



## Evaluación de las características físicas de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la mancomunidad de municipios Aymaras sin Fronteras para su procesamiento en la industria textil

### Evaluation of the physical characteristics of the llama fiber (*Lama glama*) to the first esquila in the community of Aymarian municipalities without borders for its processing in the textile industry

Gaby Fabiola Poma Copa

#### RESUMEN:

La crianza de llamas representa la principal fuente de ingresos para la seguridad alimentaria de la Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin fronteras. Con el objetivo de evaluar las características físicas de la fibra en llamas jóvenes a la primera esquila en los municipios de Belén de Andamarca y Curahuara de Carangas pertenecientes a la Mancomunidad se recolectaron 526 muestras de fibra de la región costillar media de los tres tipos de llamas (Q'ara, Intermedia y T'amphulli), de ambos sexos, entre 1 y 2 años de edad. En el laboratorio de fibras del INIAF- Oruro se determinó la longitud de fibra, número de rizos, diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor confort y medulación, además de estimó la producción de fibra determinando sus colores. Los resultados obtenidos fueron: 8.83 cm de longitud de fibra, 7.9 número de rizos por pulgada, 23.5  $\mu$  de diámetro de fibra, 44.5% de coeficiente de variación del diámetro de fibra y 86.8% de factor confort en fibra bruta. Después del descordado manual se obtuvieron los siguientes promedios: 21.05  $\mu$  de diámetro de fibra, 27.6% de coeficiente de variación del diámetro de fibra y 93.4% de factor confort, cuales pasaron de calidad primera a calidad fina. En cuanto al porcentaje de medulación se obtuvo: 52.2% de fibras no meduladas, 22.6% fibras parcialmente meduladas, 22.4% de fibras meduladas y 2.72% de fibras totalmente meduladas. El volumen de producción de fibra estimada en las llamas a su primera esquila es de 662.8 kg con 22 tonalidades de colores naturales.

#### PALABRAS CLAVE:

Camélidos, llama, fibra, calidad, textil.

#### ABSTRACT:

The breeding of llamas represents the main source of income for the alimentary security of Municipios's Merging Aymara Boundary-Free. For the sake of evaluating the physical characteristics of the fiber in young llamas to the first esquila at the municipalities of Bethlehem of Andamarca and Curahuara of Carangas belonging to the Merging gathered him 526 fiber samples of the region ribcage average of the three guys of llamas (Q'ara, Intermedia and T'amphulli), of both sexes, between 1 and 2 elderly years. At the fibers laboratory of the INIAF Oruro determined him the length of fiber, number of curls, diameter of fiber, coefficient of variation of the diameter of fiber, factor comfort and medullation, besides of he estimated the production of fiber determining his colors. The obtained results were: 8.83 cm of length of fiber, 7.9 number of curls for inch, 23.5 of diameter of fiber, 44.5% of coefficient of variation of the diameter of fiber and 86.8% of factor comfort in raw fiber. They obtained the following averages after the manual descordado: 21.05 of diameter of fiber, 27.6% of coefficient of variation of the diameter of fiber and 93.4% of factor comfort, as they exceeded first quality to courteous quality. It was obtained as to the percentage of medullation: 52.2% of fibers non medullated fibers, 22.6% partially medullated fibers, 22.4% of medullated fibers and 2.72% of totally medullated fibers. The volume of production of fiber estimated in the llamas to its first esquila belongs to 662.8 kg with 22 tonalities painted in natural colors.

#### KEY WORDS:

Camelids, llama, fiber, quality, textile.

#### AUTOR:

**Gaby Fabiola Poma Copa:** Programa de Medicina Veterinaria y Zootécnica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. [gabypoma.9o10@gmail.com](mailto:gabypoma.9o10@gmail.com)

**Recibido:** 1/11/2018. **Aprobado:** 30/11/2018.



## INTRODUCCIÓN

En Bolivia la población de llamas estimada es de 2.737.092 (INE, 2017), con una distribución porcentual de 95%, donde las mayores poblaciones se

concentran en los departamentos de Oruro, Potosí y La Paz. Además, según los tipos de llamas tenemos: 51.7% del tipo intermedio, 36.4% de Q'ara y 11.9% del T'amphulli. (INE, 2015)

Las fibras naturales de origen animal son de gran importancia para la subsistencia y la seguridad alimentaria de millones pequeños productores llamereros (De Los Ríos, 2006), valorada por su finura, versatilidad, elasticidad, resistencia y diversidad de colores naturales. Martínez (1986), Quispe (2002) y Frank *et al.*, (2009) entre sus propiedades principales de encuentran: higroscopicidad, aislante térmico, antialérgicas, estable, durabilidad y brillo natural.

Tron (2013) afirma que las llamas poseen dos capas de fibra; una capa externa la cual presenta fibras muy gruesas y largas mientras que la capa interna presenta fibras cortas de extrema fineza y suavidad, esta fracción se puede ganar a través del proceso de descordado.

