

# Producción de Fibra de Camélidos

## Calidad de Fibra de Llama Descerdada y Clasificada

Tito Rodríguez Claros

Director del Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
y Docente Titular de la Facultad de Agronomía, UMSA (La Paz, Bolivia)

<b>Sumario:</b>	<b>Introducción.</b>
	<b>Histología.</b>
	<b>Estructura de la fibra.</b>
	<b>Características de la fibra bruta de llama.</b>
	<b>Descerdado.</b>
	<b>Clasificación de la fibra de llama.</b>
	<b>Hilado de fibra de llama.</b>
	<b>Conclusiones.</b>
	<b>Referencias citadas.</b>

### 1. Introducción

Los Camélidos Sudamericanos Domésticos tienen una importancia relevante en la actividad socioeconómica de los pobladores de la región andina y altoandina de Bolivia.

La llama, especie de mayor importancia en el país, tienen una doble función zootécnica. Se la utiliza principalmente para producción de carne y secundariamente para producción de fibra. Una de las razones por la cual su fibra no es más utilizada, es su menor finura y alto contenido de pelo medulado (cerda), en relación a la fibra proveniente de la alpaca, la cual es mas fina y tiene una importante demanda tanto en el mercado nacional como internacional.

Trabajos realizados por investigadores nacionales en la Estación Experimental de Patacamaya, en la década de 1980, han mostrado que entre las fibras que componen el vellón de llamas, las fibras finas (no meduladas) tienen un menor diámetro ( $25.5 \mu$ ) que las fibras gruesas (cerdas) y que la separación de las cerdas por proceso manual, mejora considerablemente la finura de la fibra; paralelamente a la remoción de cerda, la clasificación de la fibra en diferentes categorías de calidad, permite obtener materia prima de elevada calidad y un alto

grado de uniformidad, posibilitando la aplicación de procesos industriales para la obtención de hilado destinado al proceso de prendas de calidad.

El presente capítulo tiene el propósito de mostrar los avances, logrados en el país, en la descripción de las características de la población folicular de llamas y las principales características de la fibra descerdada y clasificada.

### 2. Histología

#### 2.1. Folículos

El elemento básico de la producción de fibra es el folículo. En la formación de la fibra hay dos procesos esenciales:

- Multiplicación celular, que sucede en la base del bulbo del folículo.
- Queratinización de las células, proceso por el que las células producidas se endurecen y cementan entre sí. Cuando se completa este proceso, las células mueren y son expulsadas del folículo como fibra.

Los folículos son invaginaciones de la piel constituidas por una túnica periférica y dos vainas centrales. En su interior se encuentra la raíz de la fibra con un bulbo pilífero rodeando a la papila que nutre y origina el crecimiento de la fibra.

Los órganos anexos componentes del folículo son, la glándula sebácea que tiene dos lóbulos, la glándula sudorípara y el músculo erector de la fibras (Minola y Goyenechea, 1975) (Figura 1A).

Existen dos tipos de folículos. Los folículos primarios (FP) dan origen a los pelos largos y gruesos (cerda) y los folículos secundarios (FS) originan la lana fina y comienzan a desarrollarse alrededor de los folículos primarios, después de los primarios durante la vida intrauterina; no poseen glándula sudorípara ni músculo erector y su glándula sebácea es más pequeña (Figura 1B).

## 2.2. Relación (S/P), folículos secundarios / folículos primarios

La relación entre el número de folículos secundarios que rodea a cada primario (relación S/P) nos indica la densidad del vellón. Cuanto mayor es esta relación mayor la densidad del

vellón. A su vez los vellones con mayor número de fibras por unidad de superficie (mayor densidad de fibra), tienen fibra más fina y más corta.

Hay poca diferencia en los diámetros y longitud de las fibras producidas por los folículos primarios y secundarios en los vellones finos; en cambio en vellones de fibra gruesa, las fibras de los folículos primarios son más largas y gruesas, que las producidas por los folículos secundarios (Minola y Goyenechea, 1975).

De lo anterior se concluye la fundamental importancia de la composición de la población folicular en la determinación de la estructura del vellón, influyendo en el tipo y cantidad de fibra producida por las distintas especies animales productoras de fibra.

## 2.3. Densidad y relación folicular en distintas especies productoras de fibra

En base a trabajos realizados por diversos autores, se presenta el Cuadro 1, que verifica que a mayor densidad y relación folicular la finura de la fibra es mayor.

