

# DESARROLLO DE INVESTIGACIONES APLICADAS DE MATERIAS PRIMAS DE LA FIBRA DE LLAMA

## CARACTERISTICAS TEXTILES DE LA FIBRA DE LLAMAS TIPO CHAKU



**Siempre**  
con el pueblo

CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
DE LOS CAMELIDOS SUDAMERICANOS

PUNO - PERÚ - 2021

## **CITE CAMELIDOS SUDAMERICANOS**

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo  
Ministro Roberto Sánchez Palomino.  
Vice Ministra Isabel Alvarez Novoa  
Calle Uno Oeste N 050 Urb. Córpac - San Isidro – Lima, Perú  
Teléfono: 513-6100  
<http://www.mincetur.gob.pe>

### **Dirección General de Artesanía**

Director Fidel Salas Herrera

### **Dirección de Centros de Innovación Tecnológica de Artesanía y Turismo**

Director Willis Antonio Tantalean Pizarro

### **Centro de Innovación Tecnológica de los Camélidos Sudamericanos.**

Jirón. llave N° 256 – Puno, Perú  
Teléfono: 051- 775167  
Primera Edición  
Tiraje: 500  
Puno, Noviembre de 2021

### **Equipo Directivo del CITE CS**

Juan Pedro Fredes Pineda  
Faustino Adolfo Jahuira Huarcaya  
Oscar Efraín Cárdenas Minaya  
Jitler Colque Ramos  
Andrés Condori Ticona

### **Elaboración de Contenidos**

Oscar Efraín Cardenas Minaya

### **Revisión de textos:**

Washigton Goyzueta Hanco  
Andrés Condori Ticona

### **Fotografía**

INIA PUNO  
CITE CAMELIDOS SUDAMERICANOS



**MVZ. Andres Condori Ticona**  
Director Ejecutivo del CITE CS

# INDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	04
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	05
1.1 Objetivo .....	05
<b>II. REVISION DE BIBLIOGRAFIA</b> .....	06
2.1 Origen de los camélidos .....	06
2.1.1 Ubicación taxonómica de las llamas .....	06
2.1.2 Tipos de llamas .....	08
2.1.3 Cualidades y atributos naturales de las llamas .....	11
2.1.4 Propiedades importantes de la fibra de llama .....	11
2.1.5 Características de la fibra de llama .....	12
2.1.6 Que se puede hacer con la fibra de llama .....	12
2.1.7 Motivos para elegir ropa de fibra natural como la llama .....	13
2.2 Características físicas de la fibra .....	14
2.2.1 Diámetro medio de fibra (DMF) .....	14
2.2.2 Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDMF) ....	15
2.2.3 Factor de confort (FC) y factor de picazón (FP). .....	15
2.2.4 Índice de curvatura de rizo (IC) .....	16
2.3 Factores que afectan a la calidad y a la cantidad de fibra. ....	16
2.3.1. Efecto de la edad .....	17
2.3.2. Efecto del sexo .....	18
2.3.3. Efecto de la alimentación .....	19
2.3.4. Efecto del estado fisiológico .....	20
2.3.5. Efecto de la sanidad. ....	21
2.3.6. Efecto del clima .....	22
2.3.7 Efecto de la localización .....	23
2.3.8. Efecto de la condición corporal .....	23
2.4. Sistemas de producción de llama .....	24
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	25
3.1 materiales .....	25
3.1.1 Del lugar de ejecución .....	25
3.1.2 De las muestras de fibra .....	25
3.1.3 métodos y procedimientos .....	25
3.1.4 En el campo .....	25
3.1.4.1 Método de colecta de muestras .....	25
3.2.2 En el laboratorio de fibras .....	27
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	27
4.1. Diámetro medio de fibra (DMF).....	27
4.2. Coeficiente de variabilidad (CV) .....	29
4.3. Factor de confort (FC) .....	30
4.4. Índice de curvatura (IC) .....	31
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	33
<b>ANEXOS</b> .....	34

# PRESENTACIÓN

## FIBRA DE LLAMA: INNOVACIÓN, PARA EL DESARROLLO Y VALOR EN TEJIDOS Y ARTESANIAS

El Centro de Innovación Tecnológica de los Camélidos Sudamericanos desde sus inicios ha dedicado sus esfuerzos a elevar la competitividad, el nivel tecnológico, la productividad, la investigación y la capacidad de innovación de los agentes comprendidos en la cadena productiva textil camélidos y afines.

Por más de 6000 años, los camélidos de Sudamérica han sido, física y culturalmente, una característica distintiva de la región de los Andes. De las cuatro especies existentes de camélidos, dos han sido domesticadas: la llama y la alpaca. Con la llegada de los españoles, estos animales nativos y sus criadores fueron forzados a confinarse a la región del Altiplano.

Las llamas están íntimamente ligadas a la cultura y a la cosmovisión de la población indígena de los Andes, y tienen un rol central en muchos de sus ritos y celebraciones. El uso eficiente de la llama, no solo como productor de carne, sino también para fibra, donde se le podría dar un valor agregado que conlleve a la venta de fibra cardada, fibra peinada (top) y prendas, mejoraría sustancialmente los ingresos del productor llamero

Nuestro altiplano es una región de artesanos comprometidos con mantener vivas las tradiciones, costumbres y memorias heredadas de culturas milenarias

En definitiva, el CITE Camélidos Sudamericanos presenta con beneplácito los resultados de la Investigación “Desarrollo de Investigaciones aplicadas de materias primas de fibra de alpaca”, esta edición es un compromiso y esfuerzo del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo y el Centro de Innovación Tecnológica de los Camélidos Sudamericanos en beneficio de nuestros hermanos criadores de camélidos y del desarrollo sostenible del país.

MVZ. Andres Condori Ticona  
Director Ejecutivo del CITE CS

# I. INTRODUCCIÓN

El Perú es el primer productor en el mundo de alpacas y vicuñas, y después de Bolivia el segundo en llamas. El aprovechamiento racional de esta ventaja productiva es uno de los retos que tiene el país como el medio más efectivo de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria que afecta a numerosas comunidades campesinas de las zonas alto andinas que viven de la cría y explotación de los camélidos sudamericanos.

En nuestro país la región Puno es la que tiene la mayor población, con aproximadamente 2'026,600 alpacas y 437,090 llamas (MINAG, 2012); sin embargo, esta amplia tradición en el manejo productivo de estos animales ha ido declinando paulatinamente, expresado en la poca preocupación de seguir trabajando en una serie de características productivas y reproductivas, a tal extremo que otros países en el mundo son los más preocupados por su investigación.

La llama (*Lama glama*) es el camélido doméstico de América de mayor corpulencia y se encuentra adaptada a un amplio rango de condiciones medioambientales, siendo de gran importancia para los ecosistemas de los Andes, por sus múltiples posibilidades de uso como productora de fibra, carne, su empleo en el transporte de carga y el múltiple uso del estiércol, así como por su importancia cultural (Huarcaya, 2015)

El vellón de fibra de la llama presenta dos capas; una capa externa la cual sobre sale presenta fibras muy gruesas mientras que la capa interna presenta fibras cortas, finas y suaves esta capa se puede aprovechar a través del proceso de descordado. Los productores de camélidos 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. (Quispe J. 2012)

## 1.1 Objetivo

Desarrollo de investigación bibliográfica sobre la fibra de llamas, sus bondades atributos y utilización en artesanía textil, para incrementar los ingresos



Foto 1. La llama utilizado como animal de transporte



Foto 2. Fibra de llama de diferentes colores

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1 Origen de los camélidos

Hace 5 millones de años, aparecen los Camélidos en América del Norte a partir de un antecesor de 30 cm de talla (*Protylopus petersoni*). El puente del Istmo de Panamá aparece en el Pleistoceno, hace un millón de años. En ese momento por el avance de los glaciares, el clima era muy adverso en América del Norte, lo que obligó a la migración de los antiguos camélidos hacia otros continentes, una rama de ellos, descendientes del *Gigantecamelus* se dirigió hacia Europa, Asia y Norte de África. Otros, los descendientes del *Macroauchenia* se dirigieron a través del Istmo de Panamá hacia América del Sur. En los Andes centrales surgieron el *Paleolama* y *Lama*, hacia el Pleistoceno medio. Los Camélidos desaparecieron de Norteamérica (lugar de origen) y quedaron distribuidos en Asia, Europa y África representados por los antecesores del camello bactriano y el dromedario actual; y en Sudamérica sólo sobrevivieron los precursores del género *Lama* (*llama*, *alpaca* y *guanaco*) y *Vicugna* (*vicuña*).

En resumen, se puede señalar que los Camélidos se originaron en Norteamérica, continente del cual migraron grupos de animales en diferentes épocas hacia Eurasia y Sudamérica. Posteriormente desaparecieron de su lugar de origen y su proceso de especiación aún prosigue, lo que se manifiesta en su gran similitud en muchos caracteres y la presencia de híbridos fértiles.

