

Correlaciones entre características de la fibra de llamas y alpacas y del híbrido *Misti*

Zenón Martínez Flores ¹; Martín Aruquipa ²; Lizett Martínez Luizaga ²; Mario Vargas ²

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés;

² Proyecto DIVERGEN

E-mail de contacto: martinezenon@yahoo.es

Resumen. En muestras de fibra de una población de camélidos de 319 alpacas de la raza *huacaya*, 99 llamas del biotipo intermedio y 162 híbridos *Misti*, producto del cruzamiento de la alpaca macho por llama hembra, obtenidas de *tamas* manejadas en comunidades del municipio de Catacora, se analizó en el *Laboratorio de Lanasy* de la Estación Experimental de Choquenaira, variables de calidad: diámetro (dia, μm), medulación (med %), índice de confort (con %), y diámetro de tipos de fibra, expresado en micras (μm): diámetro de fibras no meduladas (dfnm); diámetro de fibras parcialmente meduladas (dfpm); diámetro de fibras meduladas (dfm) y diámetro de fibras fuertemente meduladas (dffm), según la presencia o ausencia de la médula, mediante el microscopio de proyección; largo de mecha en cm (lard), medido con una escala cóncava graduada en milímetros y rizos (riz) mediante el disco australiano, expresado en número/pulgada, con los objetivos de determinar las correlaciones existentes entre las variables por especie, mediante el programa SAS versión 9 (2004). Se detectaron correlaciones significativas ($p \leq 0.0001$) altas entre el diámetro y las características de calidad de fibra: con la medulación ($r = 0.442$), confort ($r = -0.789$); dfnm ($r = 0.719$); dfpm ($r = 0.608$) y dfm ($r = 0.606$) en alpacas. También en las mismas variables en el *Misti*: ($r = 0.572$); ($r = -0.822$); ($r = 0.697$); ($r = 0.673$) y ($r = 0.373$) respectivamente. Pero en las llamas solamente entre el diámetro y la medulación ($r = 0.610$); y con el índice de confort ($r = -0.804$); dfnm ($r = 0.374$) y dfpm ($r = 0.460$). De acuerdo a los resultados obtenidos, se obtuvieron asociaciones casi similares entre las variables de las especies alpaca y del híbrido *Misti*, pero diferente a la especie llama.

Palabras clave: Tama de llamas; *Misti* (híbrido de llama macho por alpacas hembra); Fibras meduladas y no meduladas

Introducción

Los Camélidos Sudamericanos producen fibras especiales (Frank 2011), muy requeridas en el mercado internacional de la industria textil. La fibra que producen las alpacas en Bolivia, proviene en su mayoría de la raza *Huacaya*, de colores enteros: blanco, negro y café claro, caracterizado por la fibra esponjosa, rizada compacta, insertada verticalmente sobre el cuerpo; en cambio la fibra de la llama

tiene alto contenido de pelo entremezclado con la fibra fina, con rizos desordenados, proveniente de la población mayoritariamente perteneciente al biotipo intermedio, en comparación a las poblaciones de los biotipos pelado y lanudo. En las *tamas*, donde el pequeño productor de camélidos maneja alpacas y llamas, abundan los híbridos. Mientras que en el Altiplano Central del país es común la presencia del *huarizo*, producto de la cruce de la llama macho con la alpaca hembra. En la parte del Sur Oeste es co-

mún el cruzamiento de la alpaca macho de mayor talla, con la llama hembra de tamaño mediano, dando como producto al híbrido *Misti* o Mestizo.

En los camélidos domésticos alpaca y llama y el híbrido *Misti*, de comunidades del municipio de Catacora, se determinaron las asociaciones existentes entre características de calidad de la fibra.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en comunidades del municipio de Catacora, geográficamente ubicado entre a una latitud Sur de 17°10'00" y una longitud Oeste de 69°28'60", a una altitud promedio de 4320 msnm.

Material biológico

Especies domésticas: llama (99 cabezas) y alpaca (319 cabezas), y el híbrido mestizo o *Misti* (162 cabezas).

