

## CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos*) EN LA COMUNIDAD ORIGINARIA CHACALTAYA

### Characterization of alpaca huacaya fiber (*Vicugna pacos*) in the Original community of Chacaltaya

Quispe Y.<sup>1</sup>, Ayala C.<sup>2</sup>, Fernández P.<sup>3</sup>

#### RESUMEN

La población de alpacas en Bolivia es de aproximadamente 500 000 cabezas y cuyo producto principal es la cosecha anual de la fibra, la misma que para su comercialización requiere cumplir con varios requisitos de calidad y de esa manera también obtener los mejores precios por dicho producto. Bajo este contexto en la comunidad Originaria Chacaltaya del departamento de La Paz, se realizó la caracterización del potencial productivo y la calidad de fibra de 304 alpacas huacaya, de distintos colores, sexo y edad (DL, 2D, 4D y BLL). La metodología implicó visitas de campo para la obtención de datos y entrevistas semi estructuradas a los miembros de cada unidad familiar, que mostraron la siguiente composición en sus rebaños, un 48.68 % DL, 27.30 % BLL, 14.14 % 4D y 9.97 % 2D, las cuales se manejan bajo un sistema de pastoreo extensivo en pradera nativa, donde también se determinó que la faena de esquila en un 70 % es bianual y 30% anual, con un peso promedio de vellón de 4.2 lb por alpaca para la esquila bianual y 4 lb por alpaca para la esquila anual. La frecuencia del manto colores fue de 97.37 % para colores enteros y 2.63 % para colores manchados. Los resultados del análisis de laboratorio señalan un diámetro medio de fibra de 23.38  $\mu\text{m}$ , con un coeficiente de variación del 27.44 %, un factor confort de 86.87 % y una longitud de mecha de 12.37 cm. Se estableció que la calidad de fibra en la comunidad está en el rango de 22-25.5  $\mu\text{m}$ , presenta un elevado porcentaje de variación en longitud de fibra y el factor confort es levemente bajo, recomendando realizar un programa de mejoramiento genético por diámetro de fibra.

**Palabras clave:** alpaca, colores, fibra, vellón, manto.

#### ABSTRACT

The population of alpacas in Bolivia is approximately 500,000 heads and whose main product is the annual shearing of the fiber, the same one that for its commercialization requires meeting various quality requirements and thus also obtaining the best prices for said product. Under this context the Chacaltaya Native community of the department of La Paz, the characterization of the production and fiber quality of 304 huacaya alpacas of different colors, of both sexes and age (DL, 2D, 4D and BLL) was carried out. The methodology involved field visits to obtain data and semi-structured interviews with the members of each family unit, the herds of the family units showed the following composition: 48.68 % DL, 27.30 % BLL, 14.14 % 4D and 9.97 % for 2D, which are managed under an extensive grazing system in native grasslands, where it has been established that the slaughter shearing is 70% biennial and 30% annual, with an average fleece production of 4.2 lb/alpaca for biennial shearing and 4 lb/alpaca for annual shearing. The frequency of colors was 97.37 % for solid colors and 2.63% for spotted colors. The results of the laboratory analysis indicate an average fiber diameter of 23.38  $\mu\text{m}$ , with a coefficient of variation of 27.44 %, a comfort factor of 86.87 % and a wick length of 12.37 cm. It was established that the quality of fiber in the community is in the range of 22-25.5  $\mu\text{m}$ , it presents a high percentage of variation in fiber length and the comfort factor is slightly low, recommending carrying out a program of genetic improvement by fiber diameter.

**Keywords:** alpaca, colors, fiber, fleece, mantle.

<sup>1</sup> Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

<sup>2</sup> ✉Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. [celsoayalavargas@hotmail.com](mailto:celsoayalavargas@hotmail.com)

<sup>3</sup> Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de recursos naturales y la generación de desechos continúan aumentando a medida que aumenta la población humana (Maisarah et al., 2022). La creciente urbanización del mundo, el acelerado proceso de industrialización y la modificación de

Las especies domésticas como la alpaca (*Vicugna pacus*) y llama (*Lama glama*) las cuales son fuentes de fibra, carne y subproductos (pieles y cuero) que tienen múltiples usos industriales y artesanales, que son indispensables para la subsistencia de un amplio sector de la población andina (Fernández, 2005).

De acuerdo al INE (2013), Bolivia ocupa el segundo lugar en la producción de alpacas a nivel mundial, donde se destaca la producción de fibra de alpaca por su valor económico en el mercado internacional, destaca que la población de alpacas es de 416 020 cabezas de alpacas, el departamento de La Paz ocupa el primer lugar con mayor número de cabezas (239 223), seguido por Oruro (189 215), Cochabamba (20 000) y Potosí (12 582).

