalan [45], [22] y [32]. Sin embargo, las medias obtenidas en el presente estudio fueron más finas o superiores a los valores reportados por [18], [19], [38], [37], [25] y [10] según la edad. 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 [8]. Además, [7] 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, que la edad influye sobre casi todas las características físicas de la fibra de alpaca [3]. [19], [11], [31] y [6]. Asimismo, [4] considera que existen factores adicionales como, nutrición, que juega un rol importante en la formación, maduración folicular, crecimiento y diámetro de la fibra. Algunas variaciones en el diámetro de fibra por efecto de la edad fueron determinadas por [9], [45], [19] y [23]. En alpacas Huacaya de 10 meses a 6 años de edad, el diámetro aumenta de 17.4 a 27.5 $\mu$  [39]. 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 $\mu$  [22]. En animales de dos años en Puno, se encontraron valores de 14 a 30 $\mu$  [41]. En Huancavelica las variaciones de diámetro de fibra por edad es de 24.62 $\mu$  en animales de dos años, 25.57 $\mu$ , 26.74 $\mu$  en 3 y 4 años de edad [28]. [40], encontró que el promedio del diámetro de fibra (MDF) estuvo influenciado por la edad ( $p<0.01$ ) y sitio de muestreo ( $p<0.05$ ), pero sin diferencias por color y comunidad. También encontramos diferencias significativas por edad solo se aprecian entre DL con 4D y BLL. Al respecto, [23] 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, Puno refieren que el lugar de procedencia, sexo y edad 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 [11]. Sin embargo 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 [11], [27], [26]. Por otro lado, [44] encontró para vicuñas de diferentes edades, valores de 88.10 y 87.34grad/mm para machos y hembras, respectivamente; no encontrando diferencias entre sexos. [20] 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. Con resultados obtenidos, afirmamos que el FC es un carácter no técnico de la fibra y está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el usuario, [35]. [1] en Cerro de Pasco, reportó que el FC en hembras fue de 90.8% y machos de 82.03%, que son muy parecidos a los encontrados en este estudio. Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras, el confort es mayor, obviamente las existencias de fibras gruesas disminuyen el factor de confort e incremental el factor de picazón. Nuestros resultados encontrados son muy parecidos a estudios realizados con animales fuera de nuestro país, por ejemplo en animales de un año mostraron 82.7%, dos años 74.7%, y mayores de tres años 58.6% [19]. Por otro lado, [1] 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. En el distrito de Corani, Puno, en 240 alpacas Huacaya de color blanco indican que la variable FC 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 [11] estos resultados son cercanos a los que hemos reportado. [30], refiere que el FC por edad fue estadísticamente significativo, siendo menor conforme avanza la edad ( $p<0.05$ ). [20] indica que el FC tuvo diferencias significativas ( $p<0.01$ ) por efecto comunidad y color, así como por edad, sexo y sitio de muestreo ( $p<0.05$ ). Finalmente, observamos que no existe diferencias significativas en la variación del coeficiente de variabilidad de la media del diámetro de fibra de alpacas Huacaya en comunidades de la región Apurímac, por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P\geq 0.05$ ); tampoco observamos alguna variación del coeficiente de variabilidad por efecto edad ( $P\leq 0.05$ ); El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no fue afectado por el sexo de las alpacas, lo cual concuerda con lo reportado por [19] y [31]. Al respecto, se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil [19], pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado [22]. Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDF tienen menor resistencia [43], afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra [42]. Finalmente [20] manifiesta que el CV(DF) mostró diferencias significativas por efecto de la edad ( $p<0.01$ ) y por sexo.

**Conclusiones:** Existe diferencia significativa en el DF y FC en DL y BLL por efecto edad ( $P\leq 0.05$ ); no se han encontrado diferencias significativas en el DF, FC, IC y CV por efecto sexo y la interacción sexo/edad ( $P\geq 0.05$ ).

Existe correlación negativa muy alta entre el DF y FC por efecto sexo y edad en 4D; y una correlación negativa alta en las demás edades, además una correlación negativa moderada entre el DF e IC en alpacas 4D.