Stemmer *et al.*, (2005) asumen que los compradores y productores de fibra coinciden en que existe una demanda de fibra de llama pero por razones de los bajos índices de extracción, fluctuación de la calidad y cantidad no se aprovecha este potencial.

Un problema adicional, se origina a la hora de darse la esquila de los animales, donde los acopiadores pagan precios irrisorios por el kilo de fibra (Vedia, 2007).

Mueller (2010) asumen que la utilización textil de la fibra de llama a través del descordado manual o mecánico, o mediante mejoramiento genético, selección y manejo de llamas, tiene un gran potencial para la fabricación de prendas de vestir y telas de alta calidad, constituyendo alternativas para mejorar los ingresos económicos de los pobladores altoandinos que cuentan con este recurso zoogenético.

La nueva planta textil “YACANA”, tiene la capacidad de procesamiento de 1000 toneladas de fibra por año, produciendo tops (fibra lavada, cardada y peinada), hilos (de varios títulos) y telas (paños y tipos de cachemire), con esta planta se busca producir y exportar hilos. Siendo la nueva esperanza para más de 15 mil familias dedicadas a esta actividad (MDPyEP, 2018).

Así mismo, el sector de confecciones a partir de la fibra de camélidos se beneficiará con la oferta de hilos y tela que YACANA pondrá a disposición del mercado interno. La empresa consciente de la potencialidad de producción de fibra de llama y alpaca a nivel nacional, tiene como uno de sus principales objetivos posicionar el mercado nacional e internacional la fibra de estos camélidos, realizando un trabajo conjunto con otras entidades y proyectos (MDPyEP, 2018).

El presente estudio permite conocer las características físicas de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin Fronteras para su procesamiento en la industria textil con los siguientes objetivos:

- Determinar a la primera esquila la longitud de fibra y el número de rizos de acuerdo a su crecimiento.
- Evaluar el diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra y el factor confort en llamas en su primera esquila antes y después del descordado.
- Evaluar el porcentaje de medulación de las fibras con el proceso del descordado.
- Cuantificar los volúmenes de producción e identificar los colores de la fibra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en las comunidades de Ankapa, San Antonio, Thunapa, Pichacani, Marka Chavi, Flor de Huaywasi y Pairumani del municipio de Belén de Andamarca, y Choquemarka, Sullka Uta Manasaya y Jila Uta Choquemarka del municipio de Curahuara de Caranga. Ambos municipios pertenecen a la Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin Fronteras la cual se ubica a 160 km al sudoeste de la ciudad de La Paz y a 120 km al noreste de la ciudad de Oruro, con una altura entre los 3.600 y 6.452 m.s.n.m. Geográficamente se encuentra entre los paralelos: 17°25' y 19°00' de Latitud Sud y

Evaluación de las características físicas de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la mancomunidad de municipios Aymaras sin Fronteras para su procesamiento en la industria textil.

Meridianos: 69°33' y 67°20' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Con temperaturas inferiores a 6°C y las mínimas extremas pasan los -15°C en los meses de mayo a junio principalmente. La precipitación es de 150 a 700 mm anuales concentrándose de diciembre a febrero (MMASF, 2012).

El trabajo de campo se realizó entre meses de octubre a diciembre del 2017, al amanecer y al atardecer, es decir de 5:00 a 8:30 y 17:00 a 19:30 horas, teniendo en cuenta de que los animales deben de pastar todo el día para cubrir con sus requerimientos nutricionales.

Las muestras obtenidas fueron trasladadas al laboratorio de fibras del INIAF – Oruro, la caracterización física de la fibra de llama fue realizada en 526 animales, de los tres tipos, de ambos sexos y con edades de 1 y 2 años. De cada animal se extrajo una muestra de fibra de 30 g de la región costillar media derecha. La longitud de fibra fue determinada mediante la cinta métrica, para el número de rizos por pulgada se empleó el Disco Australiano, para el diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra y factor confort se utilizó el OFDA 2000 (Optical Fiber Diameter Analyser) y para el porcentaje de medulación se empleó el Microproyector, según recomendaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM). Para estimar la producción y determinar los colores de la fibra se recurrió a la referencia bibliográfica y la comparación con la cartilla de colores de la industria textil.

El análisis en laboratorio se realizó en los meses de enero y febrero del presente año 2018. Previo al análisis del diámetro de fibra, el coeficiente de variación del diámetro de fibra y el factor confort con el OFDA 2000 a temperatura ambiente de 20°C y a una humedad relativa de 65%, se realizó el lavado de las muestras con agua tibia (40°C) y detergente de pH neutro, posteriormente se lo reposo en alcohol al 96%.