Dentro de la población de alpacas existen dos variedades, la variedad huacaya cuyo vellón está compuesto por fibras finas, perpendiculares al cuerpo, de buena longitud y presencia de ondulaciones; y la variedad Suri, que se caracteriza por tener fibras más finas, agrupadas en mechales tipo espiral o rizadas que crecen paralelas al cuerpo (Brenes et al., 2001). El 92.3 % del total de la población corresponde a las alpacas de la variedad Huacaya y el 7.7 % son de variedad Suri (Chiri, 2010).

La fibra de alpaca tiene características que lo hacen muy conveniente como insumo para la industria textil. Es bastante flexible y suave al tacto, tienen poca capacidad inflamable y de afieltramiento, es poco alérgica y las prendas que se confeccionan son bastante agradables, lo cual es remarcado especialmente en abrigos; asimismo los vestidos exhiben unos excelentes pliegues, apariencia, caída y lustrosos los cuales dan la sensación de ser nuevos a pesar de que puedan tener tiempo de uso (Mayhua et al., 2014).

La producción de fibra a nivel mundial está concentrada en los pequeños productores con el 85 %, quienes presentan bajos índices de productividad; 10 % son medianos productores con

una mejor calidad de fibra por el grado de adelanto que han logrado y el 5 % en empresas campesinas que presentan mayor desarrollo en el proceso de producción obteniendo una fibra de mayor calidad y cantidad (Infoalpaca, 2013). La producción promedio de alpacas provenientes de comunidades campesinas en el Perú llega a los 5.06 lb por esquilas bianuales, mientras que en producciones tecnificadas producirían alrededor de 4.6 a 5.06 lb para esquilas anuales (Quispe et al., 2009).

Los principales factores que se toman en cuenta para la clasificación de la fibra de alpaca son: finura, color, longitud, suavidad y limpieza. En cuanto a la característica de longitud, se puede orientar para el proceso de peinado las fibras largas y para el sistema cardado las fibras cortas (Rosas, 2011).

Zarate (2012), indica que el diámetro de la fibra es el grosor, calibre o finura que determina el uso textil en la industria. Mason (2011), explica que la importancia del diámetro de fibra en la empresa textil es de 65 a 80 %, seguido de la longitud de mecha 15 a 20 %, rendimiento de lavado 5 a 10 %, fuerza tensante 5 a 10 %, teniendo en general la fibra una importancia de 60 a 70 % y la conformación del 30 a 40 %.

La Norma Técnica Peruana NTP 231.301 (2004), clasifica a la fibra según la finura de fibra, expresando que el 20 % de la producción de la fibra es de alpacas tipo Huarizos (fibra gruesa mayor a 29 micras), el 46 % por fibra alpaca Medium Fleece (fibra semi fina, entre 26.6 a 29 micras), el 22 % por fibra de Alpaca Fleece (fibra fina, entre 23.1 a 26.5 micras) y sólo el 12% está conformado por fibra Alpaca Baby (fibra extra fina, menor de 23.1 micras).

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto, su magnitud está expresada en porcentaje (Nina, 2017). Un vellón con coeficiente de variación más bajo indica una mayor uniformidad del diámetro de fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005). El coeficiente de variabilidad no debe superar el 24 %, ya que se considera el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe et al., 2009).

Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables a diferencia de prendas confeccionadas con fibras mayores a 30  $\mu\text{m}$  causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra sobresalen desde la superficie de los hilos, son relativamente gruesas, sin embargo, si estos hilos fueran más flexibles existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel (Sacchero, 2008).

Según Bustinza (2001), la longitud de mecha es el factor muy importante para la industria textil y son consistentes cuando la mecha es medida en el laboratorio o en el cuerpo del animal.

Bajo el contexto señalado es necesario realizar una evaluación de la producción y calidad de fibra de alpaca huacaya (*vicugna pacos*) en la comunidad originaria chacaltaya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en la comunidad Originaria Chacaltaya perteneciente al Macrodistricho Hampaturi del municipio de La Paz. La comunidad está ubicada en la Cordillera de los Andes al oeste de Bolivia, con una altura de 5 421 m s.n.m. dentro las coordenadas 16°21'12" S y 68°07'53" O Se trabajó con seis unidades familiares productoras de alpacas.