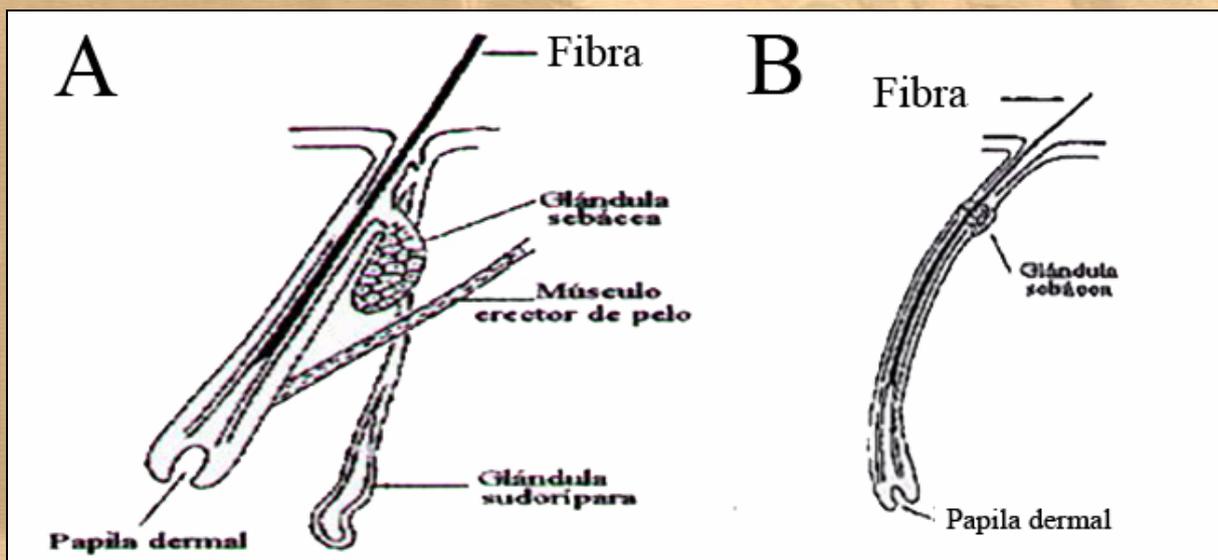


Figura 1. A: Folículo piloso primario. B: Folículo piloso secundario.

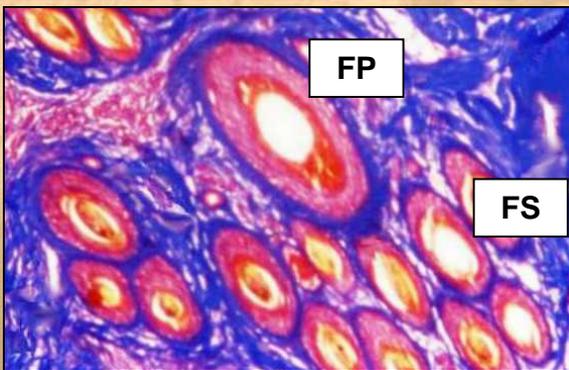
**Cuadro 1.** Densidad y relación folicular en distintas especies.

Carácter	Ovinos		Llamas		Alpacas		Vicuña
	Corriedale	Lincoln	Th'ampulli	Qh'aras	Huacaya	Suri	
Densidad folicular (folículos/mm <sup>2</sup> )	28.0	14.0	19.0	19.4	15.4	16.9	78
Relación folicular (S/P)	10.0	5.0	3.8	4.3	7.2	4.9	27

Fuente: Minola y Goyenechea, 1975; Calle, 1982; Rocha, 1988; Carpio y Solari, 1979.

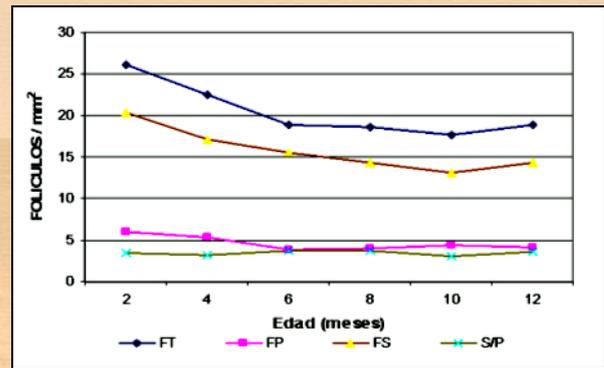
**2.4. Estructura y desarrollo de la población folicular**

Copana, *et al.* (2000), estudiando llamas en etapa de crecimiento, determinaron que los promedios de folículos totales, folículos primarios, folículos secundarios (Figura 2) y la relación S/P fue de  $20.8 \pm 4.4$  FT/mm<sup>2</sup>,  $4.8 \pm 0.9$  FP/mm<sup>2</sup>,  $16.1 \pm 3.8$  FS/mm<sup>2</sup> y  $3.45 \pm 0.6$ , respectivamente. Los diferentes tipos de folículos (Figura 2), fueron generalmente afectados significativamente por edad y sexo.



**Figura 2.** Corte transversal de folículos primarios (FP) y secundarios (FS) en piel de llamas (Copana, *et al.*, 2000).

Con relación a la edad, los diferentes tipos de folículos, disminuyen desde los 2 hasta los 12 meses de edad; la relación folicular tiene menor variación con la edad (Figura 3.). Estas mismas tendencias fueron observadas por Sumari (1986) y Rocha (1988).