Análisis de laboratorio

Se trabajó a partir de muestras de aproximadamente 30 g de fibra, obtenidas de la zona corporal del costillar medio, de 319 alpacas *huacaya*, 99 llamas intermedias y 162 híbridos *Misti* de 1ra. generación (caracterizada por la cara y hocico muy parecido a la llama, al igual que el cuerpo recto y el cuello alargado). Los 30 g de muestra se sub dividieron en 2 sub muestras:

- Sub muestra A de 10 g
- Sub muestra B se 20 g

En ambas sub muestras se analizaron en el Laboratorio de Lanasy de la Estación Experimental de Choquenaira, determinando las siguientes características:

En 10 g de la sub muestra A, se midieron, en 5 mechas, el tamaño (λ md) con una escala graduada en milímetros.

En el resto de 20 g de la sub muestra B, se determinaron, las siguientes cinco características:

RIZOS: Los rizos (riz) expresados en número/pulgada medidas con el disco Australiano (*staple escale crimp*), en 20 fibras en las especies domésticas y en 30 fibras en el híbrido.

DÍAMETRO (μ m): La fibra lavada fue secada en estufa a una temperatura de 60°C a 70°C por el lapso de 24 horas. Posteriormente, las muestras de fibra de tamaño menor a 0.8 mm, fueron cortadas con un micrótopo y se las preparó con aceite de cedro en porta objetos codificados, utilizando 250 fibras en el caso de las especies domésticas y 300 fibras en el caso del híbrido *Misti*. Las lecturas se realizaron en un microscopio de proyección (lanámetro) MP3, CODE-187^a, evaluando la variable diámetro de fibra (dia) de las dos especies y del híbrido, expresada en micras (μ m)..

MEDULACIÓN (%): Paralelamente a la lectura del diámetro en el lanámetro, fueron leídas y clasificadas, en un formulario dividido en 4 partes, según la magnitud de la presencia de la médula, en: *fibras no meduladas (FNM)*; *parcialmente meduladas (FPM)*; *meduladas (FM)* y *totalmente meduladas (FFM)*. Para visibilizar la médula en las fibras oscuras, fueron tratadas con una solución de peróxido de oxígeno al 25%, por el lapso de 2 a 4 horas. La relación entre el total de fibras meduladas, y las fuertemente meduladas con el total de fibras medidas, multiplicado por 100, expresó el porcentaje de medulación (med).

ÍNDICE DE CONFORT (ic): Expresado en porcentaje, fue determinado en base al cálculo de la cantidad de fibras con diámetros debajo de 30 micras, en relación al total de fibras medidas en el microscopio de proyección, multiplicado por 100.

DIÁMETRO DE TIPOS DE FIBRA (μm): En el momento de la observación de la médula de las fibras, con la escala de la pantalla del micro proyector, se midieron el diámetro de las fibras no meduladas (dfnm); diámetro de fibras parcialmente meduladas (dfpm); diámetro de fibras meduladas (dfm) y diámetro de fibras totalmente meduladas (dffm); los datos registrados en un formulario fueron multiplicados por el factor 2, para calcular el diámetro promedio expresado en (μm) de los 4 diferentes tipos de fibra, como el diámetro promedio general (dia).

Análisis estadístico / Correlaciones

La asociación existente entre las variables en estudio: (dia) expresados en μm, (med) en %, (ic) también en %, (lamd) en cm., (riz) en número/pulgada, (dfnm), (dfpm), (dfm) y (dffm) todos en μm. Una vez organizados en pares de datos, fueron analizados mediante el Programa SAS (versión 2004).

Resultados y discusión

ALPACAS

En el Cuadro 1 se muestra las correlaciones obtenidas en alpacas, donde se observa que el largo de mecha (lamd), no estuvo asociado con ninguna de las variables en estudio; este resultado es similar al reportado por Cordero *et al.* (2011) y Siguarayo *et al.* (2010) en alpacas *huacaya*.

El (riz) solamente se correlacionó con la variable (dia) con un valor bajo y negativo ($r=-0.223$), pero no con las demás variables, lo mismo hallaron, aunque con valores mayores.