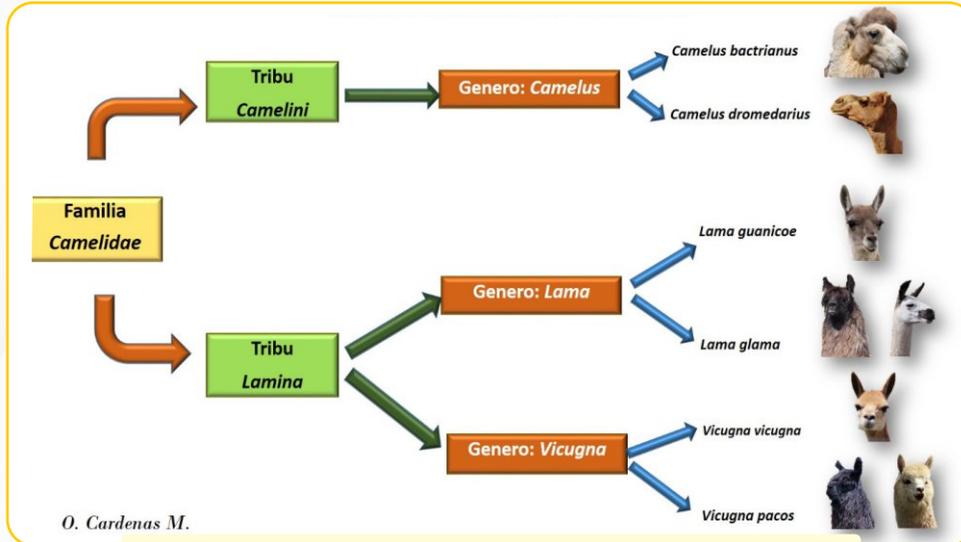
La distribución de la llama y la alpaca, es en las partes secas de las tierras altas de los Andes. Las llamas ocuparon en el pasado las tierras altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay, Chile y Argentina. La alpaca tenía una distribución geográfica más restringida asociada al sector circundante al lago Titicaca, llegando en el pasado a ocupar sectores del sur del Ecuador, Perú, Bolivia y norte de Chile y Argentina. La alpaca siempre ha tenido el rango de distribución más restringido de los cuatro CSA. Junto a esta distribución horizontal existe una distribución espacial, en el caso de las llamas su rango altitudinal óptimo para habitar es de 2.300 a 4.000 m. s. n. m., y para las alpacas el rango óptimo es de 4.400 a 4.800 m. s. n. m. En el pasado y en la actualidad estos animales se encuentran en áreas de igual altitud producto del manejo que realiza el hombre de sus rebaños.

#### 2.1.1 Ubicación taxonómica de las llamas

<b>Reino</b>	: Animal
<b>Tipo</b>	: Mamífero herbívoro
<b>Orden</b>	: Artiodactyla
<b>Sub-orden</b>	: Tylópoda
<b>Familia</b>	: Camelidae
<b>Género</b>	: Lama
<b>Especie</b>	: Lama glama

*Bustinza (2001) y Sánchez (2004).*

## Clasificación de los Camelidos



**Gráfico 1.** Clasificación taxonómica de los camélidos



Foto 3. Rebaño de llamas tipo Chaku en puna seca

## 2.1.2 Tipos de llamas

La llama fue criada intensamente durante la época pre hispánico como único animal de carga, ya que tiene la capacidad de transportar hasta 75 Kg. La fibra de llama era utilizada para hacer telas, ponchos, tapices y otros indumentarias. Del cuero se hacían sogas y lazos de gran resistencia. Sin embargo, su uso como animal de carga ha perdido vigencia con la introducción de los equinos y la amplia red de carreteras de la sierra, según diferentes investigadores la llama descendiente del guanaco, es la especie más grande y corpulenta dentro de los camélidos sudamericanos. Posee un cuello largo y delgado el rostro es estrecho con orejas ligeramente encorvadas (Aplatanadas), el labio superior es hendido. Llega a tener una altura de 1.20 m a la cruz. Su peso esta entre los 110 a 150 kg. Debido a su adaptación fisiológica, estos camélidos tienen mayor preferencia de consumo de pastos secos y fibrosos comúnmente evitados por otros animales. El período de gestación de la llama es de aproximadamente once meses y medio y los nacimientos suceden entre los meses de enero a marzo, época de lluvia en las zonas alto andinas y donde existe mayor y mejor cantidad de pastos naturales para las crías. La fibra que cubre su cuerpo es corta y ligeramente áspera en relación a la alpaca, pero su fibra se puede emplear para la confección de prendas de vestir. Fenotípicamente se puede reconocer la existencia de dos variedades de llamas, donde se observa características propias de cada tipo que se describe a continuación

### El tipo Q´ara o pelada:

Se caracteriza por el poco desarrollo de fibra en el cuerpo, además de la ausencia de fibra en el rostro y piernas, las fibras gruesas emergen agrupadas en mechales puntiagudas, formando una capa rala, este tipo de llama produce poca fibra fina, gran cantidad de pelo y normalmente a estos animales no se esquilan, las llamas de este tipo están destinadas principalmente a la producción de carne



Foto 4. Llama tipo Chaku



Foto 5. Llama tipo Q´ara



Foto 6. Llamas tipo Q´ara

## El tipo Chaku o lanuda:

Es la menos común y se caracteriza por presentar mayor cobertura de vellón a lo largo de todo el cuerpo, así como el cuello y la parte de las extremidades. El vellón muestra dos capas, una externa de fibra gruesa (pelos) y la otra interna de mayor densidad, de fibras finas (vellón). Las fibras gruesas emergen agrupadas en mechales puntiagudas formando una capa rala que en conjunto da el aspecto de un vellón desuniforme (Flores, 1988 y Bustinza, 2001).

Grigg et al. (2004), menciona que el vellón de los camélidos sudamericanos tiene muchas funciones, entre ellas:

- Evita la pérdida de agua cutánea,
- Protege a los animales de las inclemencias climatológicas como la abrasión de la piel,
- Permite el camuflaje mediante los diferentes colores que presenta el vellón.
- Favorece la termorregulación como parte de un mecanismo homeostático relacionado con el metabolismo energético que mantiene al organismo dentro de un rango de temperatura óptima. Referido a esta última función, las fibras permiten a las alpacas una mejor adaptación a las condiciones medioambientales, en particular respecto al aire, pues tiene una mínima conductividad térmica debido que el aire es atrapado en el interior (en la médula) y entre las fibras, resultando un aislamiento inmejorable (Gerken, 2009).

En función de éstas características, los componentes del vellón varían con la localización corporal, de este modo es más fino y largo en zonas de la espalda, dorso y flancos, siendo más grueso y corto en zonas de las extremidades y cabeza (Carpio, 1991).

La coloración del pelaje de la llama varía del blanco al negro y marrón, pasando por toda la gama de colores intermedios, con tendencia a manchas de varios colores en un mismo animal. No hay uniformidad de fenotipo, y a veces aparecen llamas puras con coloración del pelaje idéntico al guanaco. (Franklin, 1982).



Foto 7. Llamas tipo Chaku



Foto 8. Llamas tipo chaku con fibra de diferentes colores



Foto 9. Llamas tipo Q'ara con pelaje similar al del guanaco

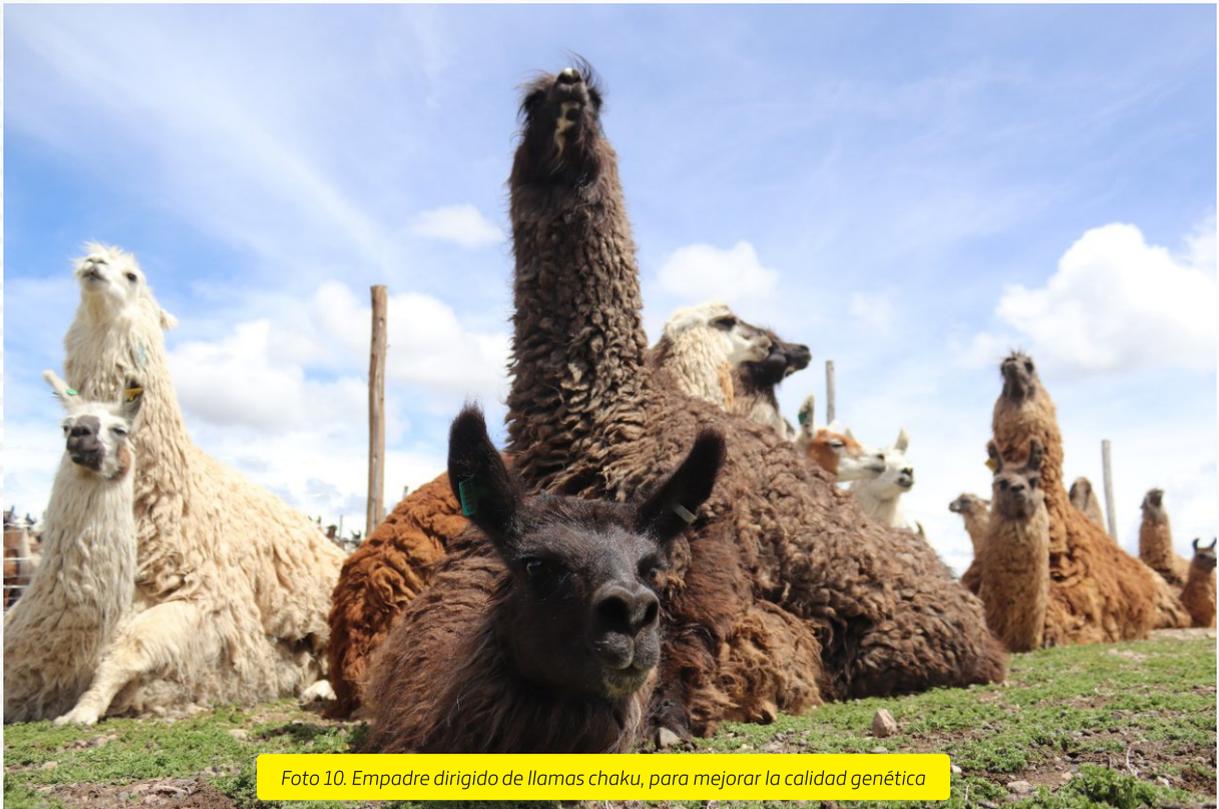


Foto 10. Empadre dirigido de llamas chaku, para mejorar la calidad genética

## 2.1.3 Cualidades y atributos naturales de las llamas

- ◆ La llama crece y se desarrolla en su medio totalmente natural, alejado de cualquier contaminación.
- ◆ Al ser un animal autóctono de la región sudamericana, se desenvuelve en total armonía en su hábitat original.
- ◆ No es necesario suministrarle ninguna sustancia veterinaria para su supervivencia.
- ◆ La clasificación y selección de nuestras fibras es realizada a mano.
- ◆ Estas pueden separarse en un amplio rango de finuras de 20 a 40 micrones, lo que les permite aplicarse en los más variados usos.
- ◆ Sus hilados permiten crear desde finas prendas de punto hasta telas de abrigo, tejidos manuales, mantas y alfombras.

### ◆ COLORES NATURALES

- ◆ Posee una amplia gama de colores naturales, es decir que no son necesario teñirlos.
- ◆ Su gama de colores van desde la gama de los negros, pasando por los marrones, grises, beige, hasta llegar a los crudos.