**Figura 3.** Variación de diferentes tipos de folículos de llamas en relación a la edad (Copana, *et al.*, 2000).

Respecto a la maduración folicular, se observa que desde 2 hasta 8 meses de edad, la proporción de folículos en fase de anagene (fase activa) disminuye desde 95.5% hasta 91.6%; posteriormente, la proporción de folículos activos tiene un ligero ascenso hasta el año de edad (Cuadro 2 y Figura 4).

**Cuadro 2.** Proporción de folículos en diferente fase de maduración en llamas en crecimiento.

Edad (meses)	Fase de desarrollo folicular		
	Anagene	Catagene	Telogene
2	95.5	3.3	1.2
4	95.9	2.6	1.5
6	92.9	4.2	4.9
8	91.6	5.7	5.7
10	95.5	3.1	3.1
12	96.7	2.4	2.4

Fuente: Copana *et al.* (2000).

### 3. Estructura de la fibra

#### 3.1. Capas de la fibra

Histológicamente, la fibra esta constituida por dos capas netamente distintas, una externa llamada capa cuticular y otra interna o capa cortical, pudiendo haber una tercera denominada médula (Figura 5A).

Las células de la médula pueden romperse completamente durante la queratinización, dejando un canal hueco en el centro de la fibra, la médula puede ser continua o fragmentada (Figura 5B.).

La medulación causa una mayor refracción de la luz, que hace aparecer las fibras teñidas más claras, lo que desvaloriza el paño producido. La medulación es reducida en fibras de menos de 35  $\mu$  de diámetro, la incidencia aumenta junto con el aumento del diámetro.

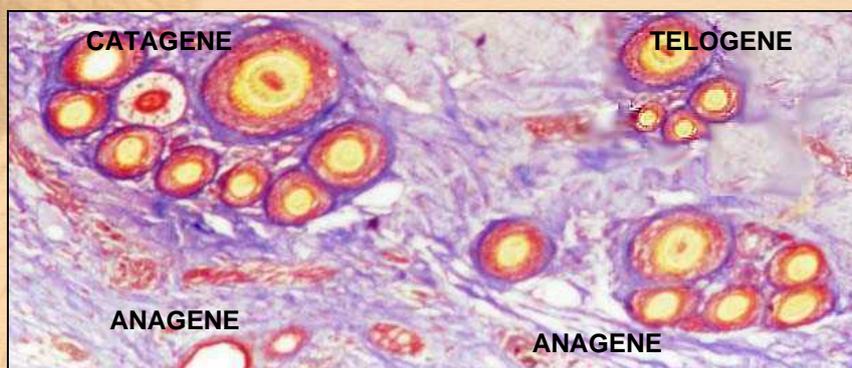


Figura 4. Fases de maduración de folículos pilosos en llamas (Copana, *et al.*, 2000).

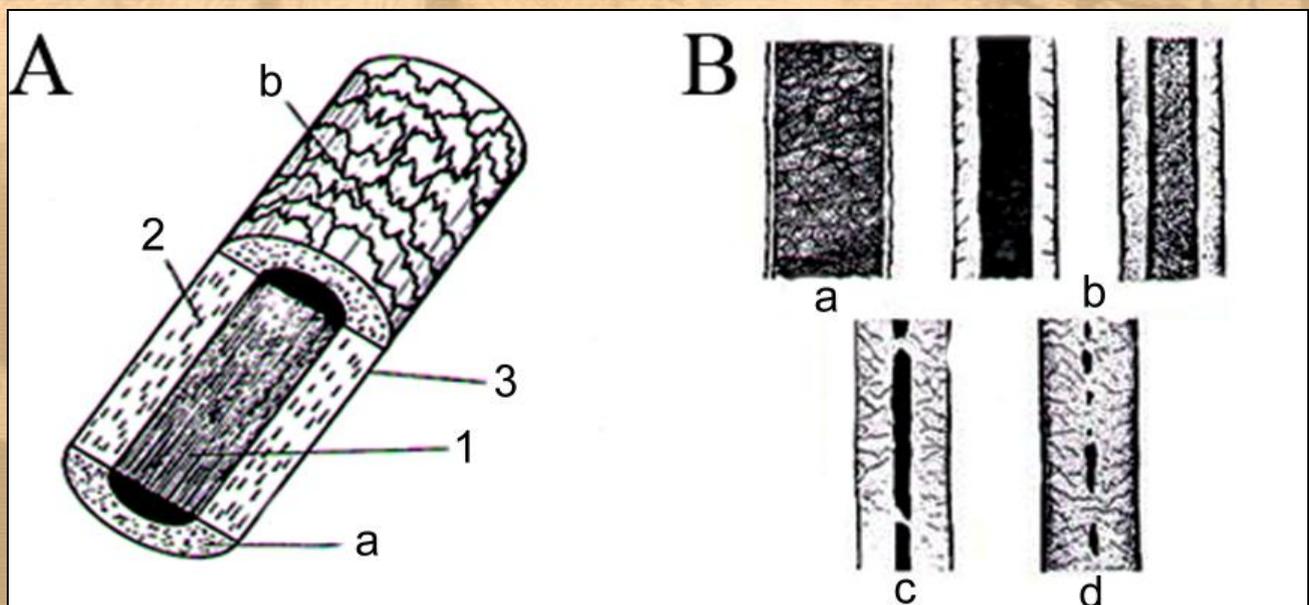


Figura 5.