Cordero *et al.* (2011) determinaron en alpacas *huacaya* de 1 a 7 años ($r=-0.49$); por Chaparro (2011) ($r=-0.330$), y por Cordero *et al.* (2011) ($r=-0.30$) pero con la medulación.

También Melo (2007) y Vara (2010) reportaron coeficientes de correlación negativos de $r=-0.27$ y $r=-0.43$, respectivamente, un poco mayores a los valores del presente estudio.

No obstante Holt (2006) citado por Siguarayo y Aliaga (2010), afirman que la frecuencia de rizos en la fibra no es un indicador confiable de la finura.

Asimismo, los coeficientes de correlación entre (dia) con la mayoría de los caracteres del presente estudio (med), (con), (riz); (dfnm); (dfm), (dfpm); exceptuando el largo de mecha (lard) y el diámetro de fibras fuertemente meduladas (dffm), fueron también mayores y altamente significativos ($p\leq 0.01$), efectivamente con la (med) fue de $r=0.442$, valor un poco menor a $r=0.572$, obtenido por Loza (2000), lo que significa que cuando se incrementa el diámetro de fibra, también aumentará el porcentaje de fibras meduladas, pero Cordero *et al.* (2011) encontraron una asociación más alta ($r=0.62$) en esta variable en alpacas *huacaya*.

Con el (ic), la asociación fue negativa ($r=-0.789$) valor menor a ($r=-0.974$) y mayor a ($r=-0.748$) obtenido por Cervantes *et al.* (2004) y a ($r=-0.968$) reportado por Cervantes *et al.* (2009) en alpacas, lo que significa que a menor finura, mayor (ic) del vellón.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables físicas de la fibra de **ALPACA** (probabilidad $> |r|$ sobre $H_0: \rho = 0$)

	riz	dia	med	ic	dfnm	dfpm	dfm
riz	100	-0.22318					
dia		100	0.44224	-0.78911	0.71875	0.60781	0.60648
med			100	-0.22754	0.33290	0.24805	
ic				100	-0.45457	-0.44843	-0.62665
dfnm					100	0.58972	0.43294
dfpm						100	0.58016

riz = ondulaciones por pulgada promedio; día = media general del diámetro de fibra, med = porcentaje de medulación promedio; ic = Índice de confort promedio; dfnm = diámetro promedio de fibra no meduladas; dfpm = diámetro promedio de fibras parcialmente meduladas; dfm = diámetro promedio de fibras meduladas

La medulación (med) en la fibra de alpaca estuvo negativa y medianamente correlacionada ($r=-0.455$) con el (ic) y ($r=-0.448$) con el (dfnm); pero negativamente y altamente correlacionado ($r=-0.627$) con el (dfpm); o sea a mayor porcentaje de (med), menores serán las asociaciones con el (ic), el (dfnm), y (dfpm). El (dfnm) estuvo correlacionado positiva y medianamente tanto con el (dfpm) con un coeficiente de ($r=0.590$), como con el (dfm) con un coeficiente de ($r=0.433$), significa que a mayor (dfnm), también será mayor el (dfpm). Finalmente el (dfpm) estuvo positiva y medianamente correlacionado con el (dfm) con un valor de ($r=0.580$); o sea a mayor grosor del (dfpm), también será mayor el grosor (dfm).

HÍBRIDO MISTI

El comportamiento de las asociaciones en el híbrido *Misti* (Cuadro 2), fue similar a la alpaca; con la diferencia de que los coeficientes en pocas variables fueron mayores. En el híbrido mestizo (*Misti*), tampoco se determinaron correlaciones entre el (lamd) calculado en laboratorio, con el resto de las variables en estudio.

En cambio el (riz) estuvo asociado solamente con el (dia) con un coeficiente bajo y negativo de $r=-0.355$, mayor a la correlación genética de $r=-0.250$ en alpacas, citado por Cervantes *et al.* (2004) y al coeficiente de correlación $r=-0.300$ también en alpacas, citado por Cervantes *et al.* (2009).