Foto 11. Llamas chaku, jóvenes

## 2.1.4 Propiedades importantes de la fibra de llama

- ◆ Las propiedades que más resaltamos de la fibra de la llama es:
- ◆ Constituyen un buen aislante térmico
- ◆ Son más abrigadas y livianas que las fibras de lana de oveja.
- ◆ Son resistentes a los rayos solares y a la abrasión
- ◆ Poseen una gran recuperación elástica
- ◆ Son menos inflamables que la lana
- ◆ Por su docilidad pueden ser mezcladas con otros tipos de fibras, tales como: la lana de oveja, seda y algodón.
- ◆ Los productos resultantes de sus fibras se posicionan en el sector Premium del mercado del tejido de punto (knitwear).
- ◆ La fibra de llama es diez veces más caliente que la lana de oveja. Además, su fibra se regula térmicamente; es decir, cuando hace frío sus poros se contraen y no dejan escapar el calor y, cuando hace calor, los poros se abren para refrigerarse.



Foto 12. Fibra de llama y su utilización (alfombra)

## 2.1.5 Características de la fibra de llama

1. El hilado de llama es un producto 100% natural muy destacado por su suavidad y abrigo. Comparte muchas características con la fibra de vicuña pero tiene una fibra más gruesa y resistente.
2. Las llamas habitan en zonas de altitud, de climas fríos y secos. Son criadas en libertad en Perú, Bolivia, Chile y Argentina y su esquila se realiza una vez al año entre los meses de Octubre y Noviembre, antes del verano. Esto resulta importante para las llamas ya que, de no ser esquiladas, pueden sufrir exceso de calor.
3. Existe además una calidad de hilado de llama superior, que es la llamada fibra baby o fibra descordada, y que es la proveniente de la primera esquila del animal, ésta es más suave y más cara por ser más exclusiva.



Foto 13. Fibra de llama teñida con una variedad de colores

4. La fibra de llama transmite calor y es liviano y duradero y una prenda confeccionada con esta fibra es una prenda distinguida, lo que la hace un regalo perfecto cuando buscamos agasajar a alguien con un regalo de calidad y fino, y además es un regalo autóctono.
5. La fibra de la llama es gruesa y con alto contenido de pelo en el vellón (Cochi, 1999), de allí que sea muy poco aprovechada. La poca cantidad de fibra que se esquila es utilizada mayormente para el consumo doméstico y solo un pequeño porcentaje es comercializado en los mercados locales (Quispe et al., 2015).

## 2.1.6 Que se puede hacer con la fibra de llama

Dentro de los productos naturales y artesanales, ya sean prendas y accesorios hechos con fibra de llama. Comparada con otras lanas y tejidos que hay en el mercado, la llama tiene muchas ventajas y cualidades al igual que la alpaca.

Es agradable al tacto, fina, sedosa, confortable y lo mejor de todo, para su elaboración no se utilizan productos químicos que agreden tu cuerpo y el medio ambiente.

Además de las prendas de vestir, con la fibra se elabora una especie de fieltro que se utiliza para fabricar otro tipo de artesanías como zapatos para niños y tapetes. Igualmente, la osamenta del animal se utiliza para joyería.

## 2.1.7 Motivos para elegir ropa de fibra natural como la llama

Es posible que ya te hayas dado cuenta que la fibra de llama al igual que la alpaca, tienen virtudes en común y aquí tienes una lista con 5 motivos para apostar por las fibras naturales (y no por las sintéticas):

### Más ecológica

La fibra de alpaca y llama aún se siguen elaborando usando técnicas ancestrales respetuosas con el medio ambiente y el planeta. Es un recurso renovable y 100% biodegradable.

### Más saludable e higiénica

Las prendas elaboradas con fibra de alpaca o llama proporcionan una ventilación natural, aíslan del calor y protegen del frío. Además, ofrecen una gran resistencia a todo tipo de hongos y microorganismos.

### Está de moda

Por un lado, la llama y principalmente la alpaca es un producto muy apreciado por los mejores diseñadores internacionales y compite en las pasarelas de moda más reconocidas. Y por otro, forma parte de lo que llamamos «ropa sostenible», algo que se ha convertido en tendencia en los últimos tiempos. Es una ropa respetuosa con la naturaleza y proporciona bienestar a productores y consumidores.

### Más responsable

La ropa de alpaca y llama pertenece al mercado del comercio justo que ofrece precios más altos a los productores y mejores condiciones para los trabajadores de la industria textil. Además, es un producto vital para la subsistencia de miles de familias.



Foto 14. Prendas de vestir a base de fibra de llama

## 2.2 Características físicas de la fibra

### 2.2.1 Diámetro medio de fibra (DMF)

El diámetro de fibra es un parámetro físico importante que determina el uso de una fibra textil, éste característica a su vez es afectada por la edad, sexo, raza, alimentación, región corporal, stress, clima, época de esquila, época de empadre entre otros factores que hacen variar éste parámetro. En camélidos el lugar representativo para el muestreo de fibra para medir su diámetro, por lo tanto su calidad es el costillar medio, corroborado por los estudios realizados por Aylan-Parkery McGregor (2002)

Las llamas presentan una finura de fibra promedio mayor a las fibras de alpacas, debido a su considerable porcentaje de cerdas, haciendo necesario realizar un proceso de descerdado y de esta forma utilizarla en la elaboración de productos más finos y de buena calidad (Rossi, 2004).

El diámetro de la fibra es uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, porque determina el precio en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso del mismo (Villarroel, 1963; Carpio, 1991).

El promedio de finura de las fibra de las llama Chaku y Q`ara del CIP La Raya UNA - Puno es  $19.15 \pm 1.56 \mu\text{m}$  y  $21.59 \pm 1.31 \mu\text{m}$  respectivamente con diferencia estadística significativa (Mamani, 2012). Determinaron también que la finura de la fibra de llama argentina es similar a la señalada para llamas peruanas (Quispe et al., 2009, Pinares et al., 2014) y bolivianas, pues presentan un diámetro medio de  $23.27 \mu\text{m}$ , donde cerca del 78 % es menor a  $25 \mu\text{m}$  (Martínez et al. 1997; Cochi, 1999; Rodríguez, 2007). Asimismo, Stemmer et al. (2005) señalan un diámetro medio de  $22.16 \mu\text{m}$ .

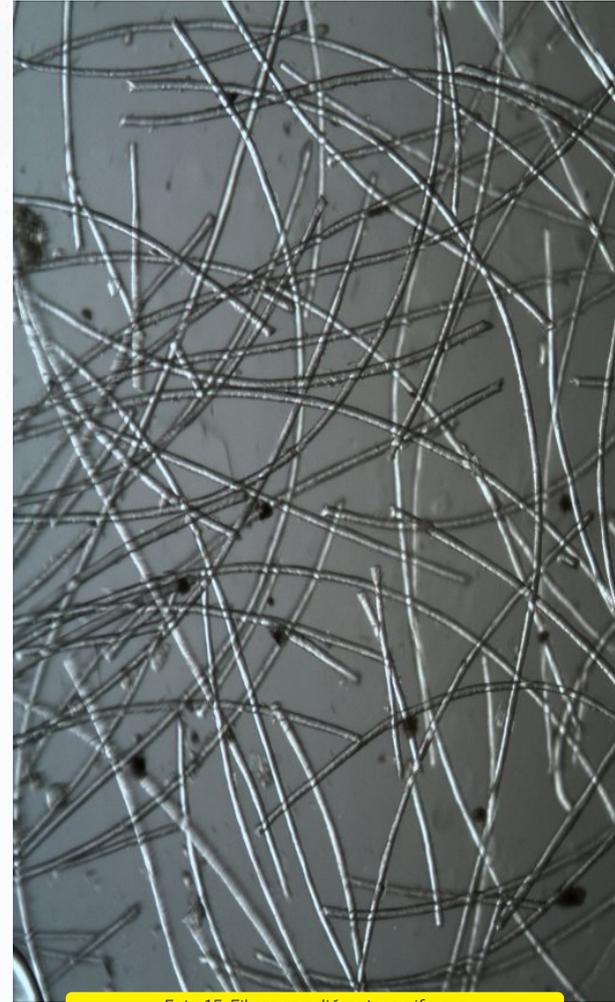


Foto 15. Fibras con diámetro uniforme y alto factor de confort (fC)

## 2.2.2 Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVMDF)

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de diferencia del diámetro de las fibras dentro de un vellón o una mecha y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto, está expresada en porcentaje. Un vellón con CVMDF bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005). La industria textil como límite mayor permisible sugiere contar con 24% de CVDF, porque este valor está asociado al rendimiento del hilado.

## 2.2.3 Factor de confort (FC) y factor de picazón (FP).

El factor de confort (FC) se el porcentaje de las fibras menores de 30 micras que tiene un vellón o muestra y se conoce también como factor de comodidad. Cuando las fibras mayores a 30  $\mu\text{m}$  superan el 5% entonces el tejido es no confortable para su uso produciendo picazón en la piel del usuario y rechazo (McLennan y Lewer, 2005). Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5%. Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Sacchero, 2008).

Quispe et al., (2009a) en alpacas de color blanco provenientes de 8 comunidades de la región de Huancavelica (Perú), de distintas edades y sexos, encontraron valores de factor de picazón de  $6,33\% \pm 0,30\%$  que correspondería a un factor de confort de 93,67%, el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil. Se sabe que mientras las fibras tienen menor diámetro el confort es mayor. Asimismo, Quispe (2010) reportó una suficiente evidencia del efecto de la edad, año y comunidad sobre ésta característica.

Laime H. (2016) al evaluar fibra de llama antes y después del descerdado de muestras de la región de Apurímac, encontró que la fibra sin descerdar tiene un FC de 89,53%, frente a la fibra descerdada, donde encontró un FC de 92,27%, corroborando que el descerdado mejora la calidad de fibra de llama obteniéndose vellones más finos y homogéneos con menor factor de picazón, componente que deberá ser considerado en la elaboración de prendas de vestir



Foto 16. Muestra de fibras con coeficiente de variación alto

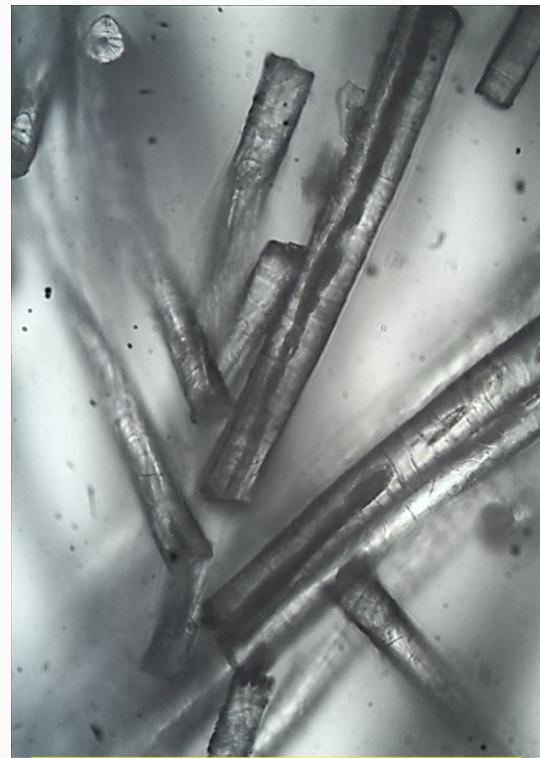


Foto 17. Fibras que producen el factor de picazón ( $\geq 30 \mu$ )

## 2.2.4 Índice de cobertura de rizo (IC)

El grado de curvatura es mayor cuando existe un mayor número de rizos en la fibra; por lo tanto, cuando la curvatura es menor a 50 grados/mm se describe como curvatura baja, cuando la curvatura se encuentra en un rango de 60 y 90 grados/mm se le considera como curvatura media, y si sobrepasa los 100 grados/mm es considerada como una curvatura alta (Holt, 2006). El índice de curvatura de rizo está relacionada con la frecuencia del número de rizos y es determinada, en trozos de medidas de 2 mm en grados/mm.

El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras de lana. Esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir.

Laime H. (2016) determinó que el índice curvatura es de  $37,77^\circ/\text{mm}$ , en fibras de llama antes del descordado y después del descordado encontró un IC de  $42,43^\circ/\text{mm}$ ., observándose un incremento del IC en  $4,66^\circ/\text{mm}$ . Observándose que el descordado mejora la calidad de fibra de llama.

Mike (2006) determinó el grado de curvatura en algunas especies como la vicuña, guanaco, cashmere y alpaca, demostrando que estos valores presentan una relación inversamente al diámetro de fibra, por ejemplo: la vicuña con 13 micras de diámetro de fibra presenta una curvatura de 88.00 grados/mm, el guanaco con 14.6 micras tiene una curvatura de 81.00 grados/mm.

## 2.3 Factores que afectan a la calidad y a la cantidad de fibra.

Los factores que influyen en la cantidad y la calidad de la producción de fibra en camélidos sudamericanos se clasifican en factores medioambientales externos y factores genéticos o internos. (Russel y Redden, 1997).



Foto 18. Fibras con alto grado de cobertura (IC)

### 2.3.1. Efecto de la edad

Se encuentra bien documentado en alpacas que, a medida que aumenta la edad, se incrementa el peso del vellón (McGregor, 2006; Lupton et al., 2006) y el diámetro (Wuliji et al., 2000; McGregor y Butler, 2004; Quispe et al., 2009a). Las alpacas jóvenes producen vellones menos pesados que las adultas, portener una menor superficie corporal (León-Velarde y Guerrero, 2001; Frank et al., 2006), sin embargo, producen vellones con fibras más finas, debido a que las esquilas tienen el efecto de incrementar el funcionamiento folicular (Rogers, 2006).

La clase o grupo etario tuvo un efecto significativo sobre MDF y FC. Esto ha sido demostrado en llamas (Sunari, 1986; Cancino et al., 2006; Rodríguez, 2007; Frank, 2011; Quispe, 2014), en alpacas (Wang et al., 2003; McGregor y Butler, 2004; Lupton et al., 2006; Quispe et al., 2007, 2010) y en vicuñas (Quispe et al., 2010), indicando que la fibra se hace más gruesa a medida que incrementa la edad del animal.



Foto 19. Llamas tipo Chaku pastoreando en puna húmeda

### 2.3.2. Efecto del sexo

En ganado ovino, los machos producen lanas más gruesas, así como más largas y pesadas que las hembras, pero considerando que la eficiencia de producción de lana está fuertemente relacionada con el peso vivo, independientemente del sexo, entonces la mayor producción de lana de los machos enteros, consecuencia de su mayor tamaño corporal y peso vivo, por una adecuada actividad testicular y un buen equilibrio endocrino.

Estudios realizados en alpacas demuestran que los machos producen vellones más pesados que las hembras (Castellaro et al., 1998; Wuliji et al., 2000; McGregor, 2006; Lupton et al., 2006; Montes et al., 2008, Oria et al., 2009, Quispe et al., 2008a y Quispe et al., 2009a); sin embargo, existen discrepancias sobre el efecto del sexo en el diámetro de la fibra, pues algunos investigadores como Morante et al. (2009), Quispe et al. (2009a) y Montes et al. (2008), han encontrado que los machos tienen fibras más finas que las hembras debido a que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que las hembras. Otros como Aylan-Parker y McGregor (2002) y Lupton et al. (2006) han reportado lo contrario, debido probablemente a que las hembras priorizan el uso de los aminoácidos ingeridos hacia la producción (preñez y lactación) en vez del abastecimiento del bulbo piloso para su excreción como fibra (Adams y Cronje, 2003). Sin embargo, Bustinza (1984) y McGregor y Butler (2004) consideran que no existe efecto del sexo sobre el diámetro de fibra.

En el trabajo de investigación realizada por Layme H. (2016), el sexo no mostró un efecto significativo sobre las características tecnológicas estudiadas, coincidiendo con otros reportes en llamas (Martínez et al., 1997; Siguayro, 2009), alpacas (McGregor y Butler, 2004; McGregor, 2006; Lupton et al., 2006) y vicuñas (Quispe et al., 2007, 2010). No obstante, Mamani et al. (2012) reportaron que el sexo tendría efecto en MDF, pero esto pudo deberse al reducido tamaño de muestra que consideraron (40 llamas).

En cuanto al efecto sexo, Mancilla, 1988 reportó que las llamas machos tienen un promedio de 24.53 micras y las hembras de 23.65 micras, el cual no presenta diferencia estadística significativa; pese a un aparente mayor diámetro en machos.

El diámetro promedio general de fibra es de 23.32 micras con un C.V. 7.94%; para el tipo Q'ara  $23.62 \pm 0.22$  y para Chaku de  $23.02 \pm 0.21$  micras; y para el efecto sexo obtuvo un promedio de  $23.27 \pm 0.21$  y  $23.27 \pm 0.31$  micras para macho y hembra respectivamente (Pari, 1993).

Chura, 2003. Al evaluar en tres comunidades del departamento de Puno, 240 llamas y agrupadas por tipo, sexo y edad, obtuvo un diámetro de fibra de  $22.63 \pm 2.12$  y  $22.82 \pm 2.37$  micras para llamas Q'ara y Chaku respectivamente, no habiendo diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) ni entre sexo, pero sí entre edades ( $P \leq 0.05$ ).

### 2.3.3. Efecto de la alimentación

El crecimiento de la lana es muy sensible a los niveles de energía y de proteína ingeridos por los animales. El proceso referido del cerrado folicular (follicle shutdown) ha sido bien documentado por Schlink y Dollin (1995), y en estas circunstancias fibras sueltas pueden aparecer en los vellones. El proceso regresivo parece ser muy diferente a una normal fase telegénica (Hynd et al., 1997) y las fibras liberadas pueden ser identificadas porque sus raíces terminales son cónicas, mientras que fibras de un ciclo normal tienen terminales en forma de cepillo y los folículos suspenden su actividad para luego producir nuevas fibras en los vellones (Rogers, 2006).

En trabajos realizados en alpacas Russel y Redden (1997), Franco y San Martín (2007) y Franco et al. (2009) cuando suplementaron dietas con bajo contenido nutricional, encontraron que la producción de fibra disminuye debido a la disminución de la tasa de crecimiento y del diámetro de la fibra, observándose también que estos animales producen fibras más finas.



Foto 20. Pajonales de puna seca



Foto 21. Tólares de puna seca



Foto 22. Llamas pastoreando en praderas muy pobres

### 2.3.4. Efecto del estado fisiológico

La disminución en el crecimiento y en el diámetro de la lana durante la gestación y la lactación han sido reportados en ovinos en estabulación y pastoreo. Hembras gestantes y lactantes tienen fibras con menor diámetro, longitud y resistencia a la tracción, que puede mejorarse cuando se introduce en sus raciones alimentos con mayor contenido proteico (Masters y Mata, 1996).

Francoy San Martín (2007) refieren que en alpacas la gestación y la lactación causan disminución de la producción de fibra en un 17%. También refieren que la producción de fibra disminuyó sólo en un 11% en hembras que perdieron sus crías dentro de los 50 días post parto, y por lo tanto dejaron de lactar, sugiriendo que el efecto negativo exclusivo de la lactación sobre la producción de fibra es del 6%. (Francoy San Martín, 2007).

Al parecer las proteínas que escapan a la degradación ruminal en ovejas durante el último tercio de gestación y la primera fase de lactación son las que incrementan el crecimiento de la lana y, en función de ello, se han planteado estrategias de alimentación por vía oral (Frey et al., 2003) en ovinos o por vía intraperitoneal en alpacas (Caso y Quispe., 2009). Esto indicaría que existe insuficiente producción de proteína microbiana durante este periodo, o que la composición de aminoácidos no cubre los requerimientos de las ovejas (Masters y Mata, 1996).

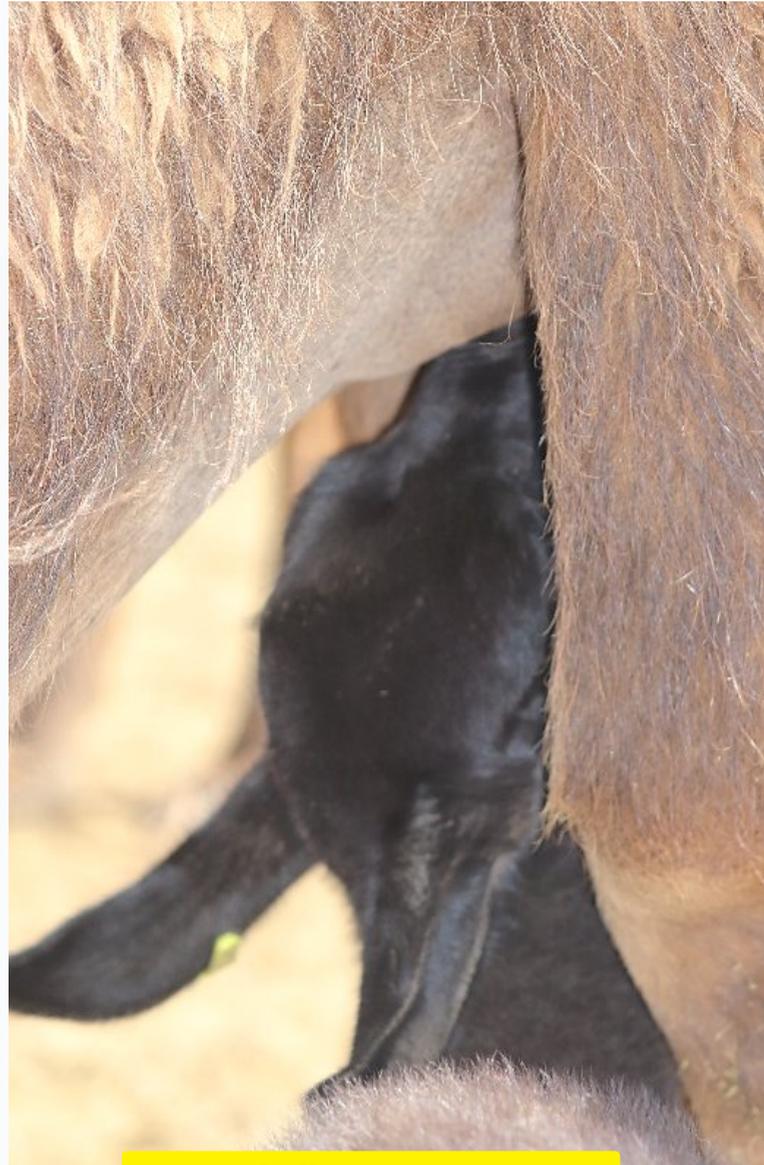


Foto 23. Llama cría lactando

### 2.3.5. Efecto de la sanidad.

Una de las mayores causas de enfermedad en las alpacas son los parásitos. Las parasitosis internas pueden reducir sustancialmente el crecimiento, el diámetro y la resistencia a la tracción de la fibra. La sarna es una de las enfermedades más importantes en alpacas y además de afectar a la fibra y a su calidad, también puede causar retardo en el crecimiento y alteración de otras funciones productivas (FAO, 2005).

En las alpacas la mayor velocidad de crecimiento del vellón ocurre entre los meses de Noviembre y Abril y, en el mismo periodo, concurren varios factores que favorecen principalmente a la nematodiasis parasitaria, entre ellos, la época de mayor precipitación pluvial y mejor temperatura ambiental, el relajamiento inmune periparto (RIPP) y la lactación (Núñez et al., 1994).



Foto 24 Parásitos frecuentes en llamas (piojos, ácaros y garrapatas)

Foto 25  
Tratamiento sanitario  
en llamas para el  
control de parásitos



### 2.3.6. Efecto del clima

Las alpacas y camélidos debido a que éstos se crían en un sistema extensivo con pastos naturales, el clima ejerce influencia a través de la producción forrajera sobre el crecimiento y el diámetro de la fibra, debido a la precipitación anual (Quispe et al., 2008).

Así mismo, en ovinos el crecimiento de la fibra a lo largo del año sufre variaciones estacionales (Naylor y Hansford, 1999).

Por otra parte, está demostrado el efecto del fotoperiodo sobre el crecimiento de la lana. Variaciones de las horas luz de los días a lo largo del año, explicarían, a través de un complejo control hormonal, aún no conocido totalmente, las variaciones en la producción de lana. Se ha señalado que el efecto del fotoperiodo sobre la producción de lana, proviene de un arcaico patrón de comportamiento de los ovinos, que pierden una vez al año su lana (Nagorcka, 1979; Pearson et al., 1996). Dicho efecto sobre el crecimiento de la fibra también fue reportado en mohair (Stapleton, 1978; McGregor, 1998) y cashmere (McDonald et al., 1987). No existen trabajos al respecto en fibra de camélidos debido probablemente a que en las zonas de mayor producción.

(Perú y Bolivia, principalmente) la variación de la longitud de día es pequeña.



Foto 26. Rebaño mixto de llamas y alpacas soportando las inclemencias del tiempo

### **2.3.7 Efecto de la localización**

Una de las principales características de los ecosistemas altoandinos (donde se crían las alpacas) es su variabilidad climática, propia de todos los ecosistemas de montaña. Este factor hace común y recurrente fenómenos como las sequías, heladas, inundaciones y granizadas. Los habitantes tienen un conocimiento empírico de la realidad climática, sin embargo, en las comunidades campesinas, especialmente en los últimos 30 años, se habla frecuentemente de un cambio en los eventos climáticos (Gallardo et al., 2008)

En el caso del Perú el clima está modelado por cinco factores principales: la cordillera de los Andes, la célula anticiclónica del Pacífico sur, la corriente oceánica ecuatorial de El Niño, la corriente oceánica peruana y el anticiclón del Atlántico sur. De todos ellos, la cordillera de los Andes es especialmente determinante, con la presencia de muchos microclimas (Gallardo et al., 2008). Los diversos rebaños de camélidos se crían justamente en estos parajes con gran variabilidad respecto a su microgeografía, precipitación, sistema vegetal y suelo que serían los factores determinantes sobre el crecimiento y la calidad de la fibra, sea directa o indirectamente (Torres, 2001).

### **2.3.8. Efecto de la condición corporal**

La condición corporal es un método subjetivo que permite evaluar la condición de las reservas en el organismo (grasa y músculo) a través de la apreciación visual y/o palpación de determinadas zonas del cuerpo del animal, otorgándole a la observación valores numéricos predeterminados (Frutos et al., 1997). Animales con baja condición corporal o que pierden condición corporal nos indica que la alimentación de los mismos no ha sido cubierta o no se están satisfaciendo sus requerimientos nutricionales, diferencia de los animales que puedan tener o aumentar su condición corporal. Por ello, es de considerar que la condición corporal es una herramienta útil para evaluar el manejo nutricional al que ha estado sometido un hato de alpacas. El estado nutricional en que se encuentra un animal es el resultado del balance entre consumo y gasto de energía. Si este balance es positivo, se acumulan reservas en forma de tejido graso; si es negativo, se consumirán reservas acumuladas con anterioridad. Podemos considerar, entonces, a las reservas corporales del animal, como una forma más de transferir energía de las épocas de mayor disponibilidad a los períodos de escasez (Chayer, 2005).

La producción y la finura de fibra en alpacas están influenciados fuertemente por la calidad del alimento, pues animales con buena alimentación producen fibras más gruesas (Franco et al., 2009).

Bajo las condiciones extensivas en que se desarrolla la crianza de las alpacas, la disponibilidad de pastos tiene un efecto marcado en el perfil del diámetro de fibra, pues en períodos donde existe poca disponibilidad forrajera baja la condición corporal y disminuye el diámetro de la fibra. Quispe et al., (2008a).

## 2.4. Sistemas de producción de llama

Actualmente las llamas se manejan y producen en sistemas de producción de pequeños rebaños que no sobrepasan los 100 animales y por productores de escasos recursos económicos y con pastos naturales de baja calidad y donde la llama aprovecha estos alimentos bajo en nutrientes, confrontando la secuela de marginalización de los sistemas de subsistencia. Los sistemas explotan la pradera nativa comunitariamente aunque con cargas animales que sobrepasan su capacidad productiva sin que tal desequilibrio haya sido revertido ni atendido adecuadamente por políticas a nivel nacional, regional y de comunidad. La infraestructura productiva es precaria, contándose sólo con corrales rudimentarios de piedra u otro material local, vecinos a la vivienda de los productores o en lugares específicos donde los animales pernoctan protegidos de predadores y del frío (Iñiguez et al., 1997; Wurzinger et al., 2008).

Los sistemas productivos no tienen una naturaleza comercial pero progresivamente parecen orientarse hacia las demandas del mercado, especialmente por la comercialización de la carne fresca y transformada (charqui) y la venta de la fibra.



## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 materiales

#### 3.1.1 Del lugar de ejecución

En alpacas la calidad de la fibra y la producción están influenciadas por la genética, el medio ambiente y la alimentación, la pradera nativa en las zonas alto andinas es el sustento principal de la crianza de camélidos. En la Puna se ubican las zonas agroecológicas de Puna húmeda con precipitaciones que están entre los 400 a 2500 mm/año y suelos profundos y húmedos que favorecen el desarrollo de los pastos naturales y la Puna seca, donde el clima reinante es frío y seco, con temperaturas que oscilan de  $-16^{\circ}\text{C}$  a  $14^{\circ}\text{C}$  y una precipitación pluvial total promedio anual oscilante entre 100 a 400 mm con suelos superficiales arenosos y limosos siendo de baja calidad para el desarrollo de la pradera nativa, aquí las crías que se desarrollan son: alpacas y llamas (Dirección regional de agricultura Puno, 2009).

El presente estudio se realizó con muestras de fibra de animales del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Quimsachata – Puno, ubicada en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, Región Puno, con coordenadas geográficas de  $70^{\circ} 39' 00''$  de la longitud Oeste de Greenwich y el paralelo  $15^{\circ} 46' 00''$  de latitud Sur y con una altura promedio de 4,300 msnm. La precipitación pluvial promedio anual registrada fue de 649.8 mm y la temperatura mínima y máxima anual varió entre  $3.2$  y  $6.9^{\circ}\text{C}$ , respectivamente (INIA, 2007), zona que corresponde a la puna seca, y muestras de fibra de llama tipo chak'u pertenecientes a tres comunidades del distrito de Nuñoa provincia de Melgar, región Puno con una altura promedio de 4,200 msnm con precipitaciones desde los 400 hasta los 2,500 mm/año.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Fibras del Programa de Investigación en Camélidos ubicado en el centro de investigación y producción Quimsachata.

#### 3.1.2 De las muestras de fibra

Las muestras de fibra se obtuvieron de 100 animales por zona agroecológica, 50 de animales de un año de edad y 50 de adultos a partir de los dos años y medio, en total se recolectaron 200 muestras de fibra de llamas chaku.

#### 3.1.3 métodos y procedimientos

##### 3.1.4 En el campo

##### 3.1.4.1 Método de colecta de muestras

El muestreo se realizó al azar de llamas de un año de edad y adultas, del tipo chaku, tomándose una muestra entre 5 a 8 gramos de fibra por animal aproximadamente de la región del costillar medio, esta región corporal representa el promedio de todo el vellón del animal (Mc Gregor, 2003), las muestras de fibra obtenidas fueron colocadas en bolsas de polietileno debidamente rotuladas en forma individual, con datos que incluyeron la procedencia, especie, sexo y número para posteriormente ser llevados al Laboratorio de Fibras del CIP Quimsachata.

## FLUJO DE MUESTREO DE FIBRA EN CAMPO



Selección de llamas del tipo Chaku de un año de edad y animales adultos para la colecta de fibra y posterior



Verificación de los aretes y las características de las llamas para el muestreo de fibra.



Toma de muestra de 10 g de fibra aproximadamente por animal, de la región del costillar medio



Muestras de fibras rotuladas, listas para su evaluación en el laboratorio

### 3.2.2 En el laboratorio de fibras

Las muestras de fibra se analizaron en el Laboratorio del CIP Quimsachata, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), donde se realizaron las mediciones, utilizando los métodos estándar nacionales o internacionales como referencia: Diámetro de fibra (DF), ASTM D2252-18, NTP 231.019:2011 Desviación estándar del Diámetro de fibra (DEDF), Coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), Factor de confort (FC), Índice de curvatura (IC), utilizando el equipo de escaneo laser Optical-based Fibre Diameter Analyser 2000 (OFDA), en tiempo real aplicando el factor de corrección por grasa.

Los efectos de la edad, sexo y zona agroecológica sobre las variables en estudio (características textiles) se calcularon usando un análisis de varianza y un arreglo factorial para la zona x sexo y zona x edad, mediante el Software estadístico R (RStudio Team, 2020). La edad se determinó mediante la consulta en los registros de parición y en otros casos mediante la evaluación de la cronología dentaria.

## IV. RESULTADOS

De cada zona agroecológica (Puna seca y húmeda) en estudio, se tomó 100 muestras de fibra de llamas tipo chaku, considerando la edad (dientes de leche y boca llena) y el sexo (macho y hembra) tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1: Animales muestreados de acuerdo a la zona agroecológica**

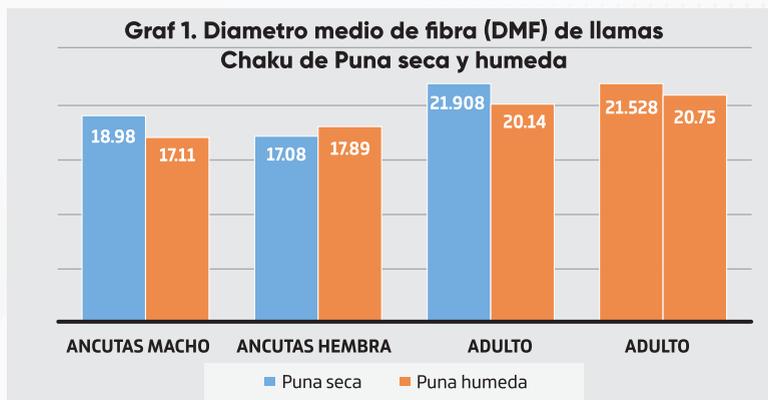
ZONA AGROECOLOGICA	EDAD	SEXO	NUMERO DE ANIMALES
PUNA SECA	ANCUTAS	MACHO	25
		HEMBRA	25
	ADULTOS	MACHO	25
		HEMBRA	25
PUNA HUMEDA	ANCUTAS	MACHO	25
		HEMBRA	25
	ADULTOS	MACHO	25
		HEMBRA	25
TOTAL			200

### 4.1. Diámetro medio de fibra (DMF)

Los resultados del análisis para el diámetro medio de fibra de las llamas chaku, de puna seca se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2: Características físicas de la fibra de llamas por edad en puna seca y húmeda.**

ZONA	EDAD	SEXO	CRONOLOGIA DENTARIA	DMF	SD	CV	CF	CRV
PUNA SECA	ANCUTAS	MACHO	DL	18,98	4,408	23,208	97,192	44,82
		HEMBRA	DL	17,08	5,292	22,584	97,814	38,32
	ADULTAS	MACHO	BLL	21,90	5,424	24,704	90,724	40,26
		HEMBRA	BLL	21,52	5,292	24,492	91,076	40,32
PUNA HUMEDA	ANCUTAS	MACHO	DL	17,11	3,233	22,486	95,653	38,67
		HEMBRA	DL	17,89	3,072	22,674	95,458	38,35
	ADULTAS	MACHO	BLL	20,14	4,067	23,382	93,095	39,64
		HEMBRA	BLL	20,75	4,748	23,054	93,742	39,94



El promedio general del diámetro de fibra de las muestras de llamas chaku es de 19.88 y 18.97 µm para puna seca y húmeda respectivamente que al análisis estadístico no muestran diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ).

Los valores de diámetro medio de fibra sin descender del presente trabajo resultaron inferiores a los reportados en diferentes trabajos en llamas quienes presentan valores de 22.49 µm de llamas procedentes de la región de Apurímac que corresponde a la puna seca. (Laimé et al., 2016); 23.63 µm a llamas chaku criadas en la Raya Cusco, (Ampuero et al., 2015); 23.43 µm promedio que corresponde a llamas ckaku del centro de Desarrollo de Camelidos Llachocc- Huancavellica (Paucar et al., 2015); 20.0 µm (Cancino & Mueller, 2006).

Esta diferencia se debe probablemente al rango de edad de los animales muestreados, así como al tipo de crianza. En cuanto a la zona agroecológica no se observa diferencia estadística pero sí numérica probablemente porque las llamas en estas dos zonas agroecológicas tienen un comportamiento similar en cuanto a su alimentación muy sobria, consumiendo alimento con características fibrosas de menor calidad nutricional y que crece en las partes altas.

En puna seca el diámetro medio de fibra (DMF) para ancutas del tipo chaku es de 18.03 µm y para llamas adultas es de 21.71 µm, al análisis estadístico muestra diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), y para puna húmeda los valores de DMF para ancutas y llamas adultas es de 17.5 y 20.45 µm, respectivamente, mostrando también al análisis estadístico diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), respecto a la diferencia de DMF entre ancutas y llamas adultas tanto en puna seca como húmeda, Sunari (1986) demostró en llamas que el diámetro de fibra aumenta con la edad y el número de esquilas.

Larios et al (2021) manifiesta que en alpacas se evidencia una fuerte influencia de la edad frente al DF el cual se incrementa a medida que aumenta la edad de manera progresiva siendo las alpacas jóvenes (DL), aquellas que presentan menor diámetro (18.99 µm) y las alpacas adultas (BLL), tienen el diámetro mayor (23.33 µm). Estos resultados concuerdan a los valores de diámetro de fibra obtenidos en las muestras de fibra de alpacas del CIP La Raya, por el método de micro proyección, donde los diámetros fueron de 20,36 y 24,19 µm, evaluados en alpacas de uno y cinco años, respectivamente (Velarde, 2011). Resultados parecidos se obtuvieron en la región

El promedio general del diámetro de fibra de las muestras de llamas chaku es de 19.88 y 18.97  $\mu\text{m}$  para puna seca y húmeda respectivamente que al análisis estadístico no muestran diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ).

Los valores de diámetro medio de fibra sin descender del presente trabajo resultaron inferiores a los reportados en diferentes trabajos en llamas quienes presentan valores de 22.49  $\mu\text{m}$  de llamas procedentes de la región de Apurímac que corresponde a la puna seca. (Laime et al., 2016); 23.63  $\mu\text{m}$  a llamas chaku criadas en la Raya Cusco, (Ampuero et al., 2015); 23.43  $\mu\text{m}$  promedio que corresponde a llamas ckaku del centro de Desarrollo de Camelidos Llachocc- Huancavellica (Paucar et al., 2015); 20.0  $\mu\text{m}$  (Cancino & Mueller, 2006).

Esta diferencia se debe probablemente al rango de edad de los animales muestreados, así como al tipo de crianza. En cuanto a la zona agroecológica no se observa diferencia estadística pero si numérica

## 4.2. Coeficiente de variabilidad (CV)

**Tabla 3: Características físicas de la fibra de llamas, Coeficiente de variabilidad**

ZONA	EDAD	SEXO	CRONOLOGIA DENTARIA	CV
PUNA SECA	ANCUTAS	MACHO	DL	23,208
		HEMBRA	DL	22,584
	ADULTAS	MACHO	BLL	24,704
		HEMBRA	BLL	24,492
PUNA HUMEDA	ANCUTAS	MACHO	DL	22,486
		HEMBRA	DL	22,674
	ADULTAS	MACHO	BLL	23,382
		HEMBRA	BLL	23,054

El coeficiente de variabilidad (CV) del promedio de diámetro de fibra de llamas chaku para las zonas agroecológicas de puna seca y húmeda fue de 23.75 y 22.89% respectivamente, al análisis estadístico no muestra diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ).

Lupton et al., (2006), indica que es conveniente un valor menor a 24% de coeficiente de variabilidad del diámetro de fibra, pues a partir de este valor, la finura al hilado disminuye 1  $\mu\text{m}$  por cada 5% de disminución. El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra encontrado en las muestras de fibra en el presente trabajo es el adecuado para las exigencias de la industria textil Lupton et al., (2006).

El coeficiente de variabilidad del diámetro promedio de la fibra en el vellón de llamas chaku para el factor sexo en puna seca fue para ancutas de 23.20 y 22.58 % para machos y hembras, respectivamente y en llamas adultas fue de 24.49 y 24.48% para machos y hembras, respectivamente, al análisis estadístico no muestran diferencia significativa en ambos casos ( $p \geq 0.05$ ). Para el factor sexo en puna húmeda, para ancutas fue de 22.48 y 22.67 % para machos y hembras, respectivamente y en llamas chaku adultas fue de 23.38 y 23.05 % para machos y hembras, respectivamente, al análisis estadístico tampoco muestran diferencia significativa en ambos casos ( $p \geq 0.05$ ).

Los resultados obtenidos concuerdan con los encontrados por (Laime et al., 2016), que no encontró diferencias entre sexos y reporta valores similares a los reportados en el presente trabajo, sus valores son de 22.3 y 22 % en machos y hembras, respectivamente.

### 4.3. Factor de confort (FC)

Tabla 4: Características físicas de la fibra de llamas, Factor de confort (FC)

ZONA	EDAD	SEXO	CRONOLOGIA DENTARIA	CF
PUNA SECA	ANCUTAS	MACHO	DL	97,192
		HEMBRA	DL	97,814
	ADULTAS	MACHO	BLL	90,724
		HEMBRA	BLL	91,076
PUNA HUMEDA	ANCUTAS	MACHO	DL	95,653
		HEMBRA	DL	95,458
	ADULTAS	MACHO	BLL	93,095
		HEMBRA	BLL	93,742

Los resultados generales de factor de confort de la fibra de llamas Chaku según la zona agroecológica de puna seca y húmeda es de 94.20 y 94.48% respectivamente al análisis estadístico no muestra diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los obtenidos por (Quispe, 2014) de 94.8%. Ligeramente superiores a los reportados por Laime et al., (2016) de 92% y superiores a los obtenidos por Ampuero et al., (2015) de 85.80% y Paucare et al. (2015) de 87.86%.

En ocho comunidades de la región Huancavelica se realizaron la evaluación de fibra de alpacas de distintas edades y sexos, encontrando un Factor de Confort de 93,67 %, el cual se considera como un buen factor según los requerimientos de la industria textil (Quispe et al., 2009).

El factor de confort en el vellón de llamas chaku para puna seca según el sexo fue de 93.96 y 94.45% en machos y hembras, respectivamente y en llamas chaku para puna húmeda fue de 94.37 y 94.60% en machos y hembras, respectivamente, al análisis estadístico no muestra diferencia significativa en ambos casos ( $P > 0.05$ ).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son superiores con los reportados por Laime et al., (2016), quien encontró valores de 92.00 y 91.90 % en machos y hembras no encontrando diferencia para el factor sexo y muy superiores a los resultados hallados por Díaz (2014) en híbridos llama Suri con valores de 83.05 y 82.66% en machos y hembras, respectivamente; el sexo no tiene efecto sobre estas características tal como refiere Martínez et al. (1997) y Siguayro. (2010)

En alpacas la fibra de Puna húmeda de la región Puno sería adecuada para la industria textil. Por otro lado, el comportamiento del FC de la fibra frente a la edad evidenció valores de 97.42 y 85.22 % para alpacas DL y BLL ( $P < 0.05$ ), respectivamente, disminuyendo el FC conforme la edad avanza. Evidencias similares en Puna húmeda, informo Ormachea et al. (2015), donde muestra valores de 97.50, 95.85 y 93.43 %, en alpacas de dos, tres y cuatro años, respectivamente, indicando que en las fibras gruesas existe mayor presencia de médula; en llamas y alpacas, estos valores aumentan significativamente con la edad (McGregor, 2006).

## 4.4. Índice de curvatura (IC)

Tabla 5: Características físicas de la fibra de llamas, índice de curvatura (IC).

ZONA	EDAD	SEXO	CRONOLOGIA DENTARIA	CRV
PUNA SECA	ANCUTAS	MACHO	DL	44,82
		HEMBRA	DL	38,32
	ADULTAS	MACHO	BLL	40,26
		HEMBRA	BLL	40,32
PUNA HUMEDA	ANCUTAS	MACHO	DL	38,67
		HEMBRA	DL	38,35
	ADULTAS	MACHO	BLL	39,64
		HEMBRA	BLL	39,94

También conocido como el grado de ondulación de la fibra (rizo), en relación a la zona agroecológica, el Índice de curvatura para la fibra de llamas chaku fue similar entre Puna húmeda ( $39.15^{\circ}/\text{mm}$ ) y Puna seca ( $40.93^{\circ}/\text{mm}$ ), no encontrándose diferencia significativa al análisis estadístico ( $p \geq 0.05$ ).

El índice de curvatura de la fibra en el vellón de llamas chaku de puna seca para el factor sexo fue de  $42.54^{\circ}/\text{mm}$  y  $39.32^{\circ}/\text{mm}$  para machos y hembras respectivamente, y en llamas de puna húmeda fue de  $39.16^{\circ}/\text{mm}$  y  $39.14^{\circ}/\text{mm}$  en machos y hembras, respectivamente, al análisis estadístico no muestra diferencia significativa en ambos casos ( $P > 0.05$ ).

Los resultados obtenidos son inferiores a los encontrados por Siguayro. (2010) con valores de  $49.96$  y  $47.66^{\circ}/\text{mm}$  y mayores a los reportados por Laimé et al. (2016) con valores de  $37.7$  y  $37.9^{\circ}/\text{mm}$  en llamas Ch´acu en machos y hembras, respectivamente, afirmando que el factor sexo no influye en esta variable.



## V. CONCLUSIONES

El promedio general del diámetro de fibra de las muestras de llamas chaku es de 19.88 y 18.97  $\mu\text{m}$  para puna seca y húmeda respectivamente, no observándose influencia de la zona agroecológica.

En puna seca el diámetro medio de fibra (DMF) para ancutas del tipo chaku es de 18.03  $\mu\text{m}$  y para llamas adultas es de 21.71  $\mu\text{m}$ , para puna húmeda los valores de DMF para ancutas y llamas adultas es de 17.5 y 20.45  $\mu\text{m}$ , estos resultados evidencia una fuerte influencia de la edad frente al DF el cual se incrementa a medida que aumenta la edad de manera progresiva siendo las ancutas (DL), aquellas que presentan menor diámetro frente a las llamas adultas (BLL) que tienen un diámetro mayor, además que no se observó diferencia al comparar el DMF entre machos y hembras.

El coeficiente de variabilidad del diámetro medio de fibra encontrado en las muestras de fibra de llamas chaku procedentes de la puna seca y húmeda, es el adecuado para las exigencias de la industria textil.

El factor de confort (FC) de la fibra de las llamas chaku, disminuye conforme la edad avanza. Siendo similar el comportamiento en Puna húmeda como en puna seca.

El Índice de curvatura para la fibra de llamas chaku fue similar para la puna húmeda y puna seca y el factor sexo no influye en esta variable.



## BIBLIOGRAFÍA

Ampuero, E., H. A. Quispe, R. Ciprián, W. Choquepuma, N. Calderón, N. Huanca,... H. Cucho (2015). Características de la fibra de llamas Chaku (Lama glama) hembras en Cusco. VII Congreso Mundial De Camélidos Sudamericanos Puno Perú.

Cancino, K. & J. Mueller (2006). Parámetros cualicuantitativos de la producción de fibra de llamas ( IV Congreso Mundial de Camélidos. Catamarca, Argentina, (January), 11-15.

Cardozo, A. (2007). Camélidos. Ed. Centro de Investigación en Forrajes La Violeta UMSS. Cochabamba. Bolivia.

Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos. En: Novoa y Flores. Producción de rumiantes menores: Alpacas. Lima, 297-359.

Diaz, E. (2014). Analisis de la diversidad y estructura genetica-fenotipica de poblaciones de llama suri en las regiones de Cusco y Puno. Tesis de Pregrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad nacional del Altiplano Puno.

Franco, E., W. García, D. & Pezo (1998). Manual de crianza de llamas. PubTéc. FMV Perú No 33. Lima: UNMSM.  
Frank, E. (2013). Camélidos sudamericanos. Producción de fibra, bases físicas y genéticas. Revista Argentina de Producción Animal, 28(2), 119-122.

INEI. (2015). Compendio Estadística Perú 2015. En Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio Estadístico Perú (p. 80). Recuperado a partir de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm)

Iñiguez L.C., R. Alem, A. Wauer, & J. Mueller (1998). Fleecetypes, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population from southern Bolivia. Small Rumin. Res., 30, 57-65.

Laimé Huarcaya, Flor de María, Pinares Huamaní, R., Paucara Ocsa, V., Machaca Machaca, V., & Quispe Peña, E. C. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de Descerdar. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú vol: 27 (2) pp: 209.

Liu, X., L. Wang, & X. Wang (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers. Textile Res. J., 74(6);, 535-538.  
Lupton, C., A. McColl, & R. Stobart (2006). Fiber characteristics of the Huacaya alpaca. Small Ruminant Res, 64, 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>

Ampuero, E., H. A. Quispe, R. Ciprián, W. Choquepuma, N. Calderón, N. Huanca,... H. Cucho (2015). Características de la fibra de llamas Chaku (Lama glama) hembras en Cusco. VII Congreso Mundial De Camélidos Sudamericanos Puno Perú.

Cancino, K. & J. Mueller (2006). Parámetros cualicuantitativos de la producción de fibra de llamas ( IV Congreso Mundial de Camélidos. Catamarca, Argentina, (January), 11-15.

Cardozo, A. (2007). Camélidos. Ed. Centro de Investigación en Forrajes La Violeta UMSS. Cochabamba. Bolivia.

Carpio, M. (1991). La fibra de camélidos. En: Novoa y Flores. Producción de rumiantes menores: Alpacas. Lima:, 297-359.

Diaz, E. (2014). Analisis de la diversidad y estructura genética-fenotípica de poblaciones de llama suri en las regiones de Cusco y Puno. Tesis de Pregrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad nacional del Altiplano Puno.

Franco, E., W. García, D. & Pezo (1998). Manual de crianza de llamas. PubTéc. FMV Perú No 33. Lima: UNMSM.  
Frank, E. (2013). Camélidos sudamericanos. Producción de fibra, bases físicas y genéticas. Revista Argentina de Producción Animal, 28(2), 119-122.