### Metodología

Se tomó la identificación de las muestras según la Norma Técnica Peruana NTP 231.301 (2004), de 304 alpacas, extrayendo muestras de fibra de la región del costillar medio, que es la zona más representativa del manto del animal (MacGregor et al., 2012), cada muestra extraída tuvo un peso de alrededor de cinco gramos, donde se identificaron a cada una de las alpacas por color, sexo y categorizadas según la edad, del animal según cronología dentaria de la siguiente manera: DL= crías hasta el destete 8 meses, 2D= ancutas de 1-2 años de edad, 4D= 2-4 años de edad, BLL= boca llena mayores a 4 años de edad.

El procesamiento de las muestras de fibra se realizó en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF-Oruro), donde se determinó la longitud de mecha por medio de la medición de la muestra con una regla graduada.

Todas las muestras fueron sometidas al lavado para la remoción de impurezas (paja, grasa, polvo y otro), para luego determinar el diámetro medio de fibra (DMF), el coeficiente de variación del diámetro medio de fibra (CVDMF) y factor de confort (FC), parámetros textiles que fueron obtenidos a través del OFDA-2000.

Los datos obtenidos del análisis laboratorial para la calidad de la fibra (diámetro medio de fibra, coeficiente de variación para el diámetro medio de fibra, factor confort y longitud de mecha) fueron tabulados en una hoja Excel y el procesamiento correspondiente de los datos fue realizado a través del método de medias ajustadas LSMEAS utilizando el modelo lineal aditivo, en el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS versión 2000); para lo cual se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo bi-factorial, con un número de observaciones desbalanceadas por los efectos sexo y edad. De acuerdo a los resultados obtenidos la comparación de medias, se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de las unidades familiares productoras de alpacas (composición de los rebaños)

La composición de los rebaños en las UFPAs muestra que el 68.75 % corresponden a las alpacas hembras y un 31.25 % para alpacas machos. En cuanto a la distribución por edad se encontró un 48.68 % de alpacas DL, 9.87 % de alpacas 2D, 14.14 % de alpacas 4D y 27.30 % de alpacas BLL, tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de los rebaños por sexo y edad.

	Sexo		Edad			
	Hembras	Machos	DL	2D	4D	BLL
Número	209	95				
Porcentaje	68.75	31.25				
Hembra	77	26	42	64		
Macho	71	4	1	19		
Número por edad	148	30	43	83		
Porcentaje	48.68	9.87	14.14	27.30		

Total de la población: 304 alpacas

DL = crías hasta el destete 8 meses; 2D = ancutas de 1-2 años de edad; 4D = 2-4 años de edad; BLL = boca llena mayores a 4 años de edad.

### Peso de vellón

La faena de esquila se realizó en forma manual, con tijeras y/o cuchillos, la cual se efectúa y concentra en los meses comprendidos entre septiembre a noviembre, meses en los cuales tratan de esquila a la mayor cantidad de alpacas, en la actividad de la esquila no considerar la categoría, ni el sexo de las alpacas, en cada UFPA se pudo determinar que la esquila del 30 % de animales corresponden a las alpacas que se esquilan en forma anual y el 70 % es

de forma bianual. Se puede indicar también que la esquila de algunos animales se la realiza en cualquier periodo del año, esto debido a que las familias tratan de subsanar cualquier emergencia económica a través de la venta del vellón esquilado.

Los resultados obtenidos en una esquila anual, se detallan en la Tabla 2, los cuales están categorizados por sexo y edad, quienes muestran un promedio de peso estimado para peso de vellón de 4 lb por alpaca.

Tabla 2. Peso de vellón por esquila anual.

Sexo	Edad							
	DL		2D		4D		BLL	
	Nº de alpacas	Peso prom. de vellón (lb)	Nº de alpacas	Prom Peso de vellón (lb)	Nº de alpacas	Prom-Peso de vellón (lb)	Nº de alpacas	Prom. Peso de vellón (lb)
Hembra	16	3.2	15	4.5	18	4.0	17	3.6
Macho	13	3.5	2	4.2	1	4.8	4	4.2
Peso promedio de vellón/edad (lb)	3.35		4.35		4.4		3.9	
Peso promedio de vellón x sexo (lb)	Hembras: 3.8				Machos: 4.18			
Peso de vellón promedio general por esq. anual (lb por alpaca)	4							

DL = crías hasta el destete 8 meses; 2D = ancutas de 1-2 años de edad; 4D = 2-4 años de edad; BLL = boca llena mayores a 4 años de edad.

Mientras que los datos para una esquila bianual registraron un promedio de peso de vellón de 4.2 lb

por alpaca, así como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Peso de vellón por esquila bianual.