La variable (dia), estuvo asociada con valores positivos y medianos ($r=0.572$), ($r=0.697$), ($r=0.672$) con la (med); (dfnm) y (dfpm), respectivamente, positivamente y con bajos coeficientes ($r=0.373$) con el (dfm); y negativamente ($r=-0.822$) con el (ic), valor un poco menor a ($r=-0.974$) reportado por Cervantes *et al.* (2009) en alpacas. El coeficiente de correlación mediano y negativo ($r=-0.444$) de la (med) con el (ic) en el híbrido, resultó significativo ($p \leq 0.0001$).

En el *Misti*, se determinó coeficientes de correlación positivos y altos ($r=0.844$) entre el (dfnm) con el diámetro de fibras parcialmente meduladas (dfpm); y positivo y mediano ($r=0.521$) con el diámetro de fibras meduladas, fueron altamente significativos ($p \leq 0.0001$).

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables físicas de la fibra del *Misti* (probabilidad > |r| sobre H0: Rho = 0)

	riz	dia	med	ic	dfnm	dfpm	dfm	dffm
riz	100	-0.35088						
dia		100	0.57231	-0.82186	0.69650	0.67263	0.37303	
med			100	-0.44369				
ic				100	-0.57530	-0.60775	-0.50167	
dfnm					100	0.84423	0.52117	
dfpm						100		0.62244

riz = ondulaciones por pulgada promedio; día = media general del diámetro de fibra, med = porcentaje de medulación promedio; ic = Índice de confort promedio; dfnm = diámetro promedio de fibra no meduladas; dfpm = diámetro promedio de fibras parcialmente meduladas; dfm = diámetro promedio de fibras meduladas; dffm = diámetro de fibras fuertemente meduladas

El (ic) estuvo correlacionado con el diámetro de los 3 tipos de fibra: (r=-0.575) del (dfnm); (r=-0.608) del (dfpm); y (r=-0.502) del (dfm). Para finalizar el caso de las asociaciones del fibra del híbrido *Misti*, el (dfpm) estuvo asociado positivamente y medianamente (r=0.622) con el (dffm).

LLAMAS

En llamas las correlaciones son limitadas (Cuadro 3), así los (riz) y el (lamd), no estuvieron asociadas con ninguna de las variables. Lo mismo reporta Siguarayo *et al.* (2010), una correlación negativamente muy baja (r = - 0.01), de incidencia no significativa (p>0.05).

La literatura parece indicar la existencia de una variabilidad de correlaciones entre el (dia) y el (lmd), tanto en llamas como alpacas. Algunos de estos valores señalan la inexistencia de asociaciones -0.17, -0.22 y 0.0006 reportados en alpacas de ambos sexos por Marín (2007), pero diferentes a los resultados 0.52 y 0.48, obte-

nidos por Pinazo (2000) en alpacas (*huacaya*) machos y hembras, de un año de edad, respectivamente.

El (dia) en las llamas al igual que en las alpacas; fue la variable que más estuvo correlacionada con el resto de las variables; efectivamente, (r=0.610) con la (med); (r=-0.805) con el (ic); (r=0.378) con el (dfnm) y (r=0.460) con el (dfpm). La (med) es negativa y medianamente correlacionada con el (ic) con un (r=-0.528) y con el (dia). Como se indicó líneas arriba, el (ic) en llamas está asociado con el (dia) con un valor alto de (r=-0.805), pero menor a -0.98 hallado en llamas *ckaku* por Laime *et al.* (2014).