**A:** Estructura de la fibra: a: Pigmentos granulares; b: Escamas; 1: Médula; 2: Corteza, 3: Cutícula.  
**B:** Tipos de medulación en fibras: a: Kemp; b: Pelo; c) Célula heterotípica con medulación continua; d) Célula heterotípica con medulación fragmentada.

(Wool Growth): M. L. Ryder and S. K. Stephenson, 1968.

### 3.2. Proporción de fibras meduladas en camélidos

Los camélidos, al igual que los ovinos primitivos, tienen el cuerpo cubierto por un vellón que se constituye de dos capas o tipos diferentes de fibra (Figura 6):

- a) Una compuesta de pelos largos y gruesos (cerda)
- b) Capa compuesta de fibra fina, corta y con rizos.

En este tipo de vellón, el pelo grueso impide la penetración del agua de lluvia y la lana fina actúa como aislante térmico.

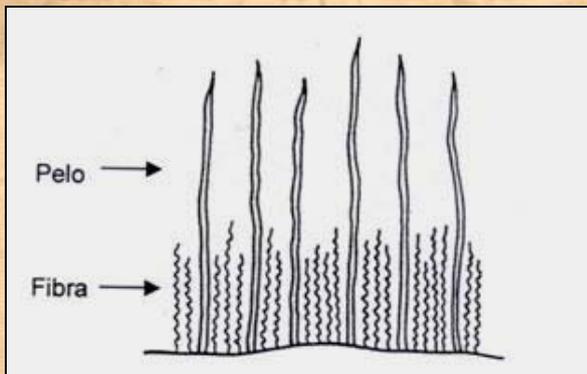


Figura 6. Estructura del vellón de llamas.

Los pelos o cerdas (fibra medulada), son considerados un defecto desde el punto de vista industrial. Las cerdas crean problemas en los procesos de manufactura textil, porque comparadas con las fibras no meduladas, presentan menor grado de extensibilidad, son más ásperas y no absorben las sustancias colorantes con la misma capacidad.

Martínez (1980), señala que el vellón de llamas está compuesto por diferentes tipos de fibra (lana, pelo y kemp) y que la medulación de las fibras puede ser continua, interrumpida y fragmentada; sobre la base de un estudio en 60 llamas y 83 llamas, este autor, indica que la proporción de los diferentes tipos de fibra es como se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución de diferentes tipos de fibra en vellón de llamas.

Tipo de fibra	Porcentaje (%)	Tipo de vellón
Fibras no meduladas	19.0	Fino
Fibras heterotípicas	34.6	Fino
Fibra medulada	42.3	Pelos
Kemp	4.0	Kemp
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	

Fuente: Martínez, 1980.

Rocha (1988), encontró que el porcentaje de medulación en llamas Th'ampullis y Qh'aras es del 34.7%, en un estudio realizado en 180 llamas provenientes de 3 zonas ecológicas del país.

Martínez *et al.* (1993), encontraron que el promedio de medulación (fibras con médula continua y fuertemente meduladas) en llamas de la Estación Experimental de Patacamaya fue de  $43.1 \pm 21.0\%$ .

Iñiguez *et al.* (1996), señalan que el promedio de medulación (fibras con médula fragmentada, continua y kemp) en llamas del sur de Bolivia es de 38.8%. La medulación total para Qh'aras fue 48.1% mientras que para Intermedias y Th'ampullis fue de 38.7% y 27.1%, respectivamente.

Cochi (1999), reporta un valor promedio de medulación de  $58.1 \pm 18.6\%$  en vellones pertenecientes a llamas de la comunidad de Phujrata. En tanto que para llamas de Patacamaya, el promedio de medulación fue de  $62.2 \pm 20.1\%$ .

Quispe *et al.* (2000), reportan un porcentaje de medulación (médula continua y fuertemente medulada) del  $15.3 \pm 10\%$  en vellones de llamas criada en las localidades de Quetena y Zoniquera (Sur Lípez, Potosí).

#### 4. Características de la fibra bruta de llama

Uno de los primeros trabajos en el país, que determinó el diámetro de fibras meduladas y no meduladas y otras características en llamas, fue el desarrollado por Martínez, *et al.* (1993) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Características de fibra de llamas de la Estación Experimental de Patacamaya.

Característica	$\bar{x} \pm DS$
Diámetro del total de fibras ( $\mu$ )	31.6 $\pm$ 5.3
Diámetro de fibras finas ( $\mu$ )	25.5 $\pm$ 3.2
Diámetro de fibras gruesas ( $\mu$ )	40.7 $\pm$ 4.7
Medulación (%)	43.1 $\pm$ 21.0
Largo de mecha (cm)	7.2 $\pm$ 2.1
Largo de lana (cm)	5.4 $\pm$ 1.8
Largo de pelo (cm)	9.0 $\pm$ 2.5
Rendimiento (%)	82.3 $\pm$ 3.4
Ondulaciones / pulgada	6.1 $\pm$ 0.9

Fuente: Martínez *et al.*, 1993.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Martínez *et al.* (1993), la diferencia entre el diámetro de fibra fina (no medulada) y fibra

gruesa (medulada) fue de 15.3  $\mu$ ; el valor de medulación fue de 43.1% y el rendimiento al lavado fue de 82.3% (Cuadro 4).