El OFDA 2000 es un aparato portátil mejorado basado en tecnología de análisis óptico y consta de un procesador con Windows 98, donde hace correr su Software. El equipo está basado y diseñado específicamente para el análisis de fibra de animales utilizando pequeñas cantidades de las muestras de fibra que le permite determinar con precisión la medición de varias características como; diámetro de la fibra, desviación estándar, coeficiente de variación, factor de confort, entre otros y su manejo es absolutamente portátil, ya que pesa 17 kg, lo que permite su fácil traslado por medio de una valija de vidrio de 50 cm de ancho, 48 cm de profundidad y 27 cm de altura. (Elvira, 2005)

El descordado se realizó manualmente mediante el método tacto – visual, de acuerdo al procedimiento descrito por Frank *et al.*, (2012). Después de ser analizadas por el OFDA 2000 las mismas muestras fueron inmediatamente descordadas cuidadosamente para ser nuevamente analizadas, esto con el objetivo de conocer en cuanto mejora la calidad de las fibras. Previo al análisis por el OFDA 2000, mediante el registro en las planillas se seleccionó a 5 muestras de fibra de color blanco de acuerdo al municipio, tipo, sexo y edad, haciéndose un total de 120 fibras blancas para determinar el porcentaje de medulación mediante el Microproyector con el objetivo de aumento 500X, recomendado por la ASTM (1982).

El procedimiento de los datos fue realizado mediante el método de mínimos cuadrados utilizando el GLM (modelo lineal general) del programa estadístico SAS versión 2000, en cual se trabajó con datos desbalanceados y la comparación de las medias se realizó utilizando la prueba de comparaciones múltiple de Duncan con un nivel de significancia de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Longitud de fibra

El promedio general para la longitud de fibra fue 8.83 cm, con una desviación de 1.46%, una

variación de 16.58% y un rango de 4 a 16 cm. El ANVA nos indica que fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ) para el tipo y la edad de los animales, y

significativo ( $P < 0.05$ ) para la interacción tipo por edad. Los resultados de los factores en estudio se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Mínimos cuadrados de la longitud de fibra

Factores de estudio		N° de llamas	Longitud (cm)
<b>Municipio</b>	Belén de Andamarca	358	8.69b±2.20
	Curahuara de Carangas	168	9.13a±2.36
<b>Tipo</b>	Q´ara	185	7.21c±1.66
	Intermedio	216	8.61b±1.32
	T´amphulli	125	11.62a±1.64
<b>Sexo</b>	Hembra	249	8.93a±2.32
	Macho	277	8.74b±2.21
<b>Edad</b>	1 año	243	8.42b±1.98
	2 años	283	9.19a±2.42

Los tipos de llamas según Ayala (1992), tienen 14.84 y 12.04 cm de longitud de fibra, en llamas T´amphullis y Q´aras, valores similares fueron reportados por Stemmer *et al.*, (2005) en llamas T´amphullis y Q´aras con 15.5 y 12.3 cm respectivamente, que son superiores.

Martínez (1985) indica que la longitud promedio alcanza en un año de crecimiento a 7.35 cm, lo que llegaría a justificar la esquila anual en llamas T´amphullis y Q´aras, y que lo recomendable es la esquila bianual.

#### Número de rizos por pulgada

El promedio para los rizos fue de 7.9 número de rizos por pulgada, con una desviación estándar de 1.62%, un coeficiente de variación de 20.44% y un rango que va desde 3.6 hasta los 12.3 rizos por pulgada. El cual fue significativo ( $P < 0.05$ ) por el efecto del municipio. Los resultados de los factores de estudio se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Mínimos cuadrados para el número de rizos por pulgada.

Factores de estudio		N° de llamas	Número de rizos/pulgada
<b>Municipio</b>	Belén de Andamarca	358	7.78b±1.59
	Curahuara de Carangas	168	8.24a±1.67
<b>Tipo</b>	Q´ara	185	8.02a±1.51
	Intermedio	216	7.90b±1.51
	T´amphulli	125	7.83cb±1.97
<b>Sexo</b>	Hembra	249	7.97a±1.65
	Macho	277	7.88b±1.62
<b>Edad</b>	1 año	243	7.96a±1.64
	2 años	283	7.89b±1.64



Curahuara de Carangas presentó mayor cantidad de rizos con 8.24 y Belén de Andamarca presento 7.78 rizos, esto posiblemente se deba a la calidad y cantidad de forraje disponible en las comunidades de cada municipio, el clima también llega a influir.

La diferencia de número de rizos de ambos municipios es superior a los obtenidos por Martínez (2017), quien reportó 5.01 rizos por pulgada en llamas, 6.91 rizos en el híbrido Misti, la cual fue similar al de las alpacas (6.87 rizos) en la Provincia Gral. J.M, Pando.

Cabe mencionar que para determinar el número de rizos por pulgada se evaluó a las fibras finas que si presentan rizos y no así en las fibras gruesas que posiblemente sean descartadas al momento del descordado. Laimé *et al.*, (2016) reportó hasta 4.16 y 4.36 número de rizos por pulgada en llamas machos y hembras de la región de Apurímac.

