

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**“EVALUACION DE LA CALIDAD DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA
(*Vicugna pacos*) EN DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CATACORA,
DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

MARTIN ARUQUIPA

La Paz – Bolivia

2015

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**“EVALUACION DE LA CALIDAD DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA
(*Vicugna pacos*) EN DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE
CATACORA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

MARTIN ARUQUIPA

La Paz – Bolivia

2015

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACION DE LA CALIDAD DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA
(*Vicugna pacos*) EN DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CATACORA,
DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

*Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de Licenciado en
Ingeniería Agronómica*

MARTIN ARUQUIPA

Asesores:

Ing. Zenón Martínez Flores

Ing. Víctor Castañón Rivera

Ing. M Sc. José Luis Quispe Huanca

Tribunales Examinadores:

M.V.Z. René Condori Equice

Ing. Genaro Condori

Dr. Bernardo Solís Guerreros

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador:

La Paz - Bolivia, 2015

DEDICATORIA

A su gran esfuerzo de mí recordado madre Teodora Aruquipa Apaza, quién con su apoyo y dedicación, supo encaminar mi profesión.

A mis queridas hijas Milenka y Elizabeth, quienes son el gran impulso y la razón de superarme y a mi esposa Rosmery Patzi por su comprensión fortuita.

A mis tíos Víctor y Severino Aruquipa Apaza quienes me apoyaron cuando más lo necesitaba.

A mis hermanos: José Santos, Gonzalo, Juan Ivan, Crisaldo, Rosmery y Roberto, por apoyarme incondicionalmente y alentarme en todo momento.

A Gerardo Vargas, por sus alientos y apoyo moral como un padre en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Al Divino Creador, por hacer posible y guiarme durante mi vida, en llegar hasta mis metas.

Al Proyecto: Diversidad Genética y Características de Fibra de Camélidos Domésticos (*Lama glama* y *Lama pacos*) en el Departamento de La Paz, financiado con los recursos de (IDH) por la división de posgrados (DIPGIS – UMSA).

A la Carrera de Ingeniería Agronómica, por facilitarme ese conocimientos en los años de estudio, en la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

A los pobladores del municipio de Catacora por su valiosa colaboración, especialmente al señor: Ing. Leonardo Flores por darnos esa oportunidad, de realizar la evaluación de la fibra de sus alpacas, en diferentes estancias del municipio de Catacora, Provincia Gral. José Manuel Pando.

Al Ing. Zenón Martínez Flores por su valioso ayuda, como también al Ing. Víctor Castañón Rivera, quienes con su apoyo y propuestas del tema, se hicieron posibles en la conclusión de mi trabajo.

Con especial afecto al Ing. M Sc. José Luis Quispe Huanca, profesional de la Unidad de Recursos Genéticos del (INIAF) quien con su paciencia y valioso apoyo incondicional, me ayudo hasta la culminación del trabajo de investigación.

Al Ing. M Sc. Juan José Vicente Rojas, docente de la facultad y profesional de la Unidad de Recursos Genéticos del (INIAF), por su valioso apoyo en la estadística.

Para los miembros del tribunal revisor: M.V.Z. René Condori Equice, Ing. Genaro Condori y Dr. Bernardo Soliz Guerreros, por sus observaciones positivas que contribuyeron a mejorar mi trabajo de investigación.

A todos mis familiares, tíos Víctor, Severino y Rogelio, hermanos (na) José Santos, Gonzalo, Juan Ivan, Crisaldo, Rosmery y Roberto y primos (as) Grover, Adela por el constante apoyo moral. En especial a mi madrina Martha Apaza de García, y a sus hijos Gervacio, Celina, Emilio, quienes me apoyaron y colaboraron incondicionalmente durante mis estudios universitarios.