Según los resultados obtenidos por Charcas (1997), sobre una población de 980 alpacas criadas en diferentes regiones de Bolivia, el diámetro de la fibra fue de 20.7  $\pm$  2.1  $\mu$ , el porcentaje de medulación de 15.3  $\pm$  14.4% y la longitud de mecha, en un año de crecimiento fue de 10.6 cm. Estas características son superiores a la fibra bruta de llama; sin embargo, la información sobre el diámetro de fibras finas (25.5  $\pm$  3.2  $\mu$ ) y la posibilidad de la remoción manual de la cerda de llamas, abre una gran posibilidad de mejora de las características de la fibra de llama.

Los resultados del trabajo de Martínez *et al.* (1993), demostraron la posibilidad del descordado manual y la necesidad de mejorar las características de la fibra de llama para su comercialización; además motivaron el interés de técnicos, productores e industriales para incorporar el descordado manual como un proceso intermedio de transformación de fibra de llamas.



**Figura 7.** A: Llama de tipo Qh'ara. B: Alpaca raza Huacaya.

## 5. Descerdado

El proceso de descerdado es la extracción o eliminación de las cerdas o pelos del conjunto de las fibras que componen el vellón de llama; puede ser realizado manual o mecánicamente. Mediante este proceso se logra obtener fibra más fina (menor micronaje), que puede ser comercializada a un mayor precio. En poblaciones de animales de buena calidad de fibra, el descerdado complementado con el clasificado, permite obtener porciones de fibra de llama de calidad similar a la fibra de alpaca.

### 5.1. Características de la fibra antes y después de descerdar

Basándose en los reportes de Martínez *et al.* (1993), posteriormente se realizaron trabajos de descerdado manual de fibra de llamas cria-

das en diferentes regiones del altiplano. Los resultados de estos trabajos son presentados en los Cuadros 5, 6 y 7. Cochi (1999), en llamas criadas en la localidad de Phujrata (altiplano central de Bolivia), encontró que como efecto del descerdado, el diámetro de la fibra disminuyó en 1.7  $\mu$ , la medulación en 6.3% y la longitud de mecha en 3.8 cm (Cuadro 5). En fibra de llamas criadas en la Estación Experimental de Patacamaya, el descerdado redujo el diámetro en 2.0  $\mu$ , la medulación en 7.0% y la longitud en 3.0 cm (Cuadro 6).

Posteriormente, Quispe *et al.*, (2000), trabajando en vellones procedentes de llamas criadas en Sur Lipez, encontraron que el descerdado de la fibra redujo el diámetro en 1.9  $\mu$ , el porcentaje fibra medulada en 5.3% y la longitud de mecha en 0.8 cm (Cuadro 7).

**Cuadro 5.** Medias de mínimos cuadrados de diámetro, medulación y longitud de mecha en vellón de animales de la comunidad de Phujrata, antes y después del descerdado.

Caracteres	n	Fibra sin descerdar	Fibra descerdada
		$\bar{x}$	$\bar{x}$
Diámetro ( $\mu$ )	203	29.6	27.9
Medulación (%)	203	57.5	51.2
Longitud mecha (cm)	203	14.5	10.7

Fuente: Cochi, 1999.

**Cuadro 6.** Medias de mínimos cuadrados de diámetro, medulación y longitud de mecha en vellón de animales de la E. E. de Patacamaya, antes y después del descerdado.

Caracteres	n	Fibra sin descerdar	Fibra descerdada
		$\bar{x}$	$\bar{x}$
Diámetro ( $\mu$ )	326	32.9	30.9
Medulación (%)	326	63.7	56.7
Longitud mecha (cm)	326	11.7	8.7

Fuente: Cochi (1999).

**Cuadro 7.** Medias de mínimos cuadrados de diámetro, medulación y longitud de mecha en vellón de animales de Sur Lipez, antes y después del descerdado.

Carácter	n	Fibra sin descerdar	n	Fibra descerdada
		$\bar{x} \pm DS$		$\bar{x} \pm DS$
Diámetro ( $\mu$ )	190	22.2 $\pm$ 0.2	186	20.3 $\pm$ 0.2
Medulación (%)	190	17.3 $\pm$ 0.9	186	12.0 $\pm$ 0.9
Longitud mecha (cm)	190	11.6 $\pm$ 0.6	186	10.8 $\pm$ 0.2

Fuente: Quispe *et al.* (2000).