Sexo	Nº de alpacas	Peso promedio de vellón a la 1ra esquila (lb)	Nº de alpacas	Peso promedio de vellón a la 2da esquila (lb)	Peso x sexo
Hembra	18	4.0	22	3.9	3.95
Macho	20	4.4	14	4.8	4.6
Peso promedio general x esq. bianual (lb/alpaca)				4.2	

### Frecuencia de colores en el manto de alpacas

La frecuencia de colores de los mantos de las alpacas se describe en la Tabla 4, encontrado un mayor porcentaje de alpacas con mantos de color entero el cual alcanza a 97.37 %, distribuidas de la siguiente manera: blanco (B) con 67.11 %, café claro (CC) con

1.64 %, café oscuro marrón (COM) con 2.30 %, café oscuro negro (CON) con 0.33 %, gris plata claro 3 (GP3) con 0.33 %, beige (LFX) con 10.53 %, vicuña (LFY) con 10.20%, vicuña intenso (LFZ) con 3.94 % y negro (N) con 0.99 %. En referencia a las alpacas con manto de varios colores o manchados se presentó menor porcentaje (2.63 %).

Tabla 4. Frecuencia de los mantos de color en alpacas.

Colores	Nomenclatura	N° de alpacas	Porcentaje
Manto de colores enteros			
Blanco	B	204	67.11
Café claro	CC	5	1.64
Café oscuro marrón	COM	7	2.30
Café oscuro negro	CON	1	0.33
Gris plata claro	GP	1	0.33
Beige	LFX	32	10.53
Vicuña	LFY	31	10.20
Vicuña intenso	LFZ	12	3.94
Negro	N	3	0.99
Sub total alpacas de color		92	30.26
Total colores enteros		296	97.37
Colores manchados			
Blanco con café	BC	8	2.63
Total		304	100

### Diámetro medio de fibra (DMF)

El análisis de varianza para el promedio del diámetro de fibra, el cual muestra que existe diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para el factor edad, mientras para el factor sexo y la interacción sexo por edad nos indica que no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). El promedio general del diámetro de fibra de la población de alpacas huacaya es  $23.38 \mu\text{m}$ , con una desviación estándar de  $3.16$ , un coeficiente de variación del  $13.53 \%$  y un rango en el que fluctúa el diámetro entre  $16.10 \mu\text{m}$  como mínimo a  $35.30 \mu\text{m}$  como máximo. En relación al diámetro de fibra según la edad, la Tabla 5 detalla diferencias

altamente significativas ( $P < 0.01$ ), donde se observa menor diámetro de fibra en las alpacas DL con  $22.70 \pm 2.55 \mu\text{m}$ , seguido por alpacas 4D con  $24.33 \pm 2.96 \mu\text{m}$ , alpacas BLL con  $24.43 \pm 3.82 \mu\text{m}$  y por último las alpacas de 2D con  $25.11 \pm 3.97 \mu\text{m}$ .

El rango en el que fluctúa la calidad de fibra es de ( $22.0$  a  $25.5 \mu\text{m}$ ), la cual se encuentra dentro del grupo de calidades superiores para la industria textil, según la clasificación de calidades de fibra de alpaca.

La Tabla 5, muestra el promedio y la desviación estándar del diámetro de fibra según los factores sexo (hembra y macho) y edad.

Tabla 5. Diámetro de fibra promedio ( $\mu\text{m}$ ) según sexo y edad.

Sexo	Edad			
	DL	2D	4D	BLL
	X $\pm$ DS	X $\pm$ DS	X $\pm$ DS	X $\pm$ DS
Hembra	$22.55 \pm 2.73$	$25.16 \pm 4.16$	$24.74 \pm 3.00$	$24.56 \pm 3.90$
Macho	$21.70 \pm 2.31$	$24.72 \pm 2.94$	$25.01$	$24.02 \pm 3.59$
Promedio edad	$22.70 \pm 2.55$	$25.11 \pm 3.97$	$24.33 \pm 2.96$	$24.43 \pm 3.82$
Promedio sexo	Hembras: $23.85 \pm 3.54$		Machos: $22.33 \pm 2.82$	

DL = crías hasta el destete 8 meses; 2D = ancutas de 1-2 años de edad; 4D = 2-4 años de edad; BLL = boca llena mayores a 4 años de edad.

En la Tabla 5, muestra que el factor sexo hembras y machos no presenta diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), obteniendo un diámetro de fibra de  $23.85 \pm 3.54 \mu\text{m}$  para alpacas hembras y para alpacas machos de  $22.33 \pm 2.82 \mu\text{m}$ , valor que es ligeramente inferior al de las hembras.

