

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE LLAMAS (*Lama glama*) A LA PRIMERA ESQUILA EN LA MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS AYMARAS SIN FRONTERAS

Physical characteristics of the fiber of llama (*Lama glama*) at the first shearing in the association of aymara municipalities

Poma G.¹, Ayala C.²

RESUMEN

Los productores de la MMASF de Bolivia, tienen aún serias dificultades en el aprovechamiento de la fibra llama, por el desconocimiento de sus características físicas de la fibra, limitando las alternativas productivas. La fibra en llamas jóvenes a la primera esquila, muestra las características físicas para su aprovechamiento en la industria textil. Se colectaron 526 muestras de fibra en los tres tipos de llamas existentes en la región (Q'ara, Intermedia y T'amphulli), diferenciado por sexo y edad, entre uno y dos años. El análisis se realizó en el laboratorio del INIAF-Oruro, en las cuales se determinó la longitud de fibra, número de rizos, diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, factor confort y medulación, utilizando el OFDA 2000, también se determinó las tonalidades clasificadas en diversos colores. Los resultados para fibra sin descender en promedio fueron: 8.83 cm de longitud de fibra, 7.90 número de rizos/pulgada, 23.46 μ de diámetro, 44.50 % de coeficiente de variación del diámetro de fibra y 86.83 % de factor confort en fibra bruta. El análisis de fibra descerdada manualmente, se obtuvieron los siguientes promedios: 21.05 μ de diámetro de fibra, 27.64% de coeficiente de variación del diámetro de fibra y 93.49 % de factor confort, lo cual permitió mejorar la categoría de la fibra, de calidad primera para fibra sin descender a calidad fina con fibra descerdada. En cuanto a la medulación de las fibras, se obtuvo: 52.22 % de fibras no meduladas, 22.64 % fibras parcialmente meduladas, 22.42 % de fibras meduladas y 2.72 % de fibras totalmente meduladas. El volumen de producción de fibra estimada en las llamas a su primera esquila fue de 662.8 kg y la clasificación con 22 tonalidades de colores naturales.

Palabras clave: camélidos, llama, fibra, calidad, textil.

ABSTRACT

The producers of the MMASF Association of Aymara Municipalities Without Borders of Bolivia, still have serious difficulties in the use of the llama fiber, this due to the lack of knowledge of its physical characteristics of the fiber, which limits the productive alternatives. The fiber in young flames at the first shearing, shows the physical characteristics for its use in the textile industry. Were collected 526 fiber samples in the three types of llamas existing in the region (Q'ara, Intermedia and T'amphulli), differentiated by sex and age, between one and two years. The analysis was carried out in the INIAF-Oruro fiber laboratory, in which the fiber length, number of curls, fiber diameter, coefficient of variation of fiber diameter, comfort factor and medulation were determined, using OFDA 2000. The shades classified in various colors were also determined. The results for fiber without descerda on average were: 8.83 cm fiber length, 7.90 number of curls / inch, 23.46 μ diameter, 44.50 % coefficient of variation of fiber diameter and 86.83 % comfort factor in raw fiber. The analysis for manually descerned fiber, the following averages were obtained: 21.05 μ of fiber diameter, 27.64% coefficient of variation of the fiber diameter and 93.49 % of comfort factor, which allowed to improve the category of the fiber, of first quality for fiber without de-stripping to fine quality with de-stripping fiber. Regarding the medulation of the fibers, the following were obtained: 52.22 % of non-medullated fibers, 22.64 % of partially medullated fibers, 22.42 % of medullated fibers and 2.72 % of fully medullated fibers. The estimated fiber production volume in the llamas at their first shearing was 662.8 kg and the classification with 22 shades of natural colors.

Keywords: Camelids, llama, fiber, quality, textile.

¹ Facultad de Agronomía, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. gabypoma.9o10@gmail.com

² Docente investigador, Facultad de agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. celsoayalavargas@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En Bolivia la población de llamas estimada es de 2 737 092, 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, 2017).