La reducción del diámetro de fibra en estas tres localidades fue menor a la obtenida por Martínez *et al.* en 1993 (15.3  $\mu$ ), debido a que los trabajos posteriores de estos últimos autores se realizaron en muestras de fibra descerdada manualmente, con metodología destinada al uso comercial de fibra. Por otra parte, se observa que la disminución en diámetro, medulación y longitud en las tres localidades analizadas, debido al proceso de descerado, es bastante similar.

## 5.2. Características de la cerda

Según el Cuadro 8, la cerda removida manualmente del vellón de animales de Sur Lipez, posee un menor diámetro (31.2  $\mu$ ), menor contenido de fibra medulada (48.4%) y mayor longitud (14.2 cm) en comparación con la cerda removida del vellón de animales criados en la localidades de Phujrata y Patacamaya.

Una de las preocupaciones actuales de las empresas y asociaciones de productores, dedicados al descerado de fibra de llamas, es la falta de utilidad de la cerda, material que se obtiene como resultado del proceso.

Consecuentemente es necesario que las personas involucradas en el tema, trabajemos en procura de identificar productos manufacturados con cerda y mercados interesados en adquirir esos productos.

**Cuadro 8.** Promedio de diámetro, medulación y longitud de cerda extraída manualmente del vellón de llamas de tres localidades del altiplano de Bolivia.

Carácter	Localidad		
	Phujrata *	Patacamaya*	Sur Lipez **
Diámetro ( $\mu$ )	36.0	46.5	31.2 $\pm$ 5.8
Medulación (%)	67.6	80.4	48.4 $\pm$ 17.8
Longitud (cm)	12.8	10.5	14.2 $\pm$ 2.4

Fuentes: \* Cochi (1999); \*\*Quispe *et al.* (2000).

## 5.3. Rendimiento y costo del descerado

Según Cochi (1999), el rendimiento del descerado manual de vellones de animales criados en la Estación Experimental de Patacamaya y la localidad de Phujrata fue de 2.1 kg/día y 1.3 kg/día, respectivamente. Por otra parte, el mismo autor señala que el costo del descerado manual fue de 25 Bs/kg y la relación beneficio-costos (B/C) del descerado de vellones de 1.21, para animales de la localidad de Phujrata.

## 6. Clasificación de la fibra de llama

### 6.1. Categorías de clasificación

Actualmente los criterios oficiales de clasificación para fibra de camélidos, están contenidos la Norma Boliviana NB 964 del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IB-NORCA).

En este documento los criterios de clasificación son: *Raza, Finura, Longitud y Color*, criterios que son utilizados por las principales empresas o instituciones que están trabajando con fibra de camélidos; sin embargo, las denominaciones y el micronaje usados por las empresas, principalmente para finura de fibra de llama y alpaca, son distintos (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Categorías de clasificación de fibra de camélidos según finura y color.

Criterio	COPROCA (Alpacas)	SARTAWI (Llamas)
Finura	Baby	XT (Extra Fina)
	Super Fina	X (Fina)
	Adulto	AA (Primera)
	Grueso	A (Huarizo)
	Garra	SK (Bragas)
	Pedazos	CD (Cerde)
		LP (Garra)
Color Blanco	BBB (Blanco puro)	B (Blanco)
		BCC (Bl. canoso café)
		BCN (Bl. canoso negro)

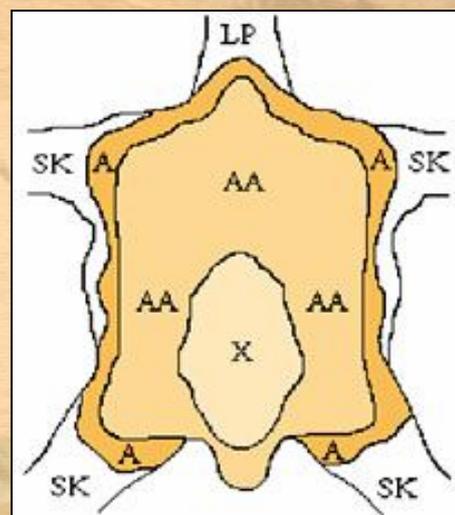
Fuente: Rodríguez (1997).

El vellón de llamas esta compuesto por fibra de calidad distinta, localizada en diferentes partes del vellón (Figura 8). La clasificación de la fibra, de acuerdo a su calidad (finura) y otras características (longitud, color) se realiza manualmente por personas entrenadas (Figura 9).

**6.2. Proporción de diferentes categorías de calidad**

Debido a las características de la fibra proveniente de llamas de Sur Lipez y al mejoramiento de la calidad a través del descordado y clasificado, la Fundación Sartawi, ha realizado el descordado y clasificado manual de fibra de llama a nivel comercial, obteniendo una proporción de 82.6% de fibra de calidad comercial (calidades X, AA y A); en alpacas la proporción alcanzó a 82.0% (SARTAWI, 1995 y 1996, citado por Rodríguez, 1997).

A nivel experimental, las proporciones de las calidades comerciales son menores a las reportadas por SARTAWI (Cuadro 10).



**Figura 8.** Categorías de calidad de fibra en el vellón de llamas.

**Cuadro 10.** Proporción de fibra de llama en diferentes categorías de calidad en tres localidades del altiplano de Bolivia.