El (dfnm), además de que estuvo asociada con el (dpm) con un coeficiente de correlación de (r=0.603), también estuvo asociado con el (dia). El (dfpm) estuvo asociado con el (dffm) con un r de 0.540, o sea a mayor diámetro de las fibras parcialmente meduladas, mayor será el diámetro de las fibras fuertemente meduladas.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables físicas de la fibra de **LLAMA** (probabilidad $> |r|$ sobre $H_0: \text{Rho} = 0$)

	riz	día	med	ic	dfnm	dfpm	dffm
riz	100						
día		100	0.60991	-0.80483	0.37371	0.46024	
med			100	-0.52811			
ic				100		-0.37855	
dfnm					100	0.60325	
dfpm						100	0.54018

riz = ondulaciones por pulgada promedio; día = media general del diámetro de fibra, med = porcentaje de medulación promedio; ic = Índice de confort promedio; dfnm = diámetro promedio de fibra no meduladas; dfpm = diámetro promedio de fibras parcialmente meduladas; dffm = diámetro de fibras fuertemente meduladas

Conclusiones

- El tamaño de mecha después de la esquila, en los tres camélidos, no es un indicador de selección.
- Las ondulaciones o rizos por su baja asociación: con una sola variable en alpacas y el *Misti* pero con ninguna en llamas, no son buenas características de selección.
- En la alpaca, en el híbrido *Misti* y en la llama; el diámetro promedio de fibra puede ser utilizado como un parámetro de mejora de la calidad de la fibra.
- El porcentaje de medulación, también tiene limitaciones de ser un parámetro de mejora de la calidad de la fibra, en el híbrido y en la llama, pero no en la mejora de la calidad de la fibra en la alpaca.

Referencias citadas

- Cervantes I., Goyache F., Pérez-Cabal M., Nieto B., Salgado C., Burgos A., Gutiérrez J. 2004. Parámetros genéticos y tendencias genéticas asociados a caracteres productivos y de apariencia del vellón en alpacas. Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. *En línea*. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/Alpacas/84-vellon_alpaca.pdf
- Cervantes I., Pérez-Cabal M., Morante R., Burgos A., Salgado C., Nieto B., Goyache F. 2009. Genetic parameters and relationships between fibre and type traits in two breeds of Peruvian alpacas. *Small Ruminant. Res* 88: 6-11. *En línea*. Disponible en: doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.10.016
- Cordero A., Contreras J., Mayhua P., Jurado M., Castrejón M. 2011. Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas huacaya. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 22(1): 15-21.

- Chaparro Y. 2011. Relación del diámetro de fibra con el número de rizos y la proporción de pelos en el vellón de alpaca (*Vicugna pacos*) en Huaytire de la provincia de Candarave - Tacna. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman de Tacna, Perú. 9 p.
- Frank N. 2011. Producción de fibra en camélidos sudamericanos. Avances en su procesamiento y mejoramiento genético. Programa SUPPRAD - Universidad Católica de Córdoba, UNLAR, sede Chemical. Argentina. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Vol. 19, nro. 1-2: 16-19.
- Holt C. 2006. A Survey of the relationships of crimp frequency, micron, character and fibre curvature. International School of Fibres Pambula Beach NSW Australia. *En línea*. Disponible en: http://www.google.com/Top/Business/Textiles_and_Nonwovens/Fibers/Natural/Resources/Articles_and_Studies/Wool/ Consultado el 20 de agosto de 2019.
- Laipe F. 2014 Algunas características tecnológicas de la fibra de llama (*Lama glama*) raza *ch'aku* en la comunidad Iscahuaca, región Apurímac. Tesis de grado. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Abancay, Peru. 42 p.
- Loza J. 2000. Características físicas de la fibra de la alpaca huacaya de color del CIP La Raya. UNA, Perú. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 70 p.
- Marín E. 2007. Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas *tuis* para su uso en la industria textil. Tesis de Maestría en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- 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 de grado. FMVZ de la UNA - Puno.
- Pinazo R. 2000. Algunas características físicas de la fibra de alpaca huacaya y suri en el CIP la Raya UNA, Puno. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 73 p.
- Siguayro R., Aliaga L. 2010. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama *ch'aku* (*Lama glama*) y la alpaca huacaya (*Lama pacos*) del Centro Experimental Quimsachata del INIA, Puno. Universidad Nacional Agraria La Molina. 12 (6-7).
- Vara C. 2010. Diámetro de fibra, número de rizos y porcentaje de pelos de alpaca huacaya reproductores del plantel del SPAR – Macusani – Carabaya. Tesis de grado. UNA. Puno, Perú.