UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMA (*Lama glama*) RAZA CH'AKU EN LA COMUNIDAD ISCAHUACA, REGIÓN APURÍMAC

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Presentado por:

FLOR DE MARÍA LAIME HUARCAYA.

Abancay, Enero del 2014

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC

CÓDIGO	MFN
MVZ t 2014	BIBLIOTECA CENTRAL

FECHA DE INGRESO: 23 DIC. 2014

Nº DE INGRESO: 00397

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMA (*Lama glama*) RAZA CH'AKU EN LA COMUNIDAD ISCAHUACA, REGIÓN APURÍMAC

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMA (*Lama glama*) RAZA CH'AKU EN LA COMUNIDAD ISCAHUACA, REGIÓN APURÍMAC

Jurado Evaluador Integrado por:

.....

MSc. MVZ. Víctor, A. Ramos de la Riva
PRESIDENTE

.....

MSc. MVZ. Delmer Zea Gonzales
PRIMER MIEMBRO

.....

MVZ. Juan. R. Soncco Quispe
SEGUNDO MIEMBRO

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMA (*Lama glama*) RAZA CH'AKU EN LA COMUNIDAD ISCAHUACA, REGIÓN APURÍMAC

Asesores Integrado por:

.....
MSc. MVZ. Virgilio Machaca Machaca
ASESOR PRINCIPAL

.....
Ph.D. Ing. Edgar C. Quispe Peña
ASESOR

.....
MVZ. Valeriano Paucara Ocsa
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMA (*Lama glama*) RAZA CH'AKU EN LA COMUNIDAD ISCAHUACA, REGIÓN APURÍMAC

Autoridades:

.....
Dr. Alejandro Narváez Liceras
RECTOR

.....
Ph.D. Ing. Lucy Guanuchi Orellana
VICERRECTOR ACADEMICO

.....
Msc. Liliam Rocío Bárcena Rodríguez
DECANA DE FACULTAD

DEDICATORIA

A mis queridos padres Julio Laime y Matilde Huarcaya, a mis hermanos Juan Carlos, Julio Cesar, Elizabeth, Edith, Zory E. con aprecio, cariño, respeto y eterna gratitud; quienes en todo momento me brindaron su apoyo y comprensión, para lograr mi anhelo profesional.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por guiar mi camino para seguir adelante, sobreponiéndome a los obstáculos que se me presentaron.
- A toda mi familia por su incesante apoyo y comprensión en todo momento, en especial a mis padres Julio y Matilde, mis hermanas Edith y Zory, E.
- A mi alma mater "Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac", por acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente.
- Al MSc. MVZ. Virgilio Machaca Machaca, por su acertada dirección y apoyo incondicional como pratrocinador del presente trabajo de investigación.
- Al Ph.D. Ing. Edgar. Carlos Quispe Peña, por su apoyo y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.
- Al MVZ. Valeriano Paucara Ocsa, por su asesoría y apoyo en la ejecución del presente trabajo.
- Al MVZ. Salustiano Paredes Mamani, por su apoyo en la culminación del presente trabajo.
- A cada uno de los docentes de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que me impartieron sus conocimientos, vital para mi formación profesional.
- A mis amigas (os) y compañeros, quienes directa e indirectamente me apoyaron en el transcurso de mi formación profesional y contribuyeron en la culminación de la presente investigación.
- A David, por su apoyo y motivación en todo el transcurso de mi formación profesional y de la presente investigación.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Origen de los camélidos	3
2.2. Los camélidos en la historia y la actualidad del Perú	4
2.3. Hábitat de los camélidos sudamericanos	5
2.4. La llama	5
2.4.1. Ubicación taxonómica	5
2.4.2. Población de llamas en el Perú	6
2.4.3. Razas o tipos de llamas	7
2.4.4. La llama fina	7
2.4.5. La llama lanuda	7
2.4.6. Conformación general	8
2.5. Descerdado	8
2.5.1. Características de la fibra antes y después de descerdar	9
2.6. Características tecnológicas de la fibra de la llama Ch'aku	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación espacio – temporal	18
3.2. Población y muestra	18
3.2.1. Población	18
3.2.2. Muestra	18

3.3. Materiales 19

3.4. Metodología 20

3.5. Procesamiento y Análisis de datos 22

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 23

4.1. Evaluación general de las características tecnológicas de la fibra de llama 23

4.2. Efecto del sexo y clase sobre las características tecnológicas de la fibra de llama 25

4.3. Relaciones entre algunas características tecnológicas de las fibras de llama ch'aku 28

V. CONCLUSIONES 31

VI. RECOMENDACIONES 33

VII. BIBLIOGRAFÍA 34

ANEXO 42

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Población de llamas en el Perú	6
Tabla 02: Distribución Muestral de Llamas	20
Tabla 03: Medias de las características tecnológicas de la fibra de llama después del descerdado	25
Tabla 04: Características tecnológicas de la fibra de llama al descerdado según clase y sexo	26
Tabla 05: Correlaciones de las características tecnológicas	29

RESUMEN

En la presente investigación se ha determinado características tecnológicas de la fibra de llama raza ch'aku al descerdado de la comunidad de Iscahuaca según, sexo y clase, y sus correlaciones entre estas características, se tomaron muestras de fibras de llama ch'aku en la comunidad de Iscahuaca, ubicada en el distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes, región Apurímac; y analizadas en el Laboratorio de Fibras y Lanas de la Universidad Nacional de Huancavelica. Se usó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2*2 (clases y sexos) para determinar la media de diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra (CVMDF), factor de confort (FC), índice de curvatura (IC) y finura al hilado (FH); las fibras se analizaron descerdadas. Los valores promedio encontrados para las clases juvenil, adulta y sexos machos, hembras de la fibra al descerdado fueron; en media de diámetro de fibra (MDF), 21.28, 22.30, 21.68 y 21.90 μm; coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra (CVMDF) 20.63, 20.05, 20.35 y 20.33 %; factor de confort (FC) 95.61, 93.53, 94.83 y 94.39 %; índice de curvatura (IC) 41.82, 43.04, 41.56 y 43.28 °/mm; finura al hilado (FH) 20.68, 21.54, 21.00 y 21.22 μm, respectivamente, se encontraron diferencias significativas solo entre clases ($p<0.05$), por otro lado se encontró, correlaciones altas entre MDF y FH con un grado de asociación positiva (0.99); MDF y FC con un grado de asociación negativa (-0.98); entre FH y FC un grado de asociación negativa (-0.97). Al descerdar la fibra de llama, mejoró las características tecnológicas de importancia en la clasificación de la fibra para la industria textil, por otro lado la media de diámetro de fibra tiene correlaciones favorables con las demás características y por consiguiente favorables para la calidad del producto.

Palabras clave: Ch'aku, características tecnológicas, fibras, descerdado.

ABSTRACT

Technological characteristics of llama (*Lama glama*) ch'aku race fiber have been determined dehairingat Iscahuaca community according to gender and class and correlations among these characteristics. Fiber samples were taken from Iscahuaca community located in Cotaruse district, Aymaraes province in Apurimac region. Samples were analyzed at National University of Huancavelica Wool Fiber Laboratory. The experimental design was factorial arrangement completely randomized 2 * 2 (class and gender) to determine mean diameter fiber (MDF), coefficient of variation of mean diameter fiber (CVMDF) , comfort factor (CF) curvature index (CI) and the spinning fineness (FH); fibers were analyzed complete withbristles and without it. The average values found for juvenile , adult, male gender class after dehairing females were on mean diameter fiber (MDF) , 21.28 , 22.30 , 21.68 and 21.90 µm , coefficient of variation on mean diameter fiber (CVMDF) 20.63 20.05 , 20.35 and 20.33 % ; comfort factor (FC) 95.61 , 93.53 , 94.83 and 94.39 %, curvature index (CI) 41.82 , 43.04 , 41.56 and 43.28 ° / mm , spinning fineness (FH) 20.68 , 21.54 , 21.00 21.22 and µm, respectively, only significant differences between classes ($p<0.05$). The degree of association by another in the ratio of FH and FC is (-0. 97), the relationship between MDF and FH will have a degree of highly positive correlation (0.99); MDF and FC will a degree of association negative (-0.98).

When fiber dehairing flame, improved technological characteristics of importance in the classification of fiber for the textile industry, on the other hand the average fiber diameter is favorable correlations with other characteristics and favorable therefore for product quality.

Keywords: Ch'aku, technological characteristics, fiber, dehairing.