### Coefficiente de variación para el diámetro de fibra (CVDMF)

El análisis de varianza para CVDMF indica que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para los

factores sexo, edad e interacción sexo por edad. El promedio del coeficiente de variación del diámetro medio de fibra de alpaca huacaya es de  $27.44 \%$ , con una desviación estándar de  $3.89$ , un coeficiente de variación del  $14.16 \%$  y un rango de  $19.30 \%$  como mínimo a  $45.80 \%$  como máximo.

### Factor confort (FC)

El análisis de varianza, el factor confort muestra que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para el factor sexo y altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para el

factor edad, mientras para la interacción sexo por edad nos indica que no presenta diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). El promedio general del factor confort es de 86.87 %, con una desviación estándar de 10.54, un coeficiente de variación de 12.13 % y un

rango de 35.40 % como mínimo a 99.00 % como máximo. En la Tabla 6, se puede apreciar el promedio y la desviación estándar del factor confort de la fibra de alpaca huacaya según los factores sexo (hembra y macho) y edad.

Tabla 6. Factor confort de la fibra según sexo y edad.

Sexo	Edad			
	DL	2D	4D	BLL
	X ± DS	X ± DS	X ± DS	X ± DS
Hembra	90.30 ± 7.16	80.46 ± 14.52	83.97 ± 10.61	82.93 ± 15.04
Macho	91.70 ± 5.47	83.30 ± 9.31	87.10	84.11 ± 11.76
Promedio edad	90.97 ± 6.42	80.84 ± 13.85	84.04 ± 10.49	83.19 ± 14.30
Promedio sexo	Hembras: 85.55 ± 12.21 Machos: 89.78 ± 7.92			

DL = crías hasta el destete 8 meses; 2D = ancutas de 1-2 años de edad; 4D = 2-4 años de edad; BLL = boca llena mayores a 4 años de edad.

El factor sexo presenta diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), donde se puede evidenciar que las alpacas machos tienen un porcentaje mayor de FC ( $89.78 \pm 7.92$  %) y las alpacas hembras que presentan un porcentaje menor a la de los machos ( $85.55 \pm 12.21$  %). En referencia al factor edad, se puede indicar que existe diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para el factor edad, donde las alpacas DL presentan un mayor FC ( $90.97 \pm 6.42$  %), seguido de alpacas 2D ( $80.84 \pm 13.85$  %), alpacas 4D ( $84.04 \pm 10.49$  %) y por último alpacas BLL ( $83.19 \pm 14.30$  %), tal como se puede apreciar en la Figura 3.

### Longitud de mecha (LM)

El análisis de varianza para longitud de mecha indica que existe diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para el factor edad, mientras para el factor sexo y la interacción sexo por edad no muestran diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

El promedio general de la longitud de mecha es de 12.37 cm, con una desviación estándar de 3.20, un coeficiente de variación 25.85 % y un rango de 4.70 cm como mínimo a 27.20 cm como máximo. En la Tabla 7, muestra que el promedio y la desviación estándar, sobre la longitud de mecha de la fibra de alpaca huacaya según el factor sexo (hembras y machos) y edad.

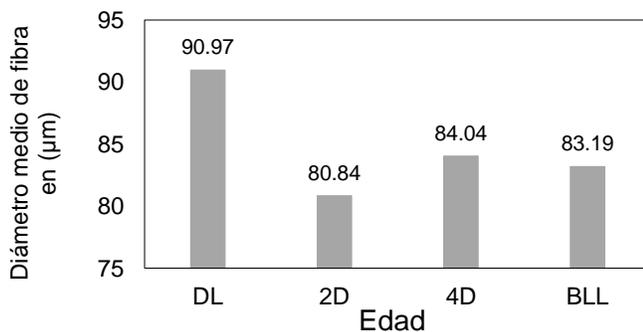


Figura 3. Factor confort según el factor edad.

Tabla 7. Longitud de mecha (cm) según factores edad y sexo.

Sexo	Edad			
	DL	2D	4D	BLL
	X ± DS	X ± DS	X ± DS	X ± DS
Hembra	12.04 ± 2.03	12.98 ± 3.96	11.91 ± 3.53	12.97 ± 4.23
Macho	12.00 ± 2.51	14.22 ± 3.63	19.00	12.53 ± 3.35
Promedio edad	12.02 ± 2.27	13.15 ± 3.88	12.07 ± 3.66	12.86 ± 4.03
Promedio sexo	Hembras: 12.42 ± 3.39 Machos: 12.28 ± 2.83			

DL = crías hasta el destete 8 meses; 2D = ancutas de 1-2 años de edad; 4D = 2-4 años de edad; BLL = boca llena mayores a 4 años de edad.