Calidades	Patacamaya*	Phujrata *	Sur Lipez **
	$\bar{x} \pm DS$ (%)	$\bar{x} \pm DS$ (%)	$\bar{x}$ (%)
X (Fina)	-	-	10.2
AA (Primera)	34.6 ± 15.0	47.2 ± 13.9	31.4
A (Segunda)	16.9 ± 13.4	18.3 ± 9.8	6.0
SK (Braga)	9.1 ± 8.1	9.8 ± 5.1	-
LP (Corta)	28.8 ± 15.3	14.9 ± 12.8	-
CD (Cerde)	7.3 ± 1.4	7.9 ± 3.8	8.6
Impurezas	3.4	1.8	31.8

Fuente: \* Cochi (1999); \*\* Quispe et al. (2000).

La proporción de fibra de categoría comercial (X, AA y A) en vellones de llamas de Patacamaya alcanza a 51.5%, en Phujrata llega a 65.5% y en Sur Lípez a 47.6%. Estas menores proporciones se deben a un trabajo más minucioso, desarrollado por las maestras descerdadoras a nivel experimental.

### 6.3. Características de la fibra de llamas según categoría de calidad

La información referida al diámetro, el porcentaje de medulación y la longitud de fibra,

correspondiente a las calidades comerciales AA y A, evidencian su mayor calidad en relación a fibra correspondiente a las categorías no comerciales (SK, CD y LP). Estos resultados respaldan la posibilidad de obtener una proporción de fibra de llama de calidad competitiva con fibra fina de alpaca (Cuadro 11).

El trabajo de Quispe *et al.* (2000), realizado posteriormente al de Cochi (1999), permite apreciar las diferencias entre fibra descerdada y sin descerdar en cada una de las categorías de calidad (Cuadro 12).



Figura 9. Maestras clasificando y descerdando fibra.

Cuadro 11. Características de fibra clasificada en llamas criadas en la comunidad de Phujrata.

Calidad	Característica		
	Diámetro ( $\mu$ ) $\bar{x}$	Medulación (%) $\bar{x}$	Longitud (cm) $\bar{x}$
AA (Primera)	20.3	39.8	14.6
A (Segunda)	23.1	46.4	14.1
SK (Braga)	36.0	67.6	12.8
CD (Cerde)	42.6	76.5	13.4
LP (Corta)	21.5	42.5	8.0

Fuente: Cochi (1999).

**Cuadro 12.** Medias de mínimos cuadrados de diámetro, medulación y longitud de mecha de diferentes categorías de calidad de fibra de llama descerda y sin descerda.

Calidad	n	Fibra clasificada y descerda		
		Diámetro ( $\mu$ ) $\bar{x} \pm DS$	Medulación (%) $\bar{x} \pm DS$	Longitud (cm) $\bar{x} \pm DS$
X	42	17.7 $\pm$ 0.4	4.9 $\pm$ 1.6	10.4 $\pm$ 0.4
AA	76	19.8 $\pm$ 0.3	10.4 $\pm$ 1.3	11.0 $\pm$ 0.3
A	72	23.2 $\pm$ 0.3	20.6 $\pm$ 1.3	11.1 $\pm$ 0.3
CD	77	31.2 $\pm$ 5.8	48.4 $\pm$ 18.0	14.2 $\pm$ 2.4
Fibra sólo clasificada				
X	43	19.5 $\pm$ 0.4	10.1 $\pm$ 1.6	11.1 $\pm$ 0.4
AA	76	21.8 $\pm$ 0.3	17.2 $\pm$ 1.3	12.2 $\pm$ 0.3
A	67	25.2 $\pm$ 0.3	24.6 $\pm$ 1.3	11.4 $\pm$ 0.3

Fuente: Quispe *et al.* (2000).

Según la información contenida en el Cuadro 12, la fibra clasificada como calidad X es más fina y tiene un diámetro menor que las calidades AA, A y CD, tanto para fibra descerda como fibra sin descerda.

La diferencia entre fibra de calidad X y calidad AA, es ligeramente mayor a 2  $\mu$  y entre las calidades AA y A la diferencia es mayor a 3  $\mu$ ; la diferencia en diámetro entre las calidades X y A se incrementa hasta 5.5  $\mu$  en fibra descerda y hasta 5,7  $\mu$  en fibra sin descerda.

De acuerdo a la información del Cuadro 12, en la calidad X el diámetro de fibra descerda es menor en 1.8  $\mu$  que el diámetro de la fibra sin descerda; en la fibra de calidad AA y A la diferencia es de 2  $\mu$ .

Según los resultados obtenidos, el sistema de clasificado tacto - visual, utilizado en estos trabajos, ha demostrado buena eficiencia, porque permitió identificar las diferencias en el micronaje de cada una de las categorías de calidad, diferencia que fue precisada en micrones con el equipo utilizado para la medición del diámetro de fibra (*Projection Microscope MP 3H*).