INEI. (2015). Compendio Estadística Perú 2015. En Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio Estadístico Perú (p. 80). Recuperado a partir de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1253/cap12/ind12.htm)

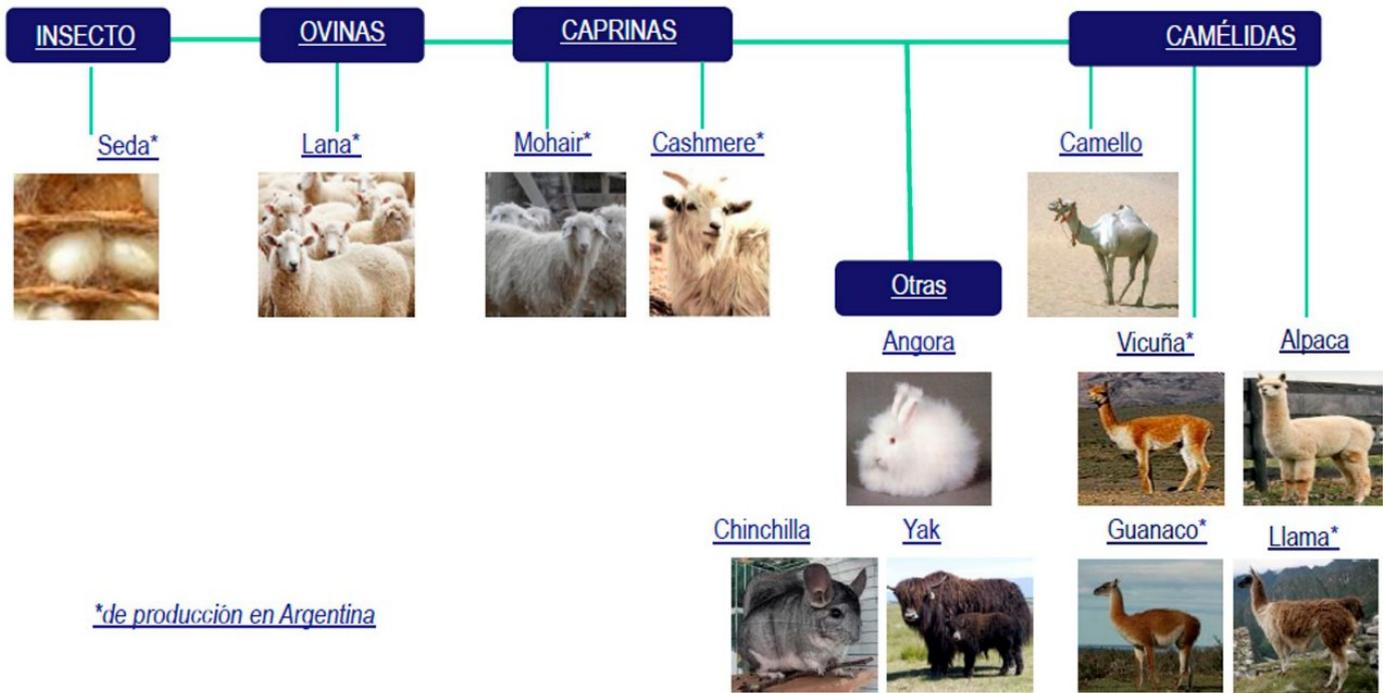
Iñiguez L.C., R. Alem, A. Wauer, & J. Mueller (1998). Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population from southern Bolivia. Small Rumin. Res., 30, 57-65.

Laime Huarcaya, Flor de María, Pinares Huamaní, R., Paucara Ocsa, V., Machaca Machaca, V., & Quispe Peña, E. C. (2016). Características Tecnológicas de la Fibra de Llama (Lama glama) Chaku antes y después de Descerdar. Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru vol: 27 (2) pp: 209.

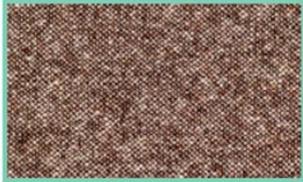
Liu, X., L. Wang, & X. Wang (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers. Textile Res. J., 74(6):, 535-538.  
Lupton, C., A. McColl, & R. Stobart (2006). Fiber characteristics of the Huacaya alpaca. Small Ruminant Res, 64, 211-224. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>

Mamani, W. (2012). Diámetro de fibra, pelos y porcentaje de pelos en llamas Q'ara y Chaku del CIP La Raya. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano.

## FIBRA ANIMALES CLASIFICACIÓN DE FIBRAS ANIMALES



## PROPIEDADES DE LAS FIBRAS ANIMALES



Respirabilidad

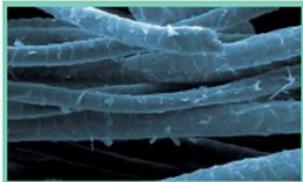


Regulación  
térmica

Resistencia a  
mancharse



Libre de Olores



Resistencia al  
calor e  
inflamabilidad

Elongación y  
elasticidad

Comportamiento  
hidrófobo

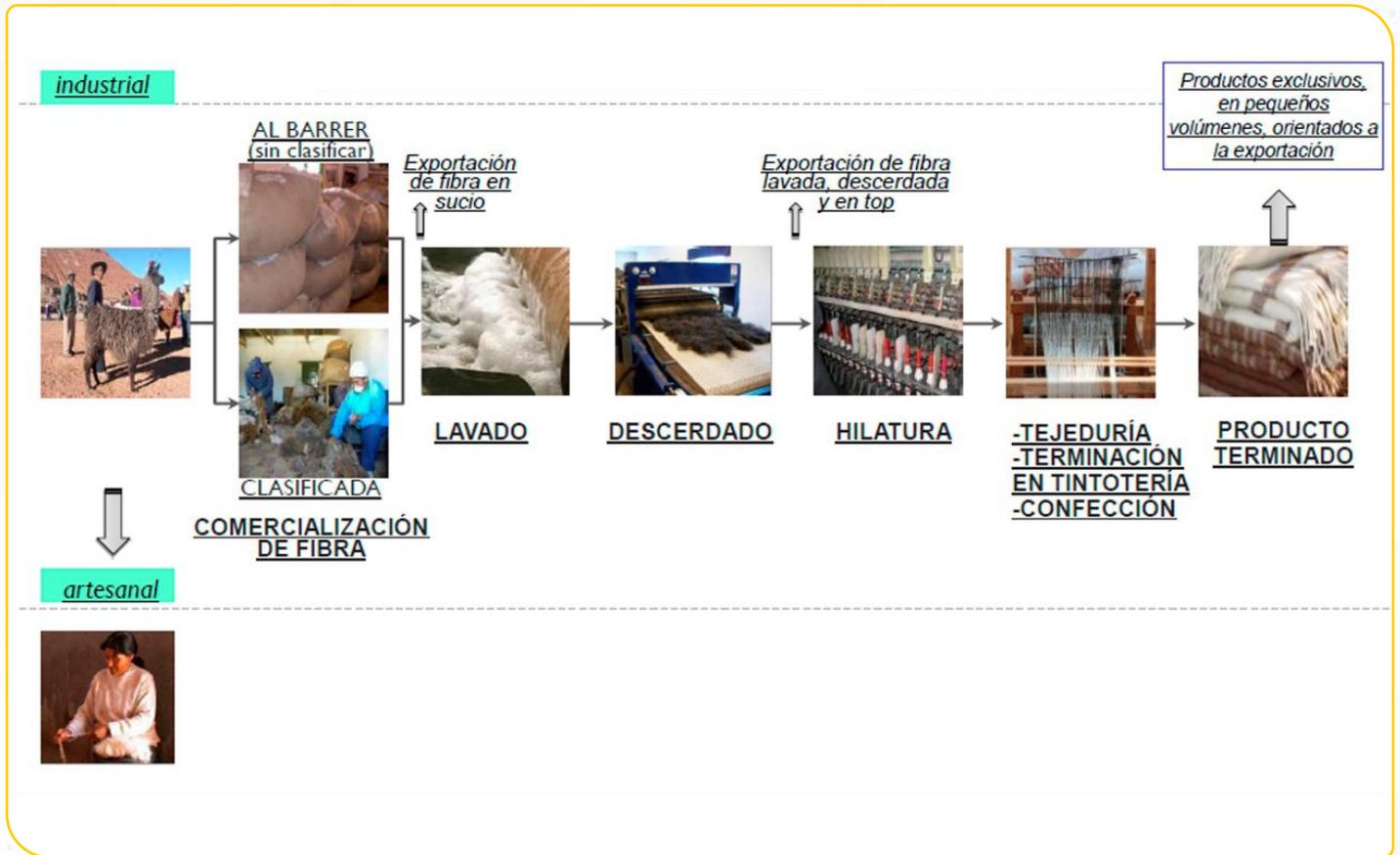
Afieltrado

Absorción de  
humedad



Electricidad  
estática

## CADENA DE VALOR TEXTIL - FIBRAS ANIMALES



## CLASIFICACIÓN POR COLOR

### COLORES



BL BLANCO



N NEGRO



G GRIS



MO MARRÓN OSCURO



MC MARRÓN CLARO



CC CAFÉ CLARO



CO CAFÉ OSCURO



PO PINTADO OSCURO



PC PINTADO CLARO



BE: Beige



PC: Pintado Claro



Propuesta de  
colores para lotes  
en bruto



M: Marrón

Paleta de colores  
comerciales para  
tops e hilados



## PROCESO INTEGRADO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE FIBRA



**Consejo Directivo del CITE CS:**

**Presidente:**

Juan Pedro Fredes Pineda  
Faustino Adolfo Jahuirá Huarcaya  
Oscar Efraín Cardenas Minaya  
Jitler Colque Ramos

**Equipo Técnico del CITE CS:**

**Director Ejecutivo:**

Andrés Condori Ticona

Amparo Rosario Urviola Sanchez  
Wilson Mamani Villasante

Centro de Innovación Tecnológica de los Camélidos Sudamericanos.

Jirón llave N° 256 Puno - Perú

Teléfono: (051) 775167

Primera Edición

Tiraje: 500

Puno, Noviembre de 2021