Laimé *et al.*, (2016) encontró 1.64 y 1.72 rizos por pulgada en llamas de 1 y 2 años de edad. Sacchero y Sáenz (2017), reportaron 2.37 rizos por pulgada en llamas a su primera esquila en Río Negro – Argentina. Las llamas de menor edad mantienen el rizo natural de su fibra, pero a medida que pasa el tiempo este se va alineando, es decir los rizos van desapareciendo debido a los factores externos.

### Diámetro de fibra

Para el efecto, se compararon las fibras antes y después de ser descordadas con el fin de conocer si existe significancia de estas en los factores en estudio. Con el ANVA las fibras sin descordar fueron altamente significativo ( $P < 0.01$ ) para el tipo y edad de los animales, y significativo ( $P < 0.05$ ) para el municipio y sexo, en cambio con el descordado existe una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para los cuatro factores en estudio y significativo para las interacciones municipio por sexo y tipo por sexo.

Tabla 3. Mínimos cuadrados para el diámetro de fibra antes y después del descordado.

Factores en estudio		N° de llamas	Sin descordar	Descordado
<b>Municipio</b>	Belén de Andamarca	358	23.33ab±2.29	20.93b±1.69
	Curahuara de Carangas	168	23.75a±2.02	21.31a±1.70
	Q'ara	185	24.72a±2.33	22.20a±1.62
<b>Tipo</b>	Intermedio	216	23.18b±1.69	20.77b±1.28
	T'ampullli	125	22.09c±1.81	19.84c±1.39
<b>Sexo</b>	Hembra	249	23.04ab±2.42	20.57b±1.62
	Macho	277	23.85a±1.93	21.45a±1.66
<b>Edad</b>	1 año	243	22.68b±1.92	20.16b±1.38
	2 años	283	24.14a±2.22	21.82a±1.57

El diámetro promedio fue de 23.46  $\mu$ , con el descordado esta cifra se redujo a 21.05  $\mu$ , clasificada por IBNORCA como calidad fina, la desviación estándar bajó de 1.80 a 1.11%, con un coeficiente de variación de 7.68 la cual cambio a 5.28%, el valor mínimo bajó de 17.90 a 16.60  $\mu$ , finalmente el valor máximo fue de 43.10 y bajó a 26.40  $\mu$ . Podemos decir que el diámetro de la fibra bajó 2.4  $\mu$ , en cuanto a la desviación 0.69%, la variación 2.40% y del valor

mínimo disminuyó en 1.3  $\mu$  y valor máximo bajó a 16.7  $\mu$ .

El diámetro de la fibra mejoró de una calidad primera a la calidad fina según el IBNORCA y superando en finura a las fibras de las alpacas de la región de Catacora que presentaron un  $22.84 \pm 2.27 \mu$  de diámetro reportadas por Aruquipa (2015), lo mismo con Contreras (2009) que obtuvo un diámetro

promedio de  $22.70 \pm 0.20 \mu$  en la región de Huancavelica de la República de Perú.

Quispe (2002) obtuvo promedios de fibra descerdada de  $20.3 \pm 0.2 \mu$ , inferior a las fibras sin descerdar ( $22.2 \pm 0.2 \mu$ ), resultados que son inferiores a los obtenidos. Por otro lado, Cochi (1999) en llamas de la comunidad de Phujrata encontró  $27.9 \mu$  para fibras descerdadas y  $29.6 \mu$  para fibras sin descerdar, los cuales son superiores a lo encontrado.

Ayala (1992) y Sierra (1985) en estudios realizados obtuvieron promedios superiores de  $22.70$  y  $22.79 \mu$  respectivamente, en comparación a los encontrados en el presente estudio. Bernabé (2015) encontró fibras con promedios de  $20.53$  y  $24.38 \mu$  en llamas de 1 y 2 años de edad. Mientras que Martínez *et al.*, (2017), reportó promedios de  $22.24 \mu$  en llamas del municipio de Catacora. En la tabla 3 se muestran los resultados para los factores de estudio.

**Coefficiente de variación del diámetro de fibra**

El coeficiente de variación del diámetro de fibra para las fibras sin descerdar fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ) para la edad y significativo para las interacciones de municipio por tipo y municipio por edad, sin embargo con el descerdado

solo el municipio resulta ser altamente significativo y significativo en la edad de los animales.

El coeficiente de variación del diámetro de fibra sin descerdar presentó promedios altos de  $45.50\%$  pero con el descerdado disminuyó a  $27.64\%$ , la desviación estándar bajó de  $6.79$  a  $3.27\%$ , el coeficiente de variación de  $15.25$  a  $11.82\%$  y los valores mínimos y máximos bajaron de  $28.20$  a  $18.50\%$  y de  $66.00$  a  $40.90\%$  respectivamente.

Quispe (2014), encontró un coeficiente de variación del diámetro de fibra  $22.1\%$  en alpacas en condición *in situ*, existiendo menor variabilidad a lo encontrado en el presente estudio. Estas cifras altas nos indican que las fibras de las llamas a su primera esquila presentan una amplia variación en la uniformidad del diámetro de fibras. Si existiese mayor uniformidad el CVDF llegaría a ser menor el porcentaje del mismo, como en el caso de las alpacas.