El análisis de variancia según el factor sexo muestra no existe diferencias significativas ( $P>0.05$ ), donde la longitud de mecha para hembras es de  $12.42\pm 3.39$  cm y para machos de  $12.28\pm 2.83$ , así como lo describe la Tabla 8. De acuerdo al análisis de varianza sobre el factor edad muestra diferencias significativas ( $P<0.05$ ), donde de dientes de leche presentan  $12.02\pm 2.27$  cm, alpacas de 2D con  $13.15\pm 3.88$  cm, alpacas de 4D con  $12.07\pm 3.66$  cm y por último alpacas BLL con boca una longitud de mecha de  $12.86\pm 4.03$  cm.

### Producción de fibra

Los valores encontrados para peso de vellón de 4 lb en esquilas anuales y 4.2 lb en esquilas bianuales, son mayores a los presentados en las comunidades alpaqueras de la provincia Pacajes donde se registra un peso del vellón de 1.5 kg (3.3 lb) llegando hasta el límite de 1.8 kg (3.96 lb) en alpacas esquiladas cada dos años (Laura 2003). En relación a los factores sexo y edad donde se tiene 3.8 lb para hembras y 4.18 lb para machos, en cuanto a la edad se tiene 3.35 lb para alpacas de DL, 4.35 lb para alpacas de 2D, 4.4 lb para alpacas de 4D y 3.9 lb para alpacas de BLL. Según Bustinza (2001), la producción de fibra es influenciada por los factores tales como la raza, sexo y especialmente la edad de los animales. En efecto a la primera esquila el vellón de la alpaca es de 1.34 kg (aproximadamente 10 meses de edad) y aumenta aceleradamente a medida que transcurre la edad del animal, registrándose: 1.79 kg (3.94 lb), 2.19 kg (4.83 lb) y 1.89 kg (4.17 lb), a los 2, 3 y 4 años de edad respectiva (aumenta anual 0.55 kg por año o 1.21 lb por año).

### Color

La frecuencia de colores del manto de las alpacas muestra que existe un 97.37 % de colores enteros y un 2.63 % de colores manchados contrastados con el estudio de Nina (2017), muestra que se tiene un 96.05 % en colores enteros y 3.73 % en color doble, demostrando que los resultados encontrados son superiores a los de Nina.

### Diámetro medio de fibra

El valor encontrado en diámetro medio de fibra es superior a los trabajos de: Quispe (2014), Bernabé (2015) y Canaza (2009) los cuales reportan un diámetro de  $21.1\pm 2.5$   $\mu\text{m}$ ,  $21.19\pm 3.32$   $\mu\text{m}$  y  $21.87\pm 5.12$  respectivamente. Sin embargo, el DMF es

ligeramente superior al valor Aruquipa (2015), quien obtuvo  $22.84\pm 2.27$   $\mu\text{m}$ , en la región de Catacora del departamento de La Paz.

### Coefficiente de variación del diámetro de fibra

Lupton et al. (2006), afirma que el coeficiente de variación tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas por la industria textil. Pues conjuntamente con el diámetro de fibra determinan la finura al hilado que está asociado al rendimiento del hilado (McGregor, 2006). McLennan y Lever (2005), indican que un vellón con coeficiente de variación del diámetro de la fibra más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón. Los resultados encontrados del CVDMF de  $27.44\pm 3.89$  % en el estudio muestran que no hay uniformidad en el diámetro de fibra por lo cual indica que la fibra no sería deseable para la industria textil. Sanchez (2017), atribuye el valor elevado del coeficiente de variación del diámetro medio de fibra a la influencia de la consanguinidad en los rebaños.

### Factor confort

Este resultado tiene similitud al estudio realizado por Pariona (2014), el cual reporta un promedio general de  $82.14\pm 12.84$  % en alpacas de distintas edades, colores y de ambos sexos pertenecientes a la cooperativa comunal de San Pedro de Racco – Pasco Perú. Machaca et al. (2017), encuentra un factor confort de  $87.12\pm 1.02$  % respectivamente en alpacas del distrito de Cotaruse. Por lo tanto, el resultado obtenido es menor a comparación de otras investigaciones, esto se debe a que existe mayor porcentaje de fibras gruesas dentro del mismo vellón. McLennan y Lewer (2005), indican que, si más del 5 % de fibras son mayores a 30  $\mu\text{m}$ , entonces muchos consumidores encontrarán la prenda no confortable para su uso por la picazón que sienten en la piel. Por lo tanto, el FC encontrado (86.87 %) no estaría dentro de los parámetros requeridos por la industria textil.