## 7. Hilado de fibra de llama

El Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de Camélidos Sudamericanos (PRORECA) en 1996, con apoyo de UNEPCA, presentó los resultados del hilado industrial de fibra de llama, procedente de las comunidades de San Pablo y Quetena de la provincia Sur Lipez del departamento de Potosí (Cuadro 13).

**Cuadro 13.** Características promedio del hilado elaborado con fibra de llama y alpaca.

Característica	Llama	Alpaca
Diámetro ( $\mu$ )	24.0	25.5
Contenido de grasa (%)	0.4	0.5
Longitud (mm)	80	78
Merma en tops (%)	23	25
Merma en hilatura (%)	12-16	12

Fuente: PRORECA (1996).

Según los resultados observados en el Cuadro 13, el hilo de fibra de llamas de Sur Lipez es de características similares al de la alpaca, mostrando su enorme potencial y las perspectivas para su uso industrial.

## 8. Conclusiones

- También en camélidos, al igual que otras especies productoras de fibra, una mayor relación folicular (S/P), esta asociada con una mayor densidad de folículos totales.
- Los diferentes tipos de folículos fueron generalmente afectados significativamente por edad y sexo.
- Respecto a la maduración folicular en llamas, se observa que desde los 2 hasta los 8 meses de edad la proporción de folículos en fase de anagene (fase activa) disminuyen desde 95.5% hasta 91.6%; posteriormente, la proporción de folículos activos tiene un ascenso hasta el año de edad.
- La información sobre el diámetro de fibras finas ( $25.5 \pm 3.2 \mu$ ) y la posibilidad de la remoción manual de la cerda de llamas, abre una gran posibilidad de mejora de las características de la fibra de llama.
- La proporción de fibra de categoría comercial (X, AA y A) en vellones de llamas de Patacamaya alcanza a 51.5%, en Phujrata llega a 65.5% y en Sur Lipez a 47.6%. Los menores valores de la proporción de fibra de categoría comercial (X, AA y A) en vellones de llamas de Patacamaya, en relación al descordado comercial (aproximadamente 80%), se deben a un trabajo minucioso, desarrollado por las maestras descordadoras a nivel experimental.
- Según los resultados obtenidos, el sistema de descordado y clasificado tacto - visual, utilizado en trabajos experimentales, ha demostrado buena eficiencia, porque permitió identificar las diferencias en el micronaje de cada una de las categorías de calidad, diferencia que fue precisada en micrones con el equipo de medición del diámetro.

## Referencias citadas

- Calle, R. 1982. Producción y mejoramiento de la alpaca. Fondo del Libro. Banco Agrario del Perú. Lima, Perú.
- Carpio, M., Solari, Z. 1979. Estudios preliminares sobre folículos pilosos en la piel de la vicuña. Informe de Investigaciones. U.N.A. La Molina. Lima, Perú.
- Charcas, H. 1997. Identificación de alpacas sobresalientes para producción de fibra como base para la formación de un rebaño élite. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- Cochi, N. 1999. Determinación del rendimiento y calidad de la fibra descordada de llamas (*Lama glama*). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- Copana, C., Rodríguez, T., Antonini, M., Ayala, C, Martínez, Z. 2000. Estructura y desarrollo de la población folicular de llamas en crecimiento. **En:** Facultad de Agronomía, UMSA, Proyecto SUPREME. Informe final de actividades. La Paz, Bolivia.
- Iñiguez, L., Alem, R., Wauer, A., Mueller, J. 1996. Características de la fibra de una población excepcional de llamas del sur de Bolivia. **En:** Asociación Boliviana de Producción Animal. Boletín Informativo N° 4. Cochabamba, Bolivia.
- Martínez, Z. 1980. Estudio de la medulación en el vellón de la llama. **En:** Informe Anual 1979-80, Estación Experimental de Patacamaya. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA). La Paz, Bolivia.
- Martínez, Z., Iñiguez, L., Rodríguez, T. 1993. Características de calidad y determinación de zonas corporales de muestreo más representativas del vellón de llama. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA). Programa de Ganadería y Forrajes. Series de trabajos N° 4. La Paz, Bolivia.
- Minola, J., Goyenechea, J. 1975. Praderas y lanares. Producción de alto nivel. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- PRORECA. 1996. Presentación de tops e hilo industrial de fibra de llama. PRORECA, UNEPCA. La Paz, Bolivia.

Quispe, J., Rodríguez, T., Antonini, M., Martínez, Z. 2000. Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. **En:** Facultad de Agronomía, UMSA, Proyecto SUPREME. Informe final de actividades. La Paz, Bolivia.

Rocha, O. 1988. Tipificación de llamas K'ara y T'hampullis en diferentes eco regiones del altiplano de Bolivia. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia.

Rodríguez, T. 1997. Información básica, evaluación y propuesta de características y criterios de clasificación de fibra de camélidos. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IB-NORCA). La Paz, Bolivia.

Ryder, M., Stephenson, S. 1968. Wool Growth. Academic Press Inc. London.



Fotografías: De arriba hacia abajo, Alvaro Claros, Tito Rodríguez.