## 5 Biografías

Víctor Alberto Ramos De la Riva, de Profesión Médico Veterinario y Zootecnista egresado de la UNA Puno (1991), Maestro en Ciencias en Planificación y gestión del desarrollo (2012) y Doctor en Ciencias en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2018) de la Escuela de Posgrado de la UNA Puno; Título de segunda especialidad den Camélidos Sudamericanos Domésticos (2018) en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA Puno. Actualmente soy Docente Principal TC en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA desde el año 2007. Docente RENACYT nivel VII. Con 2 publicaciones en Scopus y 01 en web of science.

## 6 Referencias

- [1] 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
- [2] Aylan-Parker, J. & McGregor, B. A. (2002). Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. *Small Ruminant Research*; 44, 53-64. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00038-X)
- [3] Bustinza, V. (1979). "The camelids of South America. The Camelidae; an all Pourse Animal. Proceedings of the Khartoum Workshop on Camels". Scandinavian Institute of Africa Studies. Uppsala. Vol. I. 112 -143.
- [4] Bustinza, V. (2001). *La alpaca, conocimiento del gran potencial andino*. Universidad. Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 343 pág.
- [5] Castellaro, G., García-Huidobro, J. & Salinas, P. (1998). *Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of Chile*. *J. Range Manage.*, 51: 509-513. <https://doi.org/10.2307/4003366>
- [6] Chambilla, V. (1983). *Estructura histológica de la piel de llama (lama glama)*. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Puno: Univ. Nac. del altiplano, Puno, Perú.
- [7] Chary, A. (1998). Soft rlling skin: is it a watershed for alpaca production. *EFFN News* 4: 8-12.
- [8] Condiri, E. (2009). *Evaluación de peso vellón y diámetro de fibra en módulos de alpacas*. CONACS – Puno. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. FMVZ. UNA. Puno. Perú.
- [9] Copana, C., Rodríguez T., Antonini M., Ayala C., & Martínez Z. (2000). *Estructura y desarrollo de la población folicular de llamas en crecimiento*. In: Facultad de Agronomía, UMSA, Proyecto SUPREME. Informe final de actividades. La Paz, Bolivia.
- [10] De Los Ríos, E. (2006). *Producción textil de fibras de camélidos sudamericanos en el área alto-andina de Bolivia, Ecuador y Perú*. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO). [https://www.unido.org/file-storage/download/file\\_id=58563](https://www.unido.org/file-storage/download/file_id=58563). [Accesado el 26 de septiembre del 2007].
- [11] 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
- [12] Frank, E. & Parisi de Fabro, S. (1993). Aspectos morfológicos y variables del grupo folicular en camélidos sudamericanos domésticos. *Actas VII C. I. E. C. S. (separatas)*.
- [13] Frank, E., Hick, M., Gauna, C., Lamas, H., Renieri, C. & Antonini, M. (2006). *Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas)*. *Small Rumin. Res.*, 61: 113-129. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.003>
- [14] Franklin, W. (1982). Biology, ecology and relationship to man of the South American camelids. pp. 457-489. in M.A. Mares and H.H.
- [15] Gamarra, Y. (2008). Comparación del desarrollo de los folículos pilosos e indicadores productivos en crías de alpacas Huacaya alimentadas en el último tercio de gestación con pasturas asociadas ryegrass-trébol y pastos naturales. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- [16] INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012) *IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. (CENAGRO 2012). INEI. Lima. Perú.
- [17] Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R. & Bruford, M. (2001). *Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca*. *Proc. R. Soc. London. B*; 268: 2575-2584. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>
- [18] León-Velarde, C. & Guerrero, J. (2001). *Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies*. <http://inrm.cip.cgiar.org/home/publicat/01cpb023.pdf>. [Accesado el 18 de abril de 2010].
- [19] Lupton, C., McColl, A. & Stobart, R. (2006). *Fiber characteristics of the huacaya Alpaca*. *Small Ruminant Research*; 64: 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>
- [20] Machaca, V. (2017). *Características de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú*. *Rev. Inv. Perú*. <http://dx.doi.org/10.15381/ripep.v28i4.13889>. <https://doi.org/10.15381/ripep.v28i4.13889>
- [21] Manso, C., Ramos, H., Quispe, E. & Alfonso, L. (2012). Validación de la técnica de muestreo para la estimación de la calidad de la fibra de alpaca en condiciones productivas alto andinas. Resúmenes y Trabajos del VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos; Arica-Chile.
- [22] McGregor, B. & 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*.
- [23] 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. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.001>
- [24] Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E. & Alfonso, L. (2008). *Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau región of Huancavelica*. *Spanish Journal of Agricultural Research*. <https://doi.org/10.5424/sjar/2008061-5258>
- [25] Norma Técnica Peruana. (2004). NTP 231.301. Fibra de Alpaca Clasificada– Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado. INDECOPI. Perú.
- [26] Novoa, C. (2001). Producción de alpacas y llamas. XII Reunión Científica Anual – APPA. Fac. Med. Vet. UNMSM. Lima Perú.
- [27] Novoa, C. & Flores, A. (2007). *"Producción de Rumiantes Menores: Alpacas"*. Con el auspicio del Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores (SR-CRSP) Convenio Universidad de California, Davis - INIM. Apartado 110097, Lima- Perú.
- [28] Pacco, C., Calsin, B. & 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.
- [29] Pinazo, R. (2000). Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri en el CIP la Raya. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- [30] Paucar, J. & 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.
- [31] Quispe, E., Flores, A., Alfonso, L. & 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].
- [32] Quispe, E., Rodríguez, T., Iniguez, L. & Mueller, J. (2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*. *Animal Genetic Resources Information*; 45,1.14. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- [33] 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.
- [34] Quispe, E., Poma, A. & Purroy, A. (2013). *Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya*. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*; 7(1): 1-29. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2013.v7.n1.41413](https://doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413)
- [35] Sachero, D. (2005). *"Utilización de Medidas Objetivas para Determinar Calidad de lanas"*. En: Memorias del VII Curso: Actualización en Producción Ovinas. Bariloche, Argentina. 207-221.
- [36] Siguyro, R. & Aliaga, J. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de llama chaku (lama glama) y alpacas Huacaya (lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA, Puno. Sitio Argentino de Producción Animal.