Según Manso (2011) el CVDF es una medida de amplitud relativa estandarizada en función al diámetro de la fibra, los coeficientes más bajos indican mayor uniformidad y se encuentran relacionados al rendimiento del hilado, propiedad que se conoce como finura al hilado. En el cuadro 4 se muestran los resultados de los factores de estudio

Tabla 4. Mínimos cuadrados del coeficiente de variación del diámetro de fibra antes y después del descerdado.

Factores en estudio		N°	Sin descerdar	Descerdado
<b>Municipio</b>	Belén de Andamarca	358	44.35ab±6.82	28.28a±3.50
	Curahuara de Carangas	168	44.82a±7.45	26.26b±2.91
	Q´ara	185	43.91c±7.12	27.58b±3.34
<b>Tipo</b>	Intermedio	216	45.18a±6.81	27.27c±2.16
	T´amphulli	125	44.22b±7.21	28.36a±4.00
<b>Sexo</b>	Hembra	249	45.00a±6.70	27.36b±3.37
	Macho	277	44.06b±7.04	27.88a±3.52
<b>Edad</b>	1 año	243	46.01a±7.17	27.10b±3.56
	2 años	283	43.21b±6.65	28.10a±3.29



## Factor Confort

El factor Confort para las fibras sin descerdadas resulta ser altamente significativo ( $P<0.01$ ) para el tipo y edad, y significativo ( $P<0.05$ ) para el sexo de los animales y la interacción tipo por edad, con el descerdado el factor confort es altamente significativo ( $P<0.01$ ) para el tipo, sexo y la edad, y significativo la interacción tipo por edad.

El porcentaje de Confort mejoró con del descerdado ya que inicialmente se obtuvo un promedio de 86.83% y con el descerdado esta cifra ascendió a 93.49%, su desviación estándar mejoró de 4.78 a 2.68%, lo mismo para el coeficiente de variación que se redujo de 5.51 a 2.86% y los valores mínimos y máximos incrementaron de 37.20 a 76.40% y de 95.90 a 99.30%.

Sacchero y Sáenz (2017) en llamas de Rio Negro encontraron un promedio de 22.9  $\mu$  en llamas

a su primera esquila, lo cual es inferior al obtenido en este estudio.

Los resultados son superiores con el descerdado a lo obtenido por Saavedra *et al.*, (2014) con 90%. Fernández *et al.*, (2005) reportó hasta un 92.47% en fibras finas siendo inferior a lo obtenido en el presente estudio.

Pilco (2014) encontró una proporción de fibra fina para muestras de la región de Quetena que oscila entre 88 - 93%, incrementándose entre 91 - 95% con el descerdado, resultados que son similares a lo obtenido en este estudio.

Quispe (2014) reportó que las alpacas de la región de Sajama presentan 95.9% de factor Confort, las cuales son superiores a los que encontramos para las llamas de la Mancomunidad. En el cuadro siguiente se muestran los resultados para los factores de estudio.

Tabla 5. Mínimos cuadrados del factor confort antes y después del descerdado.

	<b>Factores en estudio</b>	<b>N° de</b>	<b>Sin descerdar</b>	<b>Descerdado</b>
Municipio	Belén de Andamarca	358	86.72b $\pm$ 5.33	93.45b $\pm$ 3.44
	Curahuara de Carangas	168	87.07a $\pm$ 4.86	93.57a $\pm$ 3.61
Tipo	Q´ara	185	84.88c $\pm$ 6.32	91.52c $\pm$ 4.09
	Intermedio	216	87,74b $\pm$ 3.93	94.31b $\pm$ 2.61
	T´amphulli	125	88.15a $\pm$ 4.34	95.00a $\pm$ 2.43
Sexo	Hembra	249	87.59a $\pm$ 5.57	94.42a $\pm$ 2.94
	Macho	277	86.15b $\pm$ 4.71	92.66b $\pm$ 3.74
Edad	1 año	243	88.33b $\pm$ 4.13	95.21a $\pm$ 2.46
	2 años	283	85.55a $\pm$ 5.64	92.01b $\pm$ 3.58

## Porcentaje de medulación

Las fibras no meduladas tienen un efecto altamente significativo ( $P<0.01$ ) para el tipo de animal y significativo ( $P<0.05$ ) para el municipio, edad e interacción municipio por tipo. Las fibras parcialmente meduladas tienen un efecto altamente significativo para el municipio y el tipo de animal, y

significativo para el sexo y la interacción municipio por tipo.

En cambio, las fibras meduladas tuvieron un efecto altamente significativo solo para el tipo de animal y significativo para el municipio, edad e interacción municipio por tipo. Finalmente, las fibras totalmente meduladas tuvieron un efecto altamente

significativo para el municipio, y significativo para el tipo y la interacción tipo por edad.