Las fibras naturales de origen animal se valoran por su finura, versatilidad, elasticidad, resistencia y diversidad de colores naturales. Martínez (1986) mencionado por Quispe (2002) y Frank et al., (2012) indican que entre sus propiedades principales de encuentran: higroscopicidad, aislante térmico, antialérgicas, estable, durabilidad y brillo natural. Tron (2013) indica 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 y finas. Stemmer et al. (2005) señalan que existe una demanda de fibra de llama pero por razones de calidad y cantidad no se aprovecha este potencial, así como los bajos precios que se paga por el kilo de fibra (Vedia, 2007). Mueller et al. (2010) indica 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, estas tienen un gran potencial para la fabricación de prendas de vestir y telas de alta calidad, constituyendo alternativas para mejorar los ingresos.

Los productores de la Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin Fronteras (MMASF) de Bolivia, tienen aún serias dificultades en el aprovechamiento de la fibra llama, esto por el desconocimiento de sus características físicas de la fibra, lo cual limita las alternativas productivas de esta especie animal. Según la evaluación de la fibra en llamas jóvenes a la primera esquila, muestra las características físicas para su aprovechamiento en la industria textil, así como el potencial productivo de los municipios de Belén de Andamarca y Curahuara de Carangas pertenecientes a la Mancomunidad.

El estudio permite evaluar las características físicas de la fibra de llama (*Lama glama*) a la primera esquila en la Mancomunidad de Municipios Aymaras Sin Fronteras, para su aprovechamiento por la industria textil y como alternativa productiva para los productores de llamas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en las comunidades que 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 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 entre diciembre a marzo (MMASF, 2012).

Metodología

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de fibras del INIAF – Oruro, de 526 animales, de los tres tipos (Q'ara, Intermedia y T'amphulli), y de ambos sexos y con edades de 1 y 2 años. Con una muestra de fibra de 30 g de la región costillar medio, en los cuales se determinó, la longitud de fibra, el número de rizos por pulgada en el cual se empleó el Disco Australiano, y para el diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra y factor confort se utilizó el OFDA 2000 (Optical Fiber Diameter Analyser), a una 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 %, para el porcentaje de medulación se empleó el Microproyector, según recomendaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM) (1982). Para estimar la producción y determinar los colores de la fibra se recurrió a la comparación con la cartilla de colores de la industria textil. El descordado se realizó manualmente mediante el método tacto – visual, de acuerdo al procedimiento descrito por Frank et al. (2012).

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 el 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.

la variación 2.40 % y del valor mínimo disminuyó en 1.3 μ y valor máximo bajó a 16.7 μ . Ayala (1992) y Sierra (1985) en estudios realizados obtuvieron promedios superiores de 22.70 y 22.79 μ respectivamente, en comparación a los encontrados en el presente estudio.

Bernabé (2015) encontró fibras con promedios de 20.53 y 24.38 μ en llamas de 1 y 2 años de edad. Mientras que Martínez (2017), reportó promedios de 22.24 μ en llamas del municipio de Catacora. En la [Tabla 3](#) se muestran los resultados para los factores de estudio.

Tabla 3. Diámetro de fibra antes y después del descordado.

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

Coefficiente de variación del diámetro de fibra

El coeficiente de variación del diámetro de fibra para las fibras sin descordar 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 descordado solo el municipio resulta ser altamente significativo y significativo en la

edad de los animales. El coeficiente de variación del diámetro de fibra sin descordar presentó promedios altos de 45.50 % pero con el descordado 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. En la [Tabla 4](#) se muestran los resultados de los factores de estudio.

Tabla 4. Coeficiente de variación del diámetro de fibra antes y después del descordado.