### Largo de mecha

Zárate (2012), al igual que el diámetro, la longitud de mecha es una característica muy importante que determinan las propiedades manufactureras del material textil, siendo recomendable de 8 a 10 cm de crecimiento para la esquila. Por su parte Mamani (2011), indica que las longitudes de mecha con un promedio de 10 cm son ideales para el proceso de peinado, así mismo mechales menores a 7 cm de

longitud deben ser destinado al proceso de cardado. Por otro lado, Alfaro (2006), indica que la longitud de mecha es un factor muy importante para la industria textil, ya que se clasifican por si son aptas para el proceso de peinado o cardado. Los valores elevados de la LM encontrados en el estudio se deben al manejo de los productores los cuales en su mayoría esquilan cada dos años y una minoría cada año, lo que genera una pérdida económica para los productores.

## CONCLUSIONES

La comunidad Originaria Chacaltaya presenta las siguientes características en sus rebaños un 68.75 % de alpacas hembras y 31.25 % de alpacas machos, distribuidos de acuerdo a la edad en un 48.68 % de alpacas DL, 9.87 % de alpacas 2D, 14.14 % de alpacas 4D y 27.30 % de alpacas BLL. La práctica de la esquila manual se realiza en un 70 % de forma bianual y un 30 % anual, estimando un peso promedio de vellón general de 4.2 lb por alpaca en esquila bianual y 4 lb por alpaca en esquila anual.

De acuerdo al factor sexo, el peso promedio de vellón por esquila bianual es de 3.95 lb en hembras y 4.6 lb en machos y en esquilas anuales de 3.8 lb para hembras y 4.18 libras para machos. De acuerdo con las categorías de edad se obtuvo un peso de vellón estimado para esquila anual de 3.45, 4.35, 4.4 y 3.9 lb para alpacas de DL, 2D, 4D y BLL respectivamente.

Para el manto de las alpacas por color, la mayor frecuencia es para alpacas de color entero con un 97.37 % y en menor frecuencia los colores manchados con 2.63 %. Entre los colores enteros de mayor frecuencia son el color blanco (67.11 %), seguido del Beige (LFX) 10.53 % y vicuña (LFY) 10.20 % y en menor frecuencia se encuentran el café oscuro marrón (COM) y café oscuro negro (CON).

El diámetro promedio de fibra es de  $23.38 \pm 3.16 \mu\text{m}$  con un rango de  $16.10 \mu\text{m}$  a  $36.30 \mu\text{m}$ . las fibras que se encuentran entre los rangos de 22 a  $25.5 \mu\text{m}$  corresponden a una calidad súper fina para la industria textil. El diámetro de fibra entre hembras y machos no presenta diferencias estadísticas, mientras el factor edad en alpacas de dientes de leche (DL), dos dientes permanentes (2D), cuatro dientes permanentes (4D) y boca llena (BLL) presenta diferencias estadísticas altamente significativas.

El porcentaje del coeficiente de variación del diámetro de fibra es de un 27.44 %, este valor indica que existe una elevada variación, lo que no acepta la industria textil, ya que sus parámetros están en  $\leq 24$  %. En cuanto a los factores sexo, edad e interacción sexo por edad no se presentaron diferencias estadísticas.

El factor confort muestra un valor de 86.87 %, este porcentaje es bajo lo que nos indicaría que estas fibras producirían picazón en contacto con la piel, una vez elaborada las prendas de vestir, además que la industria textil requiere un factor confort mayor al 95 %. De acuerdo al sexo presenta diferencias significativas y con relación a la edad de las alpacas presenta diferencias estadísticas altamente significativas en el FC.

La longitud de mecha promedio encontrada es 12.37 cm con un rango de 4.70 cm como mínimo a 27.20 cm como máximo, los valores elevados nos expresan que se realiza una esquila bianual. La LM en relación a la edad se presenta diferencias estadísticas significativas, pero en el factor sexo no encontraría diferencias estadísticas, por lo cual se afirma que la variable no estaría influenciada por el sexo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, S. 2006. Producción de alpacas alternativa rentable para las familias alto andinas de la zona centro de Ayacucho. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas, E.A.P. de Economía. 62 p.
- Aruquipa, M. 2015. Evaluación de la calidad de fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del Municipio de Catacora departamento de La Paz. La Paz, Bolivia: Univerdidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. 32-78 p
- Bernabé, PE. 2015. Comparación de las características textiles de las fibras de llama ch'akhu (*Lama glama*) y la alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos - LACHOCC. Trujillo, Perú: Tesis Lic. Universidad Nacional de Trujillo. 51-54 p.
- Brenes, ER; Madrigal, K; Perez, F; Valladares, K. 2001. El Claustre de los Camélidos en Perú: diagnostico competitivo y recomendaciones estratégicas. Perú: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas. 37 p.
- Bustinzá, AV. 2001. La alpaca conocimiento del gran potencial andino. Puno, Perú: Universidad Nacional Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 20-40 p.

- Canaza, AW. 2009. Evaluación de las características de fibra de alpaca (*Lama pacos*) mediante el uso de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS). Valdivia, Chile: Tesis Maestría. Universidad Austral de Chile. 124 p.
- Chiri, R. 2010. Catálogo de Camélidos. Oruro, Bolivia: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras INIAF.
- Fernández, S. 2005. Situación actual de los camelidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo de la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 35 p.
- Infoalpacas. 2013. Perfil de mercado y competitividad exportadora de prendas de alpaca.
- INE. 2013, Encuesta agropecuaria 2013, Instituto Nacional de Estadística. La Paz, Bolivia.
- Laura, JL. 2003. Caracterización de los sistemas de producción en comunidades alpaqueras de la provincia Pacajes. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. 118 p.
- Lupton, C; McColl, A; Stobart, R. 2006. Fiber characteristics of the huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research* 64-67: 211-224.
- Machaca, V; Bustinza, AV; Corredor, FA; Paucara, V; Quispe, EE; Machaca, R. 2017. Características de la fibra de alpaca Huacaya de Cotaruse, Apurímac, Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú* 28(4): 843-851.
- Mamani, RH. 2011. Situación actual y las perspectivas de los camélidos sudamericanos del distrito de Torata región de Moquegua. Perú. 106 p.
- Mason, MC. 2011. Determinación de la calidad de fibra de alpacas en Huancavelica (Perú) Validación de los métodos de muestreo y valoración. Huancavelica, Perú: Universidad Pública de Navarro, Escuela Técnico Superior de Ingenieros Agrónomos. 26-30 p.
- Mayhua, PH; Paitan, M; Ordoñez, Benito, AG; Quispe, UM; Zaravia, W. 2014. Efecto de la calidad de la fibra de alpaca Huacaya sobre el rendimiento de Tops e Hilos en la región de Huancavelica. (U. N.P. Investigación, Ed.) Huancavelica, Perú. 9 p.
- McGregor, B. 2012. Production, attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. *Small Ruminant Research* 61: 93-111.
- McLennan, N; Lewer, R. 2005. Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD).
- Nina, M. 2017. Caracterización del color de fibra en alpacas (*Vicugna pacos*) Huacaya de la comunidad de lagunillas, distrito de Santa Lucía-Lampa. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 42-72 p.
- Norma Técnica Peruana NTP 231.301. 2004. Fibra de alpaca clasificada - definiciones, clasificación por grupo de calidades, requisitos y rotulado (2 ed.). Lima, Perú: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI.
- Pariona, JE. 2014. Correlación fenotípica entre características productivas y textiles en vellones categorizados en alpacas huacayas (*Vicugna pacos*) en la cooperativa comunal San Pedro de Racco - Pasco 2013. Huancayo, Perú: Tesis Lic. Universidad Nacional del Centro del Perú, 46 p.
- Quispe, EC; Alfonso, L; Flores, A; Guillén, H; Ramos, Y. 2009. Bases para un programa de mejoramiento de alpacas en la región altoandina de Huancavelica-Perú. 58(224), *Archivos de Zootecnia*. 705-716 p.
- Quispe, JL. 2014. Caracterización de fibra de alpaca Huacaya conservadas en condición in situ en la región de Sajama Oruro-Bolivia. Bolivia: Memoria de VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. 373-377 p.
- Rosas, Al. 2011. Estudio de las principales características de la fibra de alpaca grasienta y de las condiciones de su proceso de lavado. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Química y Textil Escuela Profesional de Ingeniería Textil. 148 p.
- Sacchero, D. 2008. Biotecnología en camélidos sudamericanos. Huancayo, Perú: Grafica Industrial IERL.
- Sanchez, J. 2017. Efecto de la edad, sexo y sitio de pastoreo sobre la calidad de fibra de alpacas (*Vicugna pacos* L.) en el municipio de Catacora - La Paz. La Paz, Bolivia: Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Unidad Académica Campesina Tihuanacu, Carrera de Ingeniería Zootécnica. 38-57 p.
- Zárate, A. 2012. Guía Técnica Asistencia Técnica Dirigida en: Caracterización y clasificación de la fibra de alpaca. Perú: Agrobanco Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacitación UNALM. 5 p.

Artículo recibido en: 10 de junio del 2023

Aceptado en: 07 de agosto del 2023