- [37] Solís, R. (1997). Efecto edad y sexo en el peso vivo y peso vellón grasiento en alpaca Huacaya del centro de productivos en alpacas Suri y Huacaya de la cooperativa comunal Huayllay. Cerro de Pasco, Perú.
- [38] Sosa, C. (2006). Determinación de receptores para prolactina en células epiteliales de folículos pilosos primarios y secundarios de piel de alpaca (Lama pacos) mediante inmunohistoquímica. Tesis de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú
- [39] Vallejo, A., Yalta, C. Veli, E. & Cerna, D. (2012). *Diversidad y estructuración genética de alpacas de color de la región Puno Perú*. VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Arica, Chile. 115.
- [40] Vásquez, R. (2015). Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de apurímac. Rev. Inv. Vet. Perú. 26 (2): 213- 222. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11020>
- [41] Vidal, O. (1996). Selección y clasificación de fibra de alpaca. Informe técnico 4. Arequipa. Perú.
- [42] Wang, X., Wang, L. & Liu, X. (2003). *The quality and processing performance of alpaca fibres*. Series RIRDC Publication N° 03/128. Australia: Rural Industries Research and Development Corporation. 118 p.
- [43] Watts, J. (2008). *Reinventing the Alpaca*. World Alpaca Conference Proceedings, Sydney, Australia, 28-30 March 2008 pp.28-33.
- [44] Wheeler, J. (2004). "Evolution and Present Situation of the South American camelidae". Biol. J. Linn. Soc. 54:271-295. [https://doi.org/10.1016/0024-4066\(95\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0024-4066(95)90021-7)
- [45] Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R. & 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. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00127-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00127-9)