Factores en estudio		Número de llamas	Sin descordar	Descordado
Municipio	Belén de Andamarca	358	44.35ab \pm 6.82	28.28a \pm 3.50
	Curahuara de Carangas	168	44.82a \pm 7.45	26.26b \pm 2.91
Tipo	Q'ara	185	43.91c \pm 7.12	27.58b \pm 3.34
	Intermedio	216	45.18a \pm 6.81	27.27c \pm 2.16
	T'amphulli	125	44.22b \pm 7.21	28.36a \pm 4.00
Sexo	Hembra	249	45.00a \pm 6.70	27.36b \pm 3.37
	Macho	277	44.06b \pm 7.04	27.88a \pm 3.52
Edad	1 año	243	46.01a \pm 7.17	27.10b \pm 3.56
	2 años	283	43.21b \pm 6.65	28.10a \pm 3.29

Factor confort

La [Tabla 5](#) muestra el factor confort para las fibras sin descordadas 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 descordado 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 el descordado ya que inicialmente se obtuvo un promedio de 86.83 % y con el descordado 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 %. Los resultados son superiores con el descordado a lo obtenido por Saavedra y Gutiérrez (2014) con 90 %. Fernández (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 descordado, resultados que son similares a lo obtenido en este estudio.

Tabla 5. Factor confort antes y después del descerदार.

	Factores en estudio	Número de llamas	Sin descerदार	Descerदार
Municipio	Belén de Andamarca	358	86.72b±5.33	93.45b±3.44
	Curahuara de Carangas	168	87.07a±4.86	93.57a±3.61
Tipo	Q'ara	185	84.88c±6.32	91.52c±4.09
	Intermedio	216	87.74b±3.93	94.31b±2.61
	T'amphulli	125	88.15a±4.34	95.00a±2.43
Sexo	Hembra	249	87.59a±5.57	94.42a±2.94
	Macho	277	86.15b±4.71	92.66b±3.74
Edad	1 año	243	88.33b±4.13	95.21a±2.46
	2 años	283	85.55a±5.64	92.01b±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.

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 descerदार 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. 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. Porcentaje de medulación.

Factores en estudio	Número de llamas	No medulada $\bar{x} \pm SD$	Parcialmente medulada $\bar{x} \pm SD$	Medulada $\bar{x} \pm SD$	Totalmente medulada $\bar{x} \pm SD$
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

SD= desviación estándar, \bar{x} = promedio.

Cuantificación de la producción y determinación 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 café 29.9 kg, blanco pintado negro 27.3 kg, café medio 29.9 kg, café oscuro 36.4 kg, café claro 36.4 kg, gris medio 19.5 kg, gris oscuro 9.1 kg, gris indefinido 6.5 kg, gris pintado café 5.2 kg, gris claro 3.9 kg, rosio 3.9 kg, rosio medio 37.7 kg, rosio 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 café 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 8.83 cm de longitud de fibra (medio ápice). 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 μ , 44.50 % y 86.83 %, y al proceso del descordado manual mejoran a: 21.05 μ , 27.64 % y 93.49 % respectivamente. El porcentaje de medulación a la primera esquila son los siguientes: 52.22 % de fibras no meduladas, 22.64 % 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.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Fernández, M. 2005. Rendimiento de fibra en una población de llamas en Ayopaya y su relación con parámetros de calidad. Tesis. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. 108 p.
- Frank, E; Hick, M; Prieto, A. y Castillo, M. 2012. 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.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2017. Encuesta Agropecuaria 2015; Llamas de Bolivia. La Paz, Bolivia. 716 p.
- Laime, F; Pinares, H; Paucara, O; Machaca, V; Quispe, E. 2016. Características tecnológicas de la fibra de llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de descordar. Consultado 5 feb. 2018. Disponibles en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11643>
- 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, Z. 2017. Estudio de la calidad de fibra de los animales domésticos llama (*Lama glama*), alpaca (*Vicugna pacos*) y del híbrido Misti. Tesis Maestría. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 111 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 Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 80 p.
- Quispe, J. 2002. Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 90 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; 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.

Artículo recibido en: 04 de marzo 2022

Aceptado en: 20 de abril 2022