A todo los compañeros de la Carrera, que tuvieron ese apoyo alentador y colaboración en los momentos de mi trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. La Alpaca	3
2.1.1. Taxonomía de la alpaca	3
2.1.2. Características morfológicas de las alpacas	4
2.1.3. Clasificación y categorización de la crianza de alpacas	5
2. 2. Población de alpacas en Sudamérica, Bolivia y municipio de Catacora	5
2.3. Sistemas de manejo en la crianza de alpacas de la región Andina	7
2.4. Características de la producción de fibra de alpacas	8
2.4.1. Importancia de la fibra de alpacas	8
2.4.2. Características de la fibra de alpaca	9
2.4.3. El vellón	10
2.4.4. La esquila	11
2.4.5. Producción de fibra de alpaca	11
2.5. Características de la fibra de alpaca en la industria textil	13
2.5.1. La fibra de alpaca desde el punto de vista de la Industria textil	13

2.5.2. Comercialización de la fibra de alpaca	14
2.6. Parámetros de calidad de la fibra de alpaca en la industrial textil	15
2.6.1. Diámetro de la fibra de alpaca	16
2.6.1.1. Coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpaca	18
2.6.2. Longitud de la mecha	19
2.6.3. Porcentaje de medulación	20
2.6.4. Rizos en la fibra	21
2.6.5. Índice de confort	21
2.6.6. Colores de la fibra	23
2.7. Correlaciones de la fibra de alpaca	24
2.8. Normas técnicas en la clasificación de la fibra de alpacas	25
III MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Localización geográfica	27
3.1.1. Características climáticas	28
3.1.2. Fisiografía y características del suelo en el municipio de Catacora	28
3.1.3. Ganadería	29
3.1.4. Vegetación	29
3.2. Materiales	30
3.2.1. Material del estudio	30
3.2.2. Materiales de campo	30
3.2.3. Materiales de laboratorio	31
3.2.4. Materiales de escritorio	31
3.3. Metodología de Investigación	31
3.3.1. Reunión con los productores de camélidos en el municipio de Catacora	31
3.3.2. Identificación de las localidades productoras para el muestreo de fibra	31
3.3.3. Selección de animal y extracción de muestras de fibra de alpaca	32
3.3.4. Distribución de animales seleccionados	33
3.3.5. Análisis en el laboratorio	33
3.3.5.1. Determinación del diámetro de fibra	34
3.3.5.1.1. Lavado de la fibra con detergente LEVAPON DN – P200 %	34

3.3.5.1.2. Remojo de muestras de fibras en el alcohol etílico	35
3.3.5.1.3. Preparación de muestras para determinar el diámetro de fibra	35
3.3.5.1.4. Determinación del diámetro de fibra según tipos de medulaciones	36
3.3.5.1.5. Determinación del índice de confort	37
3.3.5.2. Determinación de la longitud de la mecha	38
3.3.5.3. Determinación del número de rizos por pulgada	39
3.4. Análisis estadístico	40
3.4.1. Procesamiento de datos	40
3.4.2. Factores de estudio	40
a) Localidad	40
b) Sexo	40
c) Edad	41
d) Color	41
3.4.3. Modelo lineal aditivo	41
3.4.3.1. Diseño experimental	42
3.4.3.2. Correlaciones	43
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
4.1. Descripción de algunas características de alpacas Huacaya del municipio de Catacora	44
4.2. Factores que influyen en las características de calidad de fibra	46
4.2.1. Diámetro de fibra	47
4.2.1.1. Diámetros de fibra por efecto localidad	48
4.2.1.2. Diámetros de fibra por efecto sexo	49
4.2.1.3. Diámetro de fibra por efecto edad	49
4.2.1.4. Diámetro de fibra por efecto color	51
4.2.2. Coeficiente de variación del diámetro de fibra	52
4.2.3. Porcentaje de fibras meduladas	53
4.2.3.1. Medulaciones en la fibra por efecto edad	54
4.2.3.2. Medulaciones por efecto color	55
4.2.4. Índice de confort en la fibra de alpaca	56