I. INTRODUCCIÓN

Los Camélidos Sudamericanos Domésticos tienen una importancia relevante en la actividad socioeconómica; del mismo modo constituyen valiosos recursos para el desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores de la región andina.

Más de un millón de pequeños productores de los Andes centrales de Sudamérica tienen alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) como principal medio de subsistencia. Estos animales proveen carne, leche, fibra, energía de transporte, piel y guano, además, son un elemento importante de la identidad cultural de sus pueblos (Quispe et al., 2009).

En el Perú son considerados como patrimonio nacional y cultural, se estima una población nacional de 1'274,425 llamas (MINAG, 2007). La región Apurímac cuenta 58,370 llamas (MINAG, 2007); en la provincia de Aymaraes un total de 17,370 llamas y en la comunidad de Iscahuaca 1,800 llamas con 38.5% de la raza ch'aku (CONACS, 2006).

Hasta ahora la llama es la segunda especie más numerosa de los camélidos sudamericanos en el país, su hábitat se encuentra en el medio ecológico alto andino, ocupando pisos altitudinales entre 3,800 y 5,000 m.s.n.m pues durante un proceso de miles de años se ha adaptado a este

medio ecológico agreste, y en la actualidad brinda la posibilidad de ingresos económicos al criador alto andino, debido a que otras especies como vacunos y ovinos no prosperan en forma eficiente y la actividad agrícola es casi nula. La fibra de llama, tradicionalmente fue considerada de calidad inferior por ser muy heterogénea, debido a la presencia de un considerable porcentaje de cerdas o pelos; sin embargo, resultados de investigaciones recientes y gracias a los avances tecnológicos de descerdado la fibra de llama es hoy considerada de calidad textil similar e inclusive mejor al de la alpaca (Rossi, 2004).

Por otro lado, la crianza de la llama Ch'aku puede también ser otra alternativa que permita atenuar la pobreza de las familias acentuadas en la región alto andina, mediante el descerdado manual de la fibra se pueden generar nuevas fuentes de empleo, la apertura de nuevo flujos de ingresos económicos y al mismo tiempo le permitirá mejorar la calidad textil de su fibra.

Por las consideraciones anteriores, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar cinco características tecnológicas (media de diámetro de fibra: MDF; coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra: CVMDF; factor de confort: FC; índice de curvatura: IC; finura al hilado: FH) de la fibra de llama raza ch'aku al descerdado en la comunidad de Iscahuaca, evaluando también los efectos del sexo y clase. Adicionalmente se determinó la relación entre las características tecnológicas anteriormente indicadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. **Origen de los camélidos**

Se conoce como camélidos a un grupo de mamíferos (orden de los artiodáctilos, familia camélidae), que se originaron en América del Norte hace más de 60 millones de años. Un ancestro común de los camélidos asiáticos y sudamericanos (Paracamelus) vivió en California y México hace 9 a 11 millones de años, y de éste un grupo de ancestros migró a Asia y dio origen a los camélidos asiáticos y africanos, como son el dromedario (con una joroba) y el camello (con dos jorobas), mientras que otro grupo migró a América del sur, al establecerse el istmo (canal) de Panamá hace unos 30 millones de años, y dio origen a los camélidos sudamericanos de los que en la actualidad dos son domesticados; la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*); y quedan dos especies silvestres: el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*). Los camélidos se extinguieron en América del Norte (Wheeler, 1995).

2.2. **Los camélidos en la historia y la actualidad del Perú**

Los camélidos sudamericanos son una riqueza natural que está relacionado de un modo muy íntimo con la economía y la historia del Perú. Desde tiempos ancestrales, con la llegada de los primeros pobladores dentro del territorio peruano, representaron un elemento fundamental en la dieta de los cazadores y recolectores alto andinos, tal como consta en una gran cantidad de pinturas rupestres con escenas de caza de camélidos. Con la aparición de las primeras sociedades – estado, la domesticación de los camélidos fue la principal actividad ganadera que se desarrolló, sobre todo para aquellas civilizaciones que surgieron en la región del Altiplano peruano – boliviano, tal como las sociedades Pucara y Tiawanaku. Este desarrollo alcanzaría su mayor evolución durante el periodo incaico, el Tawantinsuyo, en el cual la ganadería de llamas y alpacas era una actividad regulada y también llevada a cabo por el estado. Con la llegada de los conquistadores españoles, la crianza de estos animales se convirtió en una actividad marginal, relegada a los terrenos más altos y alejados. Durante los últimos siglos, esta situación más bien ha sido acentuada, dados los patrones de acumulación de la economía agraria nacional en general, y de la economía agraria de la Sierra en particular (Rostworowski, 1988).

En términos generales, la crianza de los camélidos sudamericanos está relegada a comunidades campesinas cuyas tierras se hallan en las zonas más altas y aisladas del país. Pese haber sido (por lo menos en los últimos 150 años) una actividad orientada al mercado externo, muy pocos capitales se han dirigido a las actividades de crianza. Esto explica, más allá de los anticuerpos a la inversión privada hacia el agro generado por la Reforma Agraria de 1969, la poca modernización del sector. Sin embargo, persisten las ventajas económicas que ofrecen el medio natural, el tamaño del hato nacional y la calidad de los recursos genéticos.

Por esas y otras razones, en la cría y aprovechamiento de los camélidos siguen existiendo grandes posibilidades de negocio para el país. Para ello, la actividad debe llegar a convertirse poco a poco en una fuente generadora de ingresos y empleo en gran escala (Brenes et al., 2001)

2.3. **Hábitat de los camélidos sudamericanos**

El hábitat de los camélidos sudamericanos está constituido principalmente por formaciones ecológicas de Puna y Altos Andes, donde la altitud oscila entre los 3,800 y 5,000 m.s.n.m con una temperatura promedio entre 6 y 8 °C y un nivel de precipitación entre 400 y 700 mm. Se distribuyen desde el norte del Perú hasta el norte de Argentina, incluyendo las respectivas áreas Alto Andinas de Bolivia y Chile; teniendo como características generales de ser más húmeda en dirección al norte donde se continúa hacia el Páramo (Ecuador) y más seco hacia el sur. Las alpacas prefieren vivir alrededor de las zonas húmedas o bofedales, la vicuña, en cambio, prefiere las praderas altas y la llama habita en todos los niveles, aunque prefiere los lugares secos (Brenes et al., 2001).

2.4. **La llama**

2.4.1. **Ubicación taxonómica**

Reino : Animal

Tipo : Mamífero herbívoro

Orden : Artiodactyla

Sub-órden : Tylópoda

Familia : Camelidae

Género : Lama

Especie : *Lama glama*

(Wheeler, 1995).

2.4.2. Población de llamas en el Perú

La población de llamas de los dos tipos, así como su distribución en el territorio nacional se presenta en el Cuadro 1. Según estimado del MINAG en el año 2007, el Perú tendría una población de 1'274,425 llamas. La región Puno es la que posee la mayor concentración de llamas, seguido por Cusco, Huancavelica y Arequipa.

Tabla 01: Población de llamas en el Perú

Región	Número	Porcentaje (%)
Puno	437,090	34.30
Cusco	237,789	18.66
Huancavelica	133,670	10.49
Ayacucho	129,320	10.15
Arequipa	114,410	8.98
Apurímac	58,370	4.58
Pasco	44,310	3.48
Moquegua	42,803	3.36
Junín	38,340	3.01
Lima	23,748	1.86
Tacna	14,575	1.14
TOTAL	1'274,425	100.00

MINAG (2007)

2.4.3. Razas o tipos de llamas

Desde inicios del siglo, quizás de la conquista, se refiere de la existencia de dos razas de llamas. A pesar del tiempo transcurrido recién se está llevando su caracterización, dicho proceso de diferenciación está, por ahora, en un proceso embrionario de estudio; existen apenas indicios que están justificando las apreciaciones dadas por el empirismo. Por ello, es adecuado hablar de tipos, ya que esta denominación es aún amplia y en el futuro podría dar lugar a la especificación de razas (Cardozo, 1995).

El concepto de raza, en efecto, tiene connotaciones a las de tipo, pero a un nivel de mayor especificidad. Según Renieri (2009) se menciona dos razas de llamas estas son las llamadas "razas primitivas" o "razas primarias" dentro de las cuales se encuentra la k'ara y ch'aku.

2.4.4. La llama k'ara

La llama fina (Vidal, 1967) o Q'ara, "Desnuda", "Pelada" (Ruiz de Castilla, 1994) o Ccara Sullo (Calderon, 1959), gala o gara o misti tiene formas hipermétricas, escaso vellón, abundante fibra gruesa (sobre todo en el pescuezo y en las extremidades). Este tipo es la que se presta más para transporte de carga.

2.4.5. La llama lanuda o Ch'aku

La llama lanuda (Vidal, 1967), denominado también como tapado (Calderon, 1959), Ch'aku cubierta (Ruiz de Castilla, 1994) o Thaja, Thapa, T'amphulli (Cardozo, 1995), Chocos o peludas se describen como animales breviformes y eumétricos porque poseen fibras más largas y finas que el tipo anterior y se consideran menos aptas para el carguío, estas presentan formas braquimorfas, más cortas y arredondeadas (Cardozo, 1995). La cubierta de fibra o vellón que posee el cuerpo es abundante; y por esa razón, se la podría considerar, a este tipo de llama, como de alta producción de fibra, y por consiguiente también se podría hablar del

vellón tipo thapa. Aunque la cobertura de vellón sobre el cuerpo del animal es más o menos similar que el tipo K'ara, la longitud de fibra es mucho más larga, como el doble que el tipo K'ara y también consiguiente la longitud de la cerda es más larga.

2.4.6. **Conformación general**

La fibra y cerdas cubren el copete, los costados de las orejas, y nuca especialmente el copete que cae por la frente se arquea por encima de los ojos o del cigomático, como si se les hubiera arreglado y que le da una apariencia de una cabeza con pelos peinados así adelante, hacia arriba y hacia los costados, de modo que leda una apariencia general de una cabeza bien cubierta y abultada.

El cuello también está plenamente cubierto por todos sus costados, de fibras y cerdas largas de modo que le da una apariencia de un cuello cilíndrico y uniformemente cubierto de fibra que encaja o se inserta con mucha fineza tanto en la cabeza como en el cuerpo.

Por la longitud de fibra y de las cerdas, aunque la cobertura de la fibra en la superficie del cuerpo sea similar al del tipo K'ara, al animal le da una apariencia muy diferente. Cuando la fibra esta crecida, en un animal adulto la llama tiene una apariencia de ser bastante corpulenta y de poseer un buen vellón, ya que las fibras de este bajan hasta la altura de la rodilla y los corvejones, dando la apariencia casi cuadrada del cuerpo cuando se le mira de un costado (Bustinza, 1998).

2.5. **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. Con 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 (Bustinza, 2001).

La posibilidad del descerdado 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 descerdado manual como un proceso intermedio de transformación de fibra de llamas, posteriormente se realizaron trabajos de descerdado manual de fibra de llamas criadas en diferentes regiones del altiplano obteniendo una media de diámetro de fibra 31.6 µm. (Martínez et al. 1994).

El separar la fibra fina de la "cerda" siempre fue un problema, en años recientes debido a la mayor demanda de fibras finas (cashemere, angora, mohair y otros) la tecnología del descerdado ha mejorado considerablemente, gracias al interés del gobierno boliviano, los técnicos Italianos han logrado diseñar una máquina de descerdado, y ahora con dicho valor agregado, venden la fibra descerdada de llama a precios equivalente a la fibra de alpaca (Ticona, 1993).

2.5.1. Características de la fibra antes y después de descerdar

Trabajando en llamas criadas en la localidad de Phujrata (altiplano central de Bolivia), se encontró que como efecto del descerdado, la media del diámetro de fibra fue 27.9 µm lo cual se disminuyó en 1.7 µm respecto al no descerdado, asimismo la fibra de llamas criadas en la Estación Experimental de Patacamaya, el descerdado redujo el diámetro en 2.0 µm donde se obtuvo la media de diámetro de fibra sin descerdar 32.9 µm. (Cochi, 1999).

De otro lado, trabajando en vellones procedentes de llamas criadas en Sur Lípez, encontraron que el descerdado de la fibra redujo el diámetro en 1.9 encontrando media de diámetro de fibra sin descerdar 22.2 µm y fibra descerdada 20.3 µm. (Quispe et al. 2000)

2.6. Características tecnológicas de la fibra de la llama Ch'aku

A.- Media de diámetro de fibra

El diámetro de fibra es un parámetro físico que determina el uso de una fibra textil, éste a su vez es influenciada por la edad, sexo, raza, alimentación, región corporal, stress, clima, época de esquila, época de empadre y entre otros factores que hacen variar éste parámetro. La variabilidad de finura dentro de una sola fibra aumenta proporcionalmente con el grosor de la misma (Solis, 1997).

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

De acuerdo a Maquera (1991) en el CIP La Raya UNA - Puno, al evaluar el diámetro de fibra descerdada de llamas K'ara y Ch'akus, encontró promedios de 21.02 y 18.28 μm, para animales de un año de edad, respectivamente; y en animales de dos años 25.47 y 22.07 μm respectivamente. Por otro lado, en llamas de la Estación Experimental de Patacamaya – Bolivia, reportó un promedio del diámetro de fibra descerdada de 22.70 μm, para animales de dos años de edad, no encontrando diferencias significativas entre sexos (Ayala, 1992).

Al estudiar llamas Ch'aku adultos (71) y de un año de edad (35), se registró valores promedios de diámetro de fibra de 21.8 y 17.8 μm respectivamente, no encontrando diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre machos y hembras, tanto en adultos como en animales de un año de edad (Cardozo, 1982).

En un estudio en el CIP La Raya UNA – Puno, indica que el diámetro promedio de fibra en llamas Ch'aku es de 23.53 y 22.86 micras, para machos y hembras, respectivamente, presentando un diámetro de 20.47 μm de fibras finas (Mansilla, 1988).

Al evaluar el micronaje de fibra fina no medulada y fibra gruesa se obtuvo como resultado 25.5 y 40.8 μm respectivamente. También indican que si el vellón de llama es clasificado (en función a diferentes partes del cuerpo) y descerdado se obtiene una buena proporción de fibras finas. (Martínez et al. 1997).

Las llamas Th'amphullis o Ch'akus de la provincia de Ayopaya (Bolivia), tienen un diámetro total de fibras promedio de 22.2 μm, asimismo un diámetro de 20.47 μm de fibras finas (Stemmer et al. 2005).

Para llamas machos y hembras de la raza ch'aku reportaron 23.01 y 22.64 μm respectivamente (Chura, 2003). En llamas ch'aku adultos y de un año de edad registró valores de 21.8 y 17.8 μm respectivamente, no encontrando diferencias significativas ($p>0.05$) entre machos y hembras, (Cardozo 1982). En llamas Ch'aku se encontró 18.32 μm y 17.37 μm de finura en machos y hembras, respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre sexos (Siguayro, 2010). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Cardozo (1982), Mansilla (1988) y Sunari (1986), quienes afirman que no hay diferencia en diámetro de fibra descerdada entre sexos, para llamas Ch'aku.

Los diámetros de fibras para la llamas ch'aku fueron 22.34 ± 1.78 y 22.69 ± 2.60 μm para machos y hembras respectivamente, no encontrando tampoco diferencia significativa entre sexos (Machaca, 2010). El diámetro de la fibra de llamas de edades comprendidas entre 2 hasta más de 5 años, concluyendo que los animales que eran mayores de 5 años de edad tenían el diámetro de 23.8 μm, y también señaló que el color afecta el diámetro de fibra, afirmando que el color negro tiene menor diámetro y el blanco mayor diámetro (Frank ,1985).

B.- Coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVMDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto su magnitud está expresada en porcentaje. Un vellón con CVMDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (McLennan & Lewer, 2005).

En un estudio se reporta que el porcentaje de coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra es de 43.85% (Valbonesi et al. 2010). Por otro lado reportan el coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra 17% (Martínez et al. 1994), Asimismo reporta un coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra muy bajo de 10.11% (Machaca, 2010); las características de la fibra de llama de doble capa (sin descerdar) en el diámetro de fibra se obtuvieron 22.83 μm y para el coeficiente de variación del diámetro de fibra se obtuvo 41.03% (Frank et al. 2010).

En Bolivia encontraron un promedio de diámetro de fibra de 27.2 μm; (Delgado et al. 2001). en otro rebaño de Bolivia obtuvieron un promedio 31.6 μm de diámetro de fibra en con un coeficiente de variación de 17%, observando que las llamas de 2 años de edad tenían el diámetro medio de fibra más fino, promediando 25.5 μm, con un coeficiente de variación de 13% (Martínez et al. 1997).

C.- Índice de confort o Factor de Confort

El índice de confort (IC) se define como el porcentaje de las fibras, menores que 30 micrones y se conoce también como factor de comodidad. Mientras que el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP) en alpacas. El IC y el FP son parámetros que valoran la unión de las variables que intervienen en los intercambios de

sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas (Contreras, 2009).

Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm, entonces muchos consumidores encontraran el vestido que puedan usar no confortable para su uso por la picazón que sienten en la piel (McLennan & Lewer, 2005). El factor picazón, es un carácter no técnico de la fibra, está relacionado con el grado mayor o menor de confort que brindan las prendas fabricadas con fibra de alpaca sobre el consumidor. Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras el confort es mayor (Sacchero, 2008).

En el momento del uso de las prendas, los terminales de la fibra emergen hacia la superficie y presionan contra la piel. La fuerza que el terminal de la fibra puede aplicar sobre la piel antes de flexionarse es altamente dependiente de su diámetro y longitud de emergencia. Encima de la fuerza crítica (100 mg) los nervios que se encuentran situados justo debajo de la piel son provocados. Cuando se reciben muchas de estas señales el cerebro lo interpreta como una sensación no placentera usualmente llamado picazón (Naylor & Stanton, 1997). Se sabe que mientras menor diámetro tiene las fibras el confort es mayor (Quispe et al. 2013).

En la región de Huancavelica reportan que en alpacas Huacaya se obtuvieron un factor de confort 93.67% (Quispe et al. 2007). También en alpacas criadas en Australia, obtuvieron un factor de confort de 55.58%(McGregor y Butler, 2004). De otro modo en un estudio realizado en alpacas al sur de Australia exponen un índice de confort de 75.49% (Ponzoni, 2000), mientras que, en alpacas criados en EE.UU. encontraron un índice de confort de 68.39 ± 25.05%. (Lupton et al. 2006).

D.-Índice de curvatura

El índice de curvatura de la fibra es una característica textil adicional que es utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras, que corresponde al ángulo (expresado en grados) existente en un milímetro de arco. Esta propiedad, que es pertinente a todas las fibras textiles, ha sido de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles (Fish et al.1999).

La importancia del rizado de la fibra siempre ha sido tema de debate en la industria textil y generalmente se cree que lanas con bajo rizado son mejores que lanas con alto rizado. El rizo en una mecha de lana, puede ser expresado en base a la definición del rizo y frecuencia del rizo. La primera puede ser simplemente descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que lanas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres; mientras que la segunda, se define como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características conjuntamente con el color de la grasa, longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el "estilo de lana", el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y la calidad de los productos de lana final. El rizado de la lana, expresada como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los instrumentos comerciales como la OFDA y Laser Scan (Wang et al.2004).

La curvatura de rizo de la fibra promedio en llamas machos fue de 49.96 grados/mm, y en hembras fue de 47.66 grados/mm, no encontrándose más trabajos de investigación con reportes del índice o grado de curvatura en llamas (Siguayro, 2010).

E.-Finura al hilado (FH)

Es expresada en μm, denominado en inglés "spinning fineness", es un estimado del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra y el coeficiente de variación. La teoría original viene de Martindale (1945), que fue analizada y planteada por Anderson (1976), como "effective fineness", y que posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado, es una característica fuertemente heredable (Butler y Dolling, 1992), la ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento (Lupton et al. 2006).

La expresión: $F_e = MDF * \sqrt{1 + 5 * (CVMDF / 100^2)}$ finura efectiva (Effective Fineness) y se usó con el objetivo de demostrar la influencia de los cambios de la MDF (media del diámetro de fibra) y el CVMDF (coeficiente de variación de la media del diámetro de fibra), sobre la uniformidad de los hilados. Dos tops con diferentes MDF y CVMDF pueden generar hilados de la misma uniformidad si sus finuras efectivas tienen el mismo valor al utilizar la fórmula descrita anteriormente. Por ejemplo una top con MDF y CVMDF de 21.5 μm y 20.0% respectivamente, produce un hilado uniforme que otro top con MDF y CVMDF de 20.2 y 27% respectivamente (DeGroot, 1995).

Como la finura efectiva sólo depende de la MDF y del CVMDF puede ser en función a esas cantidades. Una dificultad con su uso es que resulta difícil conciliar con la MDF porque la finura efectiva es siempre numéricamente mayor que la MDF, sin embargo esto puede corregirse normalizando la finura efectiva, resultando así la fórmula:

$$FH = 0.881 * \text{MDF} \sqrt{1 + 5\left(\frac{CVMDF}{100}\right)^2}$$

(Quispe et al. 2013).

En caso de la finura al hilado en llamas, lamentablemente en la actualidad existe poca información, sin embargo en la Región Huancavelica, al evaluar las características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya, encontró un promedio de 20.90 ± 0.40 µm de finura al hilado (Quispe et al. 2013).

F. Correlaciones de características tecnológicas de la fibra de la llama Ch'aku

La correlación fenotípica, es el grado de asociación que existe entre dos caracteres que pueden ser observados directamente, y biológicamente se define como el resultado de la contribución de elementos comunes del medio ambiente y del genotipo de características en estudio, en otras palabras, viene a ser la suma de las correlaciones genéticas y ambientales (Stonaker, 1977).

A partir de 100 alpacas Huacaya de un año de edad de la SAIS Pachacutec, se estimó correlaciones fenotípicas, encontrado valores de 0.21, 0.19 y -0.13 entre el diámetro de fibra y número de rizos, -0.07, -0.35 y -0.45 entre diámetro de fibra y curvatura de rizo, -0.17, -0.02 y 0.0006 entre diámetro de fibra y longitud de fibra, -0.11 y 0.28; -0.07 entre número de rizos y curvatura de rizo, y -0.07, -0.03 y 0.07 entre longitud de fibra y número de rizos para hembras, machos y ambos sexos combinados respectivamente (Marín, 2007).

Al realizar correlaciones fenotípicas a partir de 220 alpacas Huacaya, encontró valores de 0.03 y 0.10 entre longitud de fibra y numero de rizos, para machos y hembras de un año de edad; así mismo, valores de 0.52 y 0.48 entre diámetro de fibra y longitud de fibra, también, para machos y hembras de un año de edad, respectivamente (Pinazo, 2000). Por otro lado, en un

trabajo de investigación, evaluó la relación entre diámetro de fibra y curvatura de rizo a partir de 31 vicuñas, encontrando correlaciones entre -0.11 y 0.71 (Vilcanqui, 2008).

En un estudio en alpacas se encontró que las correlaciones entre diámetro de fibra y factor de picazón (0.844), coeficiente de variación del diámetro de fibra y factor de picazón (0.139) fueron altamente significativos. También reporta que la correlación entre coeficiente de variación del diámetro de fibra y el diámetro de fibra es sólo significativa presentando un valor bajo de -0.088 (Quispe, 2009).

Asimismo en un trabajo realizado en alpacas Huacayas de la región de Huancavelica encontraron que la relación entre la media de diámetro de fibra y la curvatura de fibra es significativo y está altamente relacionado (McGregor et al. 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación espacio – temporal

El trabajo se realizó en el departamento de Apurímac, provincia de Aymaraes, distrito de Cotaruse, comunidad de Iscahuaca localizada geográficamente en la puna seca a una altitud entre 3,700 a 5,300 m.s.n.m. latitud 14°12'03'' y longitud 73°20'24''. Esta comunidad, cuenta con 1,800 llamas con 38.5% de la raza ch'aku (CONACS, 2006).

La ejecución de la investigación se realizó en los meses de octubre a diciembre del año 2012.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Esta comunidad se dedica en mayor proporción a la crianza de alpacas y llamas, contando con 1,800 llamas con 38.5% de la raza ch'aku (CONACS, 2006).

3.2.2. Muestra

a.- Técnicas de muestreo

El total de llamas raza Ch'aku en la comunidad de Iscahuaca es de 693 (CONACS, 2006).

b.- Cálculo del tamaño de muestra

La fórmula a utilizada para el cálculo de muestra para población finita es siguiente:

$$n = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

Z: Desviación estándar = 1.96 μm

S: Varianza= 7.5 μm^2 (Stemmer et al. 2005)

E: margen de error (1μm)

Tamaño de la muestra

De acuerdo a la fórmula utilizada se obtuvo un tamaño de muestra de 216 animales, sin embargo en nuestro trabajo utilizamos un total 227, de los cuales se consideraron dos estratos etarios y dos sexos (Ver Cuadro 2)

3.3. Materiales

Materiales biológicos

Llamas raza ch'aku hembras y machos

Materiales de campo

- Corral para sujeción de Llamas
- Tijeras manuales para toma de muestras
- Sogas
- Bolsas de polietileno (4 x 10 cm)
- Plumón indeleble para identificar las muestras.
- Libreta de campo.

- Cámara fotográfica digital
- Indumentaria de trabajo.
- Movilidad

Materiales de Laboratorio

- Pinza simple
- Recipientes
- Plumón indeleble para identificar muestras

Equipos:

- OFDA 2000, con software incorporado, el cual permite procesar la lectura de imágenes en datos cuantitativos.
- Computadora para procesar datos estadísticos.

3.4. Metodología

Se llevó a cabo un estudio transversal correlacional, el cual determinó el grado de relación de las características analizadas según sexo y clase (juvenil- adulto), el mismo que se utiliza en las muestras descerdadas.

Tabla 02: Distribución Muestral de Llamas

LLAMAS RAZA CH'AKU			
CLASE	Juvenil	Adulto	TOTAL
Total/clase	113	114	227
SEXO	Machos	Hembras	
Total/Sexo	115	112	227

Toma de muestras

La toma de muestras para la determinación de las características tecnológicas de la fibra de llamas raza ch'aku se realizó en horas de la mañana y tarde, procediéndose de la siguiente manera: se hizo la sujeción del animal para determinar la edad según la cronología dentaria, en caso de las crías nos apoyamos en la información del propietario, al mismo tiempo se verifica el sexo del animal y se tomó la muestra del costillar medio con una tijera, siendo colocadas en bolsas de polietileno debidamente rotulada (sexo y edad).

Análisis de las características tecnológicas de la fibra.

De las muestras obtenidas se analizó la media de diámetro de la fibra (MDF), finura al hilado (FH), coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra (CVMDF), factor de confort (FC) e Índice de curvatura (IC) los mismos que se realizaron en el laboratorio de fibras y lanas de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Para la determinación de las características se adoptó el sistema OFDA 2000 en un ambiente de 20°C de temperatura y 65% de humedad relativa; se calibró el equipo para obtener los parámetros de la curva, se hizo el proceso de descerdado lo cual consiste en la extracción o eliminación manual de las cerdas o pelos del conjunto de las fibras que componen el vellón de llama; seguidamente se preparó una muestra de la fibra de llama con su respectiva identificación descerdada, que fue puesta en un soporte de porta muestra (rejilla). Luego se utilizó un pequeño equipo auxiliar de soporte de porta muestra que tiene un ventilador en la parte inferior. Este tiene por objeto dos funciones básicas: Primero, permite al operador desplegar y preparar adecuadamente las muestra a medir sin que corrientes de aire dificulten la tarea de preparación y en segundo término, hacer pasar a través de la muestra a medir una buena cantidad de aire, logrando que la humedad de la muestra sea la correspondida a las condiciones del ambiente donde se realiza el análisis de la fibra, ya que el equipo tiene un

sensor de humedad y temperatura para registrar las condiciones durante la medición y corregir a cada una de las lecturas por humedad y temperatura de ambiente.

3.5. Procesamiento y Análisis de datos.

Análisis Estadístico.

El análisis estadístico está orientado a medir la frecuencia de la tendencia central, promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, etc. El diseño estadístico es con un arreglo factorial de 2x2, cuyo modelo aditivo lineal fue:

Yij = u+Sj +Ai +SA (ji) + Eji.

Dónde:

i= 1, 2 (machos y hembras)

j = 1, 2 (juvenil, adulto)

$\mathbf{Y_{ij}}$ = es la observación, j-ésima clase, i-ésimo, sexo

u = La media general

$\mathbf{S_j}$ = Efecto clase

$\mathbf{A_i}$ = Efecto sexo

$\mathbf{SA_{(ij)}}$=Efecto de la interacción de sexo y clase

$\mathbf{E_{ij}}$ = El error aleatorio.

Las medias de los tratamientos, se comparan mediante la prueba de significancia de Duncan ($P \leq O.05$).

Se exportó la base de datos del OFDA 2000 al paquete estadístico versión 3.0.1. El cual fue utilizado para todos los análisis estadísticos y pruebas respectivas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Evaluación general de las características tecnológicas de la fibra de llama.

En general de acuerdo a las características tecnológicas estudiadas en llamas al realizar el descerdado, se obtienen fibras con buena finura y confortabilidad. En la tabla 1 se observa el tamaño de la muestra con sus valores medios, los valores mínimos y máximos que indican los extremos generales hasta donde se desplazan las variables; siendo así los valores medios ± error estándar del diámetro de fibra, coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra, factor de confort, índice de curvatura y finura al hilado fueron 21.79 ± 0.22 μm; 20.34 ± 0.14%; 92.97 ± 0.88 %; 42.43 ± 0.60 mm y 21.11 ± 0.22 μm respectivamente. Como se podrá observar es evidente que las fibras analizadas en este estudio poseen tal finura que se encuentra entre 15.91 y 38.77 μm; del mismo modo la media CVMDF presenta un bajo porcentaje lo cual indica una buena uniformidad de los diámetros de las fibras, estos resultados son similares a los encontrados por Maquera (1991) y Mansilla et al. (1988). Por otro lado en Argentina, Cancino et al. (2006) reporta 21.30 μm como promedio general del diámetro de fibra, ligeramente inferior a la MDF de nuestro estudio. Quispe et al. (2009),

obtuvieron un DF entre 20,1 a 23 μm; similar al promedio encontrado en nuestro trabajo, que conlleva a considerar que un gran porcentaje de vellones que se producen en estos rebaños corresponderían a una fibra fina 21.79 μm; sin embargo esta aparente finura podría deberse a las condiciones pobres de alimentación de los animales en estudio (bajo pasturas naturales), lo cual concuerda a lo reportado en alpacas por McGregor (2002) y corroborado por Wuliji et al. (2000), quienes demostraron que las condiciones nutricionales adversas reducen el DF, contrario al efecto que causa una buena alimentación, lo cual incrementa el diámetro de fibra. También, vale resaltar que se obtuvo un alto promedio para el factor de confort; incluso llegando a un 100% de confortabilidad en algunos casos, lo cual indica una buena comodidad en el cuerpo, asimismo cumpliendo con los requerimientos de la industria textil.

Por otro lado la media del CVMDF obtenida, resultaría ser bastante buena para las exigencias de la industria textil, es inferior a lo obtenido en alpacas por Aylan-Parker y McGregor (2002); Wang et al. (2003); McGregor y Butler (2004); Lupton et al. (2006), quienes reportan valores entre 23,48 y 28,10%. Esta característica tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil (Lupton et al., 2006).

En cuanto a la FH se obtuvo valores entre 15.47 y 38.07 μm, lo cual está en función al diámetro de fibra y al coeficiente de variación del diámetro. Rodríguez (2006) reporta para MDF 24.0 μm y según su resultado afirma que el hilo de fibra de llamas de Sur Lípez es de características similares al de la alpaca, mostrando su enorme potencial y las perspectivas para su uso industrial.

Tabla 03: Medias de las características tecnológicas de la fibra de llama después del descerdado

	N	Media	E.E	Mín.	Máx.
MDF (µm)	227	21.79	0.22	15.91	38.77
CVMDF (%)	227	20.34	0.14	14.80	26.20
FC (%)	227	92.97	0.88	9.70	100.00
IC (°/mm)	227	42.43	0.60	14.80	65.60
FH (µm)	227	21.11	0.22	15.47	38.07

N: número de muestras analizadas

E.E: error estándar

4.2. Efecto del sexo y clase sobre las características tecnológicas de la fibra de llama

En la tabla 2 se observa el efecto de la clase y sexo sobre las características tecnológicas de las muestras descerdadas manualmente. En ella se observa que entre la clase juvenil y adulta existen diferencias estadísticas ($p<0.05$) en la mayoría de las características analizadas (MDF, CVMDF, FC y FH) excepto en el índice de curvatura ($p>0.05$). Por otro lado el sexo no influye en ninguna de las características tecnológicas estudiadas ($p>0.05$).

Tabla 04: Características tecnológicas de la fibra de llama al descerdado según clase y sexo

Variables	N	MDF±EE (µm)	CVMDF±EE %	FC±EE %	IC±EE (°/mm)	FH±EE (µm)
CLASE		*	*	*	NS	*
Juveniles	113	21.28[b]±0.30	20.63[a]±0.22	95.61[a]±2.08	41.82[a]±0.89	20.68[a]±0.30
Adultos	114	22.30[a]±0.31	20.05[b]±0.17	93.53[b]±2.31	43.04[a]±0.79	21.54[b]±0.30
SEXO		NS	NS	NS	NS	NS
Macho	112	21.68[a]±0.30	20.35[a]±0.22	94.83[a]±2.26	41.56[a]±0.83	21.00[a]±0.29
Hembra	115	21.90[a]±0.31	20.33[a]±0.18	94.39[a]±2.18	43.28[a]±0.84	21.22[a]±0.31

ab: diferencias significativas
aa: no existen diferencias significativas
N: cantidad de muestras analizadas

Respecto a la MDF por clases, el menor diámetro (21.28 µm) se obtuvo en la clase juvenil y el mayor (22.30 µm) en clase adulta encontrándose diferencias estadísticas. Estos resultados fueron similares a los descritos por Maquera (1991), quién reporta un diámetro 18.28 µm, para llamas ch'aku de un año de edad y 22.07 µm de fibra descerdada para llamas de dos años de edad; por otro lado, nuestros datos resultan ser superiores a los obtenidos por Cardozo (1982), quien al estudiar llamas Ch'aku adultos y de un año de edad, registró valores promedios de diámetro de fibra de 21.8 y 17.8 µm respectivamente. De este modo se afirma que el efecto

clase influye en el diámetro de fibra resultando que a mayor edad aumenta el diámetro de fibra.

En cuanto al efecto sexo en la tabla 2 se puede observar que no existen diferencias estadísticas resultando ser similares a lo reportado por Mansilla (1988), en un estudio en el CIP La Raya UNA – Puno, indicando que el diámetro promedio de fibra en llamas Ch'aku es de 23.53 y 22.86 µm, para machos y hembras, respectivamente; por otro lado Siguayro (2010), obtuvo valores inferiores a los nuestros (18.32 µm en machos y 17.37 µm en hembras); también indicando que no existen diferencias estadísticas significativas, del mismo modo concordamos con las afirmaciones de Cardozo (1982), Mansilla (1988) y Sunari (1988), quienes afirman que no hay diferencia en diámetro de fibra descerdada entre sexos, para llamas Ch'aku.

Con respecto al efecto de clases sobre el coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra se puede observar que existen diferencias estadísticas con valores superiores a los reportados por Martínez et al. (1994); Machaca (2010) quienes indican un coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra de 17% y 10.11% respectivamente. Por otro lado nuestros datos son muy inferiores al resultado de Valbonesi et al. (2010), quienes obtienen un coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra sin descerdar de 43.85%, probablemente nuestros resultados son menores por que las fibras fueron descerdadas manualmente. Por otra parte se puede observar en la tabla 2 que el sexo no tiene efecto sobre CVMDF coincidiendo con los resultados obtenidos por Siguayro (2010), quien afirma que no existen diferencias estadísticas significativas entre sexos obteniendo 9.97%; 5.36% en machos y hembras respectivamente. Por otro lado, el factor de confort ($P<0.05$) resultó 95.61%; 93.53 % para la clase juvenil y adulta respectivamente el cual se considera como un buen factor acorde a los requerimientos de la industria textil ; es decir, las fibras que tienen menor

diámetro, el confort es mayor por esta razón que la clase juvenil presenta mayor confortabilidad; en llamas no se encontraron trabajos de investigación en fibra al descerdado; sin embargo nuestros resultados obtenidos son similares a valores encontrados en alpacas, por Quispe et al. (2007), donde reportan un índice de confort de 93.67%; por otro lado, nuestros resultados son superiores a lo encontrado en alpacas por: McGregor y Butler (2004), un FC de 55.58%; Ponzoni (2000), un FC de 75.49% y Lupton et al. (2006), un factor de confort de 68.39±25.05%, probablemente se deba a que en nuestro trabajo las fibras fueron descedadas.

El índice de curvatura no presentó diferencias estadísticas (P>0.05) respecto a las clases y sexos, por que se encuentran por debajo de 50°/mm, siendo mayores a lo reportado en alpacas por otros autores como Liu et al. (2004), Lupton et al. (2006) y McGregor (2006), quienes obtienen valores de 28.0, 32.0, 32.5 y 32.2 grados/mm de IC respectivamente.

La finura al hilado entre clases tuvo diferencias estadísticas (P<0.05), esto debido a que las llamas de la clase juvenil presentan menor diámetro de fibra que la clase adulta, la finura al hilado se incrementa correlativamente a la edad del animal como se observa en la tabla 2; sin embargo, entre sexos no hubo diferencias (P>0.05), probablemente debido a que el efecto sexo no influye en la MDF; nuestros resultados son similares a los encontrados en la Región Huancavelica, al evaluar las características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya, encontró un promedio de 20.90 ± 0.40 μm de finura al hilado (Quispe et al., 2013).

4.3. Relaciones entre algunas características tecnológicas de las fibras de llama ch'aku.

En la tabla 3 se presenta los resultados de las principales correlaciones entre las características tecnológicas de la fibra destacando los grados de asociación altos.

Tabla 05: Correlaciones de las características tecnológicas

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMA CH'AKU		Media de Diámetro de Fibra (MDF)	Coeficiente de Variación de la Media de Diámetro Fibra (CVMDF)	Factor de Confort (FC)	Índice de Curvatura (IC)	Finura al Hilado (FH)
Coeficiente de Variación de la Media de Diámetro Fibra (CVMDF)	r	0.07	1	-0.19**	-0.29***	0.19**
	IC	-0.059 0.199		-0.319 -0.068	-0.400 -0.161	0.061 0.312
Factor de Confort (FC)	r	-0.98***	-0.19**	1	0.56***	-0.97***
	IC	-0.984 -0.974	-0.319 -0.068		0.465 0.644	-0.99 -0.98
Índice de Curvatura (IC)	r	-0.53***	-0.29***	0.56***	1	-0.55***
	IC	-0.617 -0.428	-0.400 -0.161	0.465 0.644		-0.637 -0.456
Finura al Hilado (FH)	r	0.99***	0.19**	-0.97***	-0.55***	1
	IC	0.991 0.994	0.061 0.312	-0.99 -0.98	-0.637 -0.456	

*** :altamente significativo
r: correlación
IC: intervalo de confianza

Entre los datos más resaltantes (de alta incidencia significativa) se puede observar que existen grados de asociación altamente negativa (r = -0.98) entre la MDF y FC, indicando que a menor diámetro de fibra mayor es el factor de confort.

Por el contrario, la MDF y FH presentan un grado de asociación altamente positiva (0.99), del cual se puede considerar que si la MDF es menor entonces el diámetro de FH también será

menor, de este modo se podrá evidenciar de que va depender mucho de la media de diámetro de fibra para el buen rendimiento al hilado, el resultado obtenido es similar a lo reportado en vicuñas por Quispe et al. (2010) quien encontró 0.98 de la relación entre la MDF y FH.

Por otro lado en la relación de FH y FC el grado de asociación es altamente negativa (-0.97) y de alta incidencia significativa, debido a que a menor diámetro de finura al hilado resulta mayor el factor de confort, contrariamente el factor de picazón será menor.

La relación entre MDF e IC en nuestro trabajo se obtuvo un grado de asociación media negativa (-0.53) de alta incidencia significativa. En alpacas Huacaya de la región de Huancavelica McGregor et al. (2011), afirman que hubo una relación significativa entre la curvatura de fibra y la media de diámetro de fibra. Asimismo en un grupo de estudio de alpacas Huacaya en Australia y EE.UU, la correlación entre micras y la curvatura fue altamente positiva (0.81) representando la relación más fuerte en comparación con otras; en cambio, las relaciones de las demás características se encontraron correlaciones de mediana a baja, entre positivas y negativas existiendo incidencias significativas a excepción de MDF Y CVMDF, que estadísticamente ($p>0.05$) no es significativo probablemente a que entre estas dos características no hay relación.

V. CONCLUSIONES

En conclusión se puede indicar que las características tecnológicas de la fibra de llamas al descerdado, se encuentran dentro de los requerimientos exigidos por la industria textil, la MDF 21.79 μm, FC 92.97 % y FH 21.11 μm determinados en el presente trabajo, pudiéndose afirmar que en la población de llamas de la región de Apurímac (Perú), existen buenos animales para la producción de fibra que pueden ser utilizados para realizar mejora genética. Asimismo, la excelente calidad de la fibra producida por las llamas de Iscahuaca crea muchas expectativas ya que la mayor cantidad de vellones estarían clasificados como fina, pudiendo por tanto los productores exigir mayor precio por la fibra de estos animales.

En esta investigación se afirma que el efecto edad influye en la mayoría de las características estudiadas, excepto en el índice de curvatura el cual resulta no significativo, asimismo el efecto sexo no influye sobre ninguna de las características estudiadas.

Por otro lado las correlaciones fenotípicas altamente negativas y significativas mas resaltantes en este estudio se obtuvieron de las relaciones entre MDF y FC (-0.98) y FH y FC (-0.97); por otro lado se obtuvieron correlaciones altas positivas entre la MDF y FH (0.99), las demás

relaciones encontradas son de valores medianas a bajas entre positivas y negativas siendo significativas a excepción de MDF y CVMDF donde no se encontró significancia.

VI. RECOMENDACIONES

- En próximas investigaciones estudiar las características tecnológicas de diferentes regiones corporales, considerando la resistencia a la tracción de la fibra, rendimiento al lavado, rendimiento al cardado, etc.
- Efectuar estudios sobre las características tecnológicas dela fibra de llamas ch'aku a diferentes niveles y zonas de crianza de la región Apurímac.
- Realizar el descerdado manual del vellón de fibra de la llama, lo que abriría una gran posibilidad de mejorar las características de la fibra, del mismo modo permitiría obtener materia prima de elevada calidad, posibilitando la aplicación de procesos industriales para la obtención de hilado destinado al proceso de prendas de calidad y de este modo mejorar los bajos ingresos económicos del productor alto andino de la región.
- Promover e incentivar la crianza de llamas ch'aku, por ser un recurso genético valioso ya que nuestra región posee una baja población respecto a otros regiones.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, S. (1976). The Measurement of Fibre Fineness and Length. The Present Position. J. Text. Inst., 67, 175-180.

Ayala, C. (1992). Crecimiento de fibra y peso vivo en llamas de la estación experimental Patacamaya Bolivia. (Tesis de Medico Veterinario y Zootecnista). Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú.

Brenes, E., Madrigal, K., Pérez, F., & Valladares, K. (2001). Proyecto andino de competitividad, diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Lima - Perú.

Bustinza, V. (1998). La llama, fenotipos y producción . Puno. Edit. F.M.V.Z.-UNA- Puno.

Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Puno - Perú. UNA.

Butler, K., & Dolling, M. (1992). Calculation of the heritability of spinning fineness from phenotypic and genetic parameters of the mean and CV of fibre diameter. Aust. J. Agric. Res. 43, 1441-1446.

Calderon, A. (1959). Crianza y explotación de los auquénidos Peruanos. Ministerio de Agricultura. Lima - Perú. Dirección General de Ganaraderia .

Calle, R. (1982). Producción y Mejoramiento de la Alpaca. Banco Agrario del Perú. Lima, Perú.

Cancino, A., Rebuffi, G., Muller, J., Duga, L., & Rigalt, F. (2006). Parámetros cualicuantitativos de la producción de fibra de llamas (Lama glama) machos en la puna Argentina. IV Congreso Mundial de Camélidos. Catamarca, Argentina.

Cardozo, A. (1982). Avances en el conocimiento de la fibra de llama. La Paz, Bolivia.

Cardozo, A. (1995). Tipificación de las llamas K'aras, Thampullis. Bolivia. Eridoa.

Chura, O. (2003). Algunas Características físicas de la Fibra y Pelo de llamas K'ara y Ch'acu en tres comunidades de la Puna Seca del Departamento de Puno. (Tesis para optar el grado de Medico Veterinario y Zootecnista). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Cochi, N. (1999). Determinación del rendimiento y calidad de la fibra deserdada de llamas (Lama glama). (Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés). La Paz, Bolivia.

CONACS. (2006). Estadistica de Alpacas, Llamas y Vicuñas. Apurímac.

Contreras, A. (2009). Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (vicugna pacos) de color blanco en la región de Huancavelica. (Tesis de Ingeniero Zootecnista). Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.

Delgado, S., Valle Zárate, A., & Mamani, C. (2001). Fibre quality of a Bolivian meat-oriented llama population. Progress in South American Camelids Research. Proceedings of the Third European Symposium and Supreme European Seminar, Gottingen, German. 101–109.

Fish, V., Mahar, T., & Crook, B. (1999). Fibre curvature morphometry and measurement. Nice Meeting.Report N° CTF 01.

Frank, E. (1985). Contribución al estudio de las características físicas del vellón de la llama. Revista Argentina de Producción Animal., 513-521.

Liu, X., Wang, L., & Wang, X. (2004). Evaluating the Softness of Animal Fibers. Textile Res. J., 74(6), 535-538.

Lupton, C., Mccoll, A., & Stobart, R. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. Small Ruminant Research 64, 211–224.

Machaca, R. (2010). Algunas Características físicas de la Fibra y Pelo de llamas K'ara y Ch'acu en tres comunidades de la Puna Humeda del Departamento de Puno. (Tesis para optar el grado de Medico Veterinario y Zootecnista). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Mansilla, A. (1988). Características físicas de la fibra de llama tipo Ch'aco y K'ara del C. E. La Raya. (Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Maquera, E. (1991). Persistencia fenotípica y caracterización de los tipos de llama kara y lanuda. (Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Marín, E. (2007). Efecto del sexo sobre las características tecnológicas y productivas en alpacas tuis para su uso en la industria textil. (Tesis de Magíster Scientiae en Producción Animal). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Martindale, J. (1945). A new method of measuring the irregularity of yarns with some observations on the origin of irrgularities in worsted slivers and yarns. J. Text. Inst. 36: T35-T47.

Martínez, Z., Iñiguez, L., & Rodriguez, T. (1994). Características de cantidad determinación de zonas corporales de muestreo más representativo del vellón de llama. (Tesis para optar Título Profesional). UMSA, La Paz, Bolivia.

Martínez, Z., Iñiguez, L., & Rodríguez, T. (1997). Influence of effects on quality traits and relationships between traits of the llama flece. Small Ruminant Research. 24., 203-212.

McGregor, B. (2002). Comparative productivity and grazing behaviour of Huacaya alpacas and peppin Merino sheep grazed on annual pastures. Small Ruminant Res., 44: 219-232.

McGregor, B., & Butler, K. (2004). Sources of variation in fiber diameter attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and attributes of Australian alpacas and implications for fleece evaluation and animal selection. Australian journal of Agricultural., 433-442.

McGregor, B. (2006). Production attributes and relative value of alpaca fleeces in southern Australia and implications for industry development. Small Rumin. Res., 61, 93-111.

McGregor, B., Ramos, H., & Quispe, E. (2012). Variation of fibre characteristics among sampling sites for Huacaya alpaca fleeces from the High Andes. Small Ruminant Research, 102., 191-196.

McLennan, N., & Lewer, R. (2005). Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). Recuperado de http://www2.dpi. qld.gov.au/sheep/10003.html.

MINAG. (2007). Dirección de Información Agraria. Direncción Regional Agraria. Abancay.

Naylor, G., & Stanton, J. (1997). Time of shearing and the diameter characteristics of fibre ends in the processed top: An opportunity for improved skin comfort in garments. Wool Tech. Sheep Breeding, 243-255.

Pinazo, R. (2000). Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri en el CIP la Raya –UNA-Puno. (Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano). Puno, Perú.

Ponzoni, R. (2000). Genetic improvemet of Australian Alpacas: present state and potencial developments. Proc. Aust. Alpaca Assoc.,14, 71-96.

Proreca. (2003). Identificación, Mapeo y Análisis Competitivo de la Cadena Productiva de Camélidos. MACA, SIBTA, FDTA. La Paz, Bolivia.

Pumayala, D. (1989). Análisis de Fibra de la Llama de Bolivia. Lima, Perú. UNA. La Molina.

Quispe, E., Flores, A., Alfonso, L., & Galindo, A. (2007). Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas Huacaya de color blanco en la región de Huancavelica. APPA - ALPA. - Cusco, Perú. Sitio Argentino de Producción Animal.

Quispe, E., Purroy, A., & Poma, A. (2013). Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica, Perú. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7(1)., 1-29.

Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, L., & Mueller, J. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en sudamérica. Animal Genetic Resourses Information.45., 1-14.

Quispe, E., Alfonso, L., Flores, A., Guillén, H., & Ramos, Y. (2009). Bases para un programa de mejora de alpacas en la región altoandina de Huancavelica - Perú. Arch. Zootec. 58 (224), 705-716.

Quispe, J., Rodríguez, T., Antonini, M., & Martínez, Z. (2000). Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. La Paz, Bolivia: Facultad de Agronomía UMSA.

Renieri, C. (2009). Definición de razas en llamas y alpacas. Animal Genetic Resources Information.,45,45-54.

Rodríguez, T. (2006). Produccion de Fibra de Camelidos Calidad de Fibra de Llama Descerdada y Clasificada. Informe de investigación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Agronomía. UMSA, La Paz, Bolivia.

Rossi, A. (2004). Camélidos sudamericanos. Recuperado de http://www. Zoetenocampo.com/Documentos/camelidos_rossi.htm.

Rostworowski, M. (1988). Historia del Tauantinsuyo. Instituto de Estudios Peruanos,Lima , Perú.

Ruiz de Castilla, M. (1994). Estudio del rendimiento y de las características físicas más importantes de la fibra en alpacas y llamas de color. Universidad Nacional San Antonio Abad, Cusco, Perú Vol. I, pp. 19-69.

Sacchero, D. (2008). Biotecnología aplicada en camélidos sudamericanos. Huancayo – Perú: Grafica Industrial IERL.

Siguayro, R. (2010). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch´aku (lama glama) y la alpaca Huacaya (lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA - puno. (Tesis para optar del Grado de M.Sc.). UNALM - Lima

Solis, R. (1997). Producción de camélidos sudamericanos. Cerro de Pasco, Perú. Ríos S.A.

Stemmer, A., Valle Zárate, A., Nuemberg, N., Delgado, J., Wurzinge, M., & Soelkner, J. (2005). La llama de Ayopaya: Descripción de un recurso genético autóctono. Archivos de Zootecnia, 24: 253-259.

Stonaker, H. (1977). Genética para el mejoramiento animal. México. AID Centro Regional de Ayuda Técnica.

Sunari, E. (1986). Biometría de la llama en la comunidad de Santa Rosa de Juli. (Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Ticona, L. (1993). Eficiencia del manejo administrativo y sistemas de comercialización de productos camélidos. Simposium internacional Camélidos Sudamericanos Proyecto Multinacional y Recursos Naturales (OEA) EMIB. La Paz, Bolivia.

Valbonesi, A., Cristofanelli, S., Pierdominici, F., Gonzáles, M., & Antonini, M. (2010). Comparison of fiber and Cuticular Attributes of Alpaca and Llama Fleeces. Textil Research Journal, 80(4): 344-353p.

Vidal, S. (1967). La crianza de la llama y algunas características de su fibra. (Tesis Ingeniero Zootecnista). UNA La Molina. Lima, Perú.

Wang, L., Liu, X., & Wang, X. (2004). Changes in Fibre Curvature during the Processing of Wool and Alpaca Fibres and their Blends, in College of Textiles, Donghua University. Proc. of the Textile Intitute 83 World Conference., 449-452p.

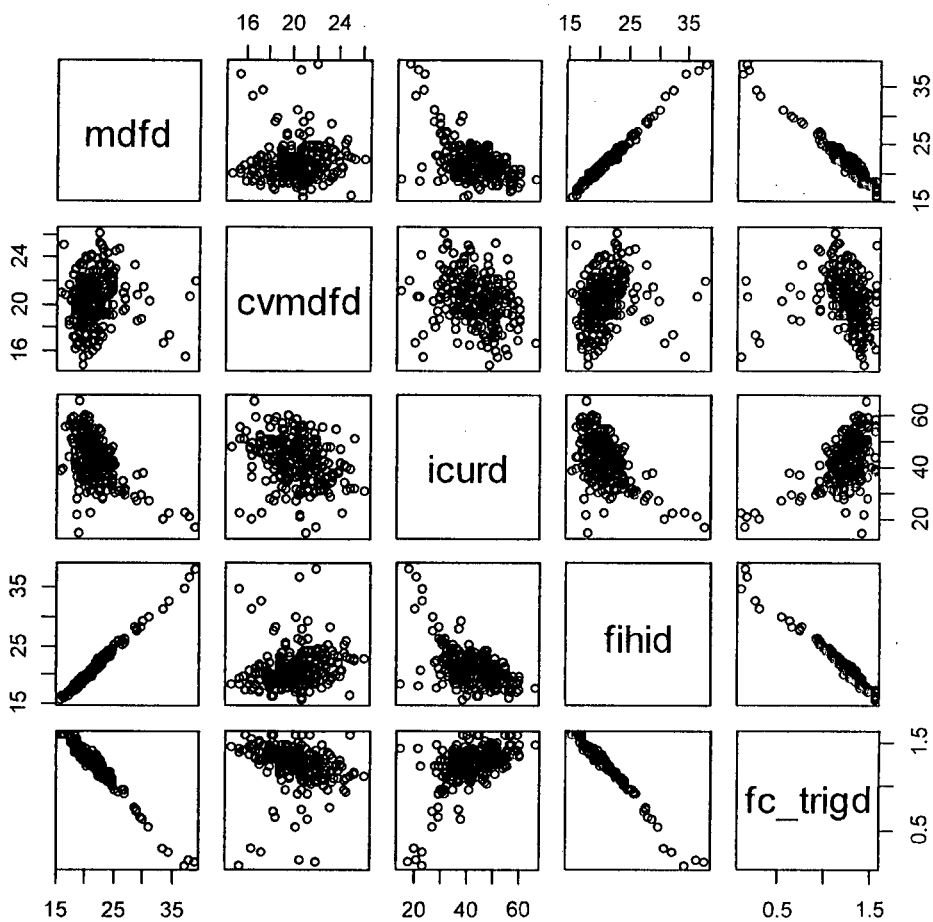
Wheeler, J. (1995). Evolution and present situation of the South American Camelidae. . Biology. Journal of Linneo Society,54: 271-295.

Wuliji, T., Davis, G., Dodds, K., Turner, P., Andrews, R., & Bruce, G. (2000). Production performance, repeatability and heritability estimates for live weight, fleece weight and fiber characteristics of alpacas in New Zealand. Small Ruminant Res; 37: 189-201.

ANEXOS

ANEXO N° 01. CORRELACIONES ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE FIBRAS

GRAFICO N° 01: Correlaciones de las características tecnológicas de la fibra de llama ch'aku, al descerdado.



ANEXO N° 02: FIGURAS DEL PROCESO DE INVESTIGACION

Figura 01. Toma de muestras de fibra en campo de la zona del costillar

Figura 02. Rotulando las muestras

Figura 03. Preparando la muestra para ser analizados por el OFDA 2000

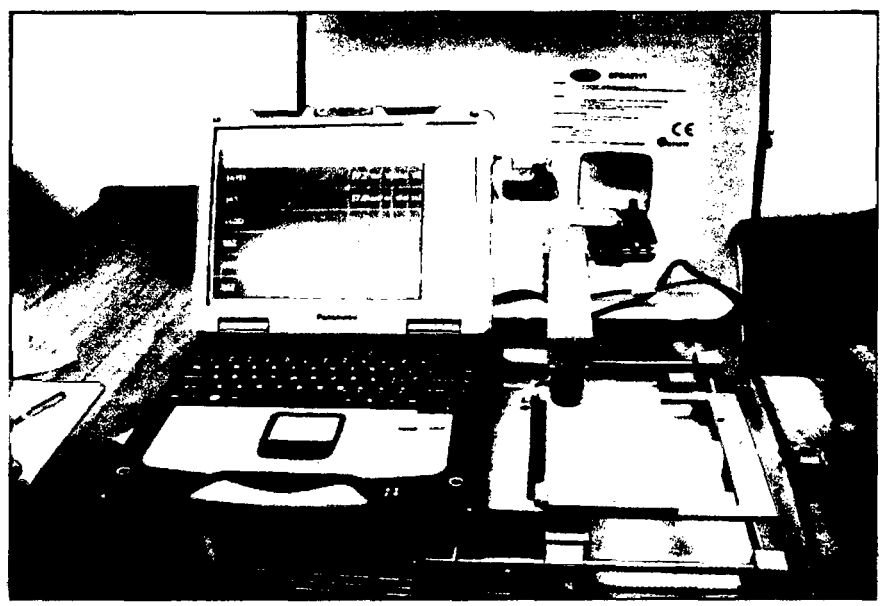


Figura 04. OFDA 2000 Analizando una muestra de fibras de llama