De un total de 120 muestras analizadas el 52.22% no presentan médula, con 8.04% de desviación, con una variación de 16.13% y con una distribución de 8.07% a 88.67%. Las fibras parcialmente meduladas tienen un promedio de 22.64%, con una desviación de 15.47%, una variación de 18.56% y una distribución de 1.20 a 57.76%. Las fibras meduladas presentan un promedio de 22.42%, con un desvío de 13.33%, una variación de 28.14% y con rangos que van desde los 1.23 hasta 67.70%. Finalmente, las fibras totalmente meduladas presentan 2.72%, con un desvío de 2.77%, una variación de 7.18% y una distribución de 0.00 a 17.34% de medulación, el bajo porcentaje de fibras totalmente meduladas se debe que al proceso del descordado las mismas fueron eliminadas.

Martínez *et al.*, (1997), describieron las fracciones de las fibras sin médula en un (20.2%), con médula fragmentada o parcial (36.7%), médula continua (39.4%) y totalmente medulada o Kemps

(3.7%). Fernández (2005) indica que encontró un 33.34% de fibras meduladas, lo cual supera las cifras encontradas en este estudio.

Quispe (2002) reportó un promedio porcentual de fibras meduladas de 15.3%, Iñiguez (1996) también encontró 19.6% de medulación, datos que son superiores a lo encontrado en este trabajo. También indica que las fibras descordadas tuvieron 12.0% y las sin descordar fue de 17.3%.

Carpio (1979) citado Cochi (1999), reportó un 22.76% de médula continua, 31.01% de medulas interrumpidas y 46.23% sin médula en las fibras descordadas en lotes de llamas de las zonas altas de Arequipa, los cuales son inferiores a los encontrados. Asimismo, Cochi (1999) reportó un 62.15% de fibras meduladas en llamas de la Estación Experimental de Patacamaya.

En la tabla 6, se muestran los resultados de los factores de estudio de acuerdo a los tipos de médula que presentan las fibras.

Tabla 6. Mínimos cuadrados para el porcentaje de medulación.

Factores en estudio		N° de llamas	NM $\bar{x} \pm SD$	PM $\bar{x} \pm SD$	M $\bar{x} \pm SD$	TM $\bar{x} \pm SD$
Municipio	Belén de Andamarca	60	56.03a±21.28	16.27b±8.16	26.55a±17.10	1.15b±1.36
	Curahuara de Carangas	60	48.41b±20.07	29.01a±10.94	18.30b±12.73	4.28a±4.07
Tipo	Q´ara	40	36.33c±20.48	27.72a±13.93	31.88a±16.86	4.06a±4.67
	Intermedio	40	53.99b±15.18	23.12b±9.44	20.44b±13.47	2.45b±2.47
	T´amphulli	40	66.38a±15.45	16.84c±8.36	15.11c±11.54	1.67c±2.32
Sexo	Hembra	60	54.46a±21.10	21.17b±12.37	21.92b±15.62	2.44ab±2.91
	Macho	60	50.19b±20.27	23.97a±10.67	22.87a±15.65	2.96a±3.81
Edad	1 año	60	57.39±20.71	21.22±10.98	19.51±14.18	2.88±3.78
	2 años	60	47.61±20.41	24.21±12.04	25.64±16.51	2.54±2.96

NM = no medulada, PM = parcialmente medulada, M = medulada, TM = totalmente medulada, SD= desviación estándar,  $\bar{x}$  = promedio

**Cuantificación de la producción y de terminación del color de la fibra en llamas muestreadas**

La producción de fibra estimada en la Mancomunidad en llamas a la primera esquila es en promedio de 662.8 kg, con los siguientes colores de

fibra: blanco 267.8 kg, blanco pintado gris 1.3 kg, blanco pintado cafe 29.9 kg, blanco pintado negro 27.3 kg, cafe medio 29.9 kg, cafe oscuro 36.4 kg, cafe claro 36.4 kg, gris medio 19.5 kg, gris oscuro 9.1 kg, gris indefinido 6.5 kg, gris pintado cafe 5.2 kg, gris claro 3.9 kg, rosio 3.9 kg, rosio medio 37.7 kg, rosio

Evaluación de las características físicas de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la mancomunidad de municipios Aymaras sin Fronteras para su procesamiento en la industria textil.

claro 22 .2 kg, rosio oscuro 1.3 kg, rosio indefinido 2.6 kg, LFZ 27.3 kg, LFY 6.5 kg, LFG 9.1 kg, negro punta cafe 19.5 kg y negro 80.6 kg, estos colores fueron determinados mediante la cartilla de colores que utilizan las industrias textiles en Bolivia

De acuerdo a los colores naturales de fibra, estas son 22 tonalidades diferentes pero no todas las llamas presentan colores enteros, existe la presencia de colores manchados las que no permiten obtener una cosecha de fibra de color uniforme.

Los productores de llamas de la Mancomunidad presentan la alternativa de realizar la esquila en sus llamas jóvenes y crías, ya que estas producen fibras con alto porcentaje de confort por la finura en el diámetro, además el largo de fibra que es demandada por la industria textil.

## CONCLUSIONES

La fibra en llamas a su primera esquila de los municipios de Belén de Andamarca y Curahuara de Carangas es apta para la industria textil, obteniéndose un promedio de 8.38 cm de longitud de fibra.

El número de rizos por pulgada en llamas a su primera esquila de los municipios de la Mancomunidad es apto para la industria textil, obteniéndose 7.92 número de rizos por pulgada y el cual será resistente a la torsión del hilado.

El descordado mejora la calidad de fibra con relación al diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra y el factor confort, donde los valores iniciales fueron de: 23.46  $\mu$ , 44.50% y 86.83%, y al proceso del descordado manual mejoran a: 21.05  $\mu$ , 27.64% y 93.49% respectivamente.

El porcentaje de medulación a la primera esquila son los siguientes: 52.22% de fibras no meduladas, 22.63% de fibras parcialmente meduladas, 22.42% de fibras meduladas y 2.72% de fibras totalmente meduladas, las cuales tendrán aceptación en la industria textil.

El volumen aproximado de la producción de fibra en llamas en su primera esquila pertenecientes a los municipios de Belén de Andamarca y Curahuara de Carangas de la Mancomunidad es de 662.8 kg y se obtuvo 22 tonalidades de colores.

Las llamas en su primera esquila presentan una amplia variabilidad en el diámetro de fibra y el descordado manual influye significativamente en la calidad de las fibras, adaptando a la materia prima a estándares de calidad en el mercado.

De acuerdo a los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, ya que las fibras de llamas jóvenes a su primera esquila presentan características deseables que la industria textil requiere.

## AGRADECIMIENTOS

A las Autoridades de la Facultad de Agronomía y la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés, que hicieron posible mi mayor deseo en la vida, la creación del “Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia”, que por el momento es un Programa, pero espero ansiosamente pronto pase a ser una Carrera hecha y derecha, además que fue mi más cálido hogar de aprendizaje y enseñanza.

A todos los docentes del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por brindarme las bases y el conocimiento de esta admirable profesión que es bastante amplia al tratarse de varias especies animales de nuestro entorno, pero con los conocimientos adquiridos sé que lograre realizar un correcto diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades de los animales domésticos que coadyuvará a fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria mediante la promoción del bien estar animal y la salud pública.

A los Coordinadores del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial a la Ing. M.Sc. Patricia Ada Fernández Osinaga, que por sus esfuerzos y dedicación fueron fortaleciendo y

logrando mayores oportunidades de avance para los estudiantes y futuros profesionales Médicos Veterinarios y Zootecnistas.

A la Representación del IICA Bolivia (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), por haberme dado la oportunidad de realizar mi pasantía en tan prestigiosa institución y ser el intermediario para la realización de la presente investigación en la Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin Fronteras.

Agradecer infinitamente a todas las familias de la Mancomunidad que hicieron posible este trabajo, en especial a las familias de: Don Celedonio Zalles, Don Apolonio Orellana, Doña Sonia Villca, Doña Sebastiana Nina, Don Ramón Quispe, Doña Cecilia Quispe y la Ing. Juana Fanny Huarachi, quienes me abrieron las puertas de sus hogares afablemente y por hacerme sentir parte de su familia, por su valioso tiempo y colaboración en la obtención de las muestras de fibra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aruquipa, M. (2015). Evaluación de la calidad de fibra de la alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora, departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 138 p.
- ASTM (American Society for Testing of Materials). (1982). Standard test method for diameter of wool and other animal fibers by micro projection (D 2130-78). Textiles, fibers and zippers. Philadelphia, U.S.A. 497 y 507 p.
- Ayala, C. (1992). “Crecimiento en peso vivo y fibra en llamas de la Estación Experimental de Patacamaya Bolivia”. Tesis Lic. Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 90 p.
- Bernabé, P. (2015). Comparación de las características textiles de las fibras de llama Ch'aku (*Lama glama*) y la alpaca Huacaya (*Vicugna Pacos*) del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – LACHOHH. Tesis Ing. Zoo. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 58 p.
- Cochi, N. (1999). Determinación del rendimiento y calidad de la fibra descordada de llamas (*Lama glama*). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 117 p.
- Contreras, A. (2009). Estructura cuticular y características físicas e la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la región de Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú. 90 p.
- De los Ríos, E. (2006). Producción textil de fibra de camélidos sudamericanos en el área Alto - andina de Bolivia, Ecuador, y Perú Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDOS). Consultado 20 jun. 2018. Disponible en PDF; [https://www.unidos.org/file-storage/download/?file\\_id=58563](https://www.unidos.org/file-storage/download/?file_id=58563).
- Elvira, M. (2005). Presentación del instrumento de medición de finura OFDA 2000. Memorias del VII Curso de Actualización Ovina. INTA Bariloche - Argentina. 145 – 158 p.
- Fernández, M. (2005). Rendimiento de fibra en una población de llamas en Ayopaya y su relación con parámetros de calidad. Tesis. Cochabamba, Bolivia, UMSS. 108 p.
- Frank, E; Hick, M; Prieto, A. y Castillo, M. (2009). Metodología de identificación cualitativa y cuantitativa de fibra textiles naturales. Red SUPRAID – Universidad Católica de Córdoba. s.p.
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). (2016). Dirección Nacional de Normalización. Catálogo de normas bolivianas 2016. Comité 9.2: Fibras e hilos. BN 968:1998. 287 p.
- IICA (Instituto Interamericano para la Cooperación a la Agricultura). (2016). Redacción de

- referencias bibliográficas: Normas técnicas para ciencias agroalimentarias. San José, Costa Rica. 5<sup>ta</sup> ed. 80 p. Consultado 15 jun. 2017. Disponible en <http://www.iica.int>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2015). Censo Agropecuario 2013, Resultados Finales. La Paz, Bolivia: Área de Estadísticas Económicas. 143 p. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en: [www.ine.gob.bo](http://www.ine.gob.bo)
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2017). Encuesta Agropecuaria 2015; Llamas de Bolivia. La Paz, Bolivia. 716 p.
- Iñiguez, L; Alem, R; Waver, A; Muller, J. (1996). Características de la fibra de una población excepcional de llamas en el Sur de Bolivia. La Paz - Bolivia. s.p.
- Laimé, F; Pinares, H; Paucara, O; Machaca, V; Quispe, E. (2016). Características tecnológicas de la fibra de llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de descender. Consultado 5 feb. 2018. Disponibles en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11643>
- Manso, C. (2011). Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica – Perú. Tesis Ing. Agr. Universidad Pública de Navarra, Huancavelica, Perú. 70 p.
- Martínez, C. (1985). El sector ganadero en el Perú; aspectos económicos y productivos. Programa nacional de investigación en ganadería. Lima, Perú. s.p.
- Martínez, Z; Iñiguez, L, Rodríguez, T. (1997). Influence of effects on quality traits and relationships between of the llama fleece. Small Rumin. Res. 24. 203 – 212 p.
- Martínez, L. (2015). Evaluación de las características físicas de la fibra del híbrido “Misti” producto del cruzamiento de la alpaca (*Vicugna pacos*) macho y la llama (*Lama glama*) hembra en el municipio de Catacora departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 135 p.
- Martínez, Z. (2017). Estudio de la calidad de fibra de los animales domésticos llama (*Lama glama*), alpaca (*Vicugna pacos*) y del híbrido Misti. Tesis Maestría. Ing. Agrónomo. La Paz, Bolivia. UMSA. 111 p.
- MDPyEP (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural). (2018). Simposio de la tecnificación textil de la cadena de valor del sector camélido y su aplicación en escenarios de Iberoamérica III. Empresa Estatal YACANA. La Paz, Bolivia. 30 p.
- MMASF (Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin Fronteras). (2012). Plan Estratégico de Desarrollo Territorial con Enfoque de Reducción de Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático (2012 - 2017). Oruro, Bolivia. HELVETAS Swiss Intercooperation. 24 p.
- Mueller, J; Rigalt, F; Cancino, A; Lamas, H. (2010). Calidad de las fibras de camélidos sudamericanos en Argentina. En: International Symposium on Fiber South American Camelids. Huancavelica, Perú. s.p.
- Pilco, S. (2004). Efecto del descordado manual sobre la calidad de fibra de llama. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 80 p.
- Quispe, J. (2002). Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. Tesis Ing. Agro. La Paz, Bolivia. UMSA. 90 p.
- Quispe, J. (2014). Caracterización de la alpaca Huacaya conservadas en condición *in situ* en la región de Sajama, Oruro – Bolivia. En memoria del Congreso Nacional de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad. INIAF y MDRyT. La Paz, Bolivia 205 – 209 p.
- Saavedra, V; Gutiérrez, L. (2014). Caracterización física y tonalidades de color de la fibra en

- tipos de llama de las (*Lama glama*) conservaciones *in situ* del BANCAMEL. Memoria. XX Reunión Nacional de Asociación Boliviana de Producción Animal. La Paz, Bolivia. 271 – 274 p.
- Sacchero, D y Sáenz, A. (2017). Producción de fibra en llamas de la provincia de Rio Negro. EEA INTA Bariloche. Argentina. Comunicación técnica. PA 680. 8 p.
- Sierra, J. (1985). Producción de fibras en alpacas. Ediciones RIPALME. Lima – Perú. sp.
- Stemmer, A; Valle, A; Nuemberg, N; Delgado, J; Wurzinger, M; Soelkner, J. (2005). La llama de Ayopaya: Descripción de un recurso genético autóctono. Arch Zootec. 54: 253 – 259 p.
- Tron, J. (2013). Descripción, propiedades y características de la lana. FESC – UNAM. s.p.
- Vedia, J. (2007). Estudio de la fibra de llama (vellón) según ecotipos en la provincia Sajama del departamento de Oruro. Tesis. Tarija, Bolivia. UJNS. 86 p.