4.2.4.1. Índice de confort de fibra por efecto localidad	57
4.2.4.2. Índice de confort por efecto sexo	57
4.2.4.3. Índice de confort por efecto edad	58
4.2.4.4. Índice de confort por efecto color	59
4.2.5. Longitud de mecha medidas en el cuerpo del animal (LMA)	60
4.2.6. Longitud de mecha evaluadas en el laboratorio (LMD)	61
4.2.7. Número de rizos por pulgada en la fibra de alpaca	65
4.2.7.1. Efecto edad	65
4.2.7.2. Efecto color	66
4.3. Análisis del diámetro por tipos de medulaciones	68
4.3.1. Diámetro de fibra sin médulas	69
4.3.1.1. Efecto edad	70
4.3.1.2. Efecto color	70
4.3.2. Diámetro parcialmente medulado	71
4.3.2.1. Efecto edad	71
4.3.2.2. Efecto color	72
4.3.3. Diámetros con medulación continuas	73
4.3.3.1. Efecto edad	73
4.3.3.2. Efecto color	74
4.3.4. Diámetros con medulación fuertes	75
4.4. Correlaciones entre las variables de calidad de fibra de alpacas	76
4.4.1. Correlación entre diámetro de fibra y porcentaje de fibras meduladas	76
4.4.2. Correlación entre diámetro de fibra e índice de confort	77
4.4.3. Correlación entre diámetro de fibra y número de rizos en la fibra	77
4.4.4. Correlación entre el coeficiente de variación del diámetro de fibra e índice de confort	77
4.4.5. Correlación entre porcentaje de medulación e índice de confort	78
4.4.6. Correlación entre porcentaje de fibras meduladas y número de rizos	78
V CONCLUSIONES	79
VI RECOMENDACIONES	82
VII LITERATURA CITADA	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la alpaca	4
Cuadro 2. Estimación de la población de camélidos Sudamericanos	6
Cuadro 3. Población estimada de alpacas 2008	6
Cuadro 4. Población de alpacas en el municipio de Catacora	7
Cuadro 5. Evolución del destino de la fibra de camélidos entre 1997 y 2003	12
Cuadro 6. Producción mundial (ton/año) y proveedores principales	12
Cuadro 7. Diámetros y longitudes promedios de fibras finas según el tipo de fibras	15
Cuadro 8. Diámetro de fibra de alpaca, por sexo en diferentes países	16
Cuadro 9. Diámetros de fibra por efecto edad (años)	17
Cuadro 10. Efecto de colores en el diámetro de fibra	17
Cuadro 11. Parámetros de calidad de la fibra en alpacas Huacaya según color	18
Cuadro 12. Características productivas de importancia de alpacas Huacaya	19
Cuadro 13. Índice de confort (IC) y factor de picazón (IP) en la fibra de alpaca	22
Cuadro 14. Aplicación del factor de confort en diferentes prendas	23
Cuadro 15. Frecuencia del color entero en alpacas Huacaya según sexo	24
Cuadro 16. Heredabilidad (diagonal) y correlaciones genéticas (sobre la diagonal) estimadas para todos los caracteres	24
Cuadro 17. Clasificación de fibra de alpacas según IBNORCA	25
Cuadro 18. Clasificación de fibra de alpacas según las normas técnicas peruanas	26
Cuadro 19. Especies nativas existentes en el municipio de Catacora	30
Cuadro 20. Distribución y tamaño muestral en Catacora y Pairumani Grande	33
Cuadro 21. Influencia de factores y parámetros estadísticos que afectan a la calidad de fibra	46

Cuadro 22. Media de mínimos cuadrados correspondientes a factores que influyen al diámetro de fibra (DF); coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) porcentaje de medulación (PM), índice de confort (IC), longitud de mecha antes y después de la esquila (LMA y LMD) y número rizos por pulgada (NR)	47
Cuadro 23. Variabilidad de la longitud de mecha entre los métodos empleados	64
Cuadro 24. Influencia de los factores y parámetros estadísticos que afectan al diámetro de fibra por tipos de medulación	68
Cuadro 25. Media de mínimos cuadrados correspondientes a factores que influyen sobre las variables diámetro de fibra no medulado, parcialmente medulado, con medulación continua y totalmente medulados, en fibras de alpaca	69
Cuadro 26. Coeficiente de correlación Pearson entre las principales variables de calidad de fibra de alpacas	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estructura de la fibra	9
Figura 2. Flujograma subsistema productivo de la fibra de camélidos en Bolivia	13
Figura 3. Variación del diámetro de fibra a lo largo de una mecha.	19
Figura 4. Tipos de medulación en la fibra de alpaca	20
Figura 5. Ubicación del area de estudio (Catacora y Pairumani Grande)	27
Figura 6. Muestreo en la zona costillar medio	32
Figura 7. Diámetro de fibra por efecto sexo del animal	49
Figura 8. Diámetro de fibra según la edad de los animales	50
Figura 9. Diámetro de fibra por efecto color	51
Figura 10. Medulaciones por efecto sexo del animal	54
Figura 11. Porcentaje de medulacion en la fibra de alpaca por efecto edad	55
Figura 12. Porcentaje de medulaciones por efecto color en la fibra de alpaca	56
Figura 13. Índice de confort de fibra por efecto sexo del animal	57
Figura 14. Índice de confort de fibra de alpaca por efecto edad	58
Figura 15. Índice de confort de fibra de alpaca por efecto color de la fibra	59
Figura 16. Longitud de mecha por efecto edad, medidas en el cuerpo del animal	60
Figura 17. Longitud de mecha por efecto color, medidas en el cuerpo del animal	61
Figura 18. Longitud de mecha por efecto localidad, medidas en laboratorio	62
Figura 19. Longitud de mecha por efecto sexo del animal	62
Figura 20. Longitud de mecha según edad del animal	63
Figura 21. Longitud de mecha según el color de la fibra	64
Figura 22. Número de ondulaciones por pulgada según edad	66

Figura 23. Número de rizos por pulgada en fibras por efecto color	67
Figura 24. Diámetros de fibra sin medulación por efecto edad	70
Figura 25. Diámetro de fibra sin medulación por efecto color	71
Figura 26. Diámetro de fibra parcialmente medulada por efecto edad	72
Figura 27. Diámetro de fibra parcialmente medulada por efecto color	73
Figura 28. Diámetro de fibra con medulación continua por efecto edad	74
Figura 29. Diámetro de fibra con medulación continua según color de fibra	74

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Página
Fotografía 1. Muestras de fibra	34
Fotografía 2. Izq. lavado la fibra y der. detergente industrial Levapon DN P200%	34
Fotografía 3. Fibras lavadas en proceso de secado en un ambiente cerrado	35
Fotografía 4. Microscopio de proyeccion	37
Fotografía 5. Fibra con medulas	37
Fotografía 6. Longitud de mecha medida en el cuerpo del animal	38
Fotografía 7. Longitud de mecha determinada en el laboratorio	38
Fotografía 8. Alpacas machos ganadores en la expo feria Catacora 2013.	44
Fotografía 9. Alpaca hembra café	45
Fotografía 10. Alpaca hembra LF (color canela)	45

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Clasificación taxonómica de los camélidos
- Anexo 2. Partes del vellon en la alpaca
- Anexo 3. Calidades del vellón expresado por regiones
- Anexo 4. Flujograma del sistema productivo de camélidos sudamericanos
- Anexo 5. Flujograma esquema de administración de la unidad productiva (U.P.)
- Anexo 6. Flujograma de funcionamiento del sector textil
- Anexo 7. Flujograma caracterización de la industria textil de camélidos de Bolivia
- Anexo 8. Ficha de registro individual para el muestreo de fibra de alpaca
- Anexo 9. Ficha de registro de la unidad de crianza familiar
- Anexo 10. Planilla para determinar diámetro y medulaciones de fibra de alpaca
- Anexo 11. Alpacas Huacaya de Catacora
- Anexo 12. Muestreo de la fibra de alpacas Huacaya del municipio de Catacora
- Anexo 13. Muestras de fibra extraídas categorizadas por localidad, sexo, edad y color
- Anexo 14. Preparación de las muestras en el laboratorio para su análisis en el microtomo
- Anexo 15. Análisis de la fibra en el laboratorio con microscopio de proyección
- Anexo 16. Muestras de fibra en la pantalla del microscopio de proyección
- Anexo 17. Base de datos de las variables de la fibra de alpacas Huacaya

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE FIBRA DE ALPACA HUACAYA (*Vicugna pacos*) EN DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CATACORA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la calidad de fibra de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora del departamento de La Paz, fueron seleccionados al azar 320 animales, de ambos sexos, de diferentes edades y colores de fibra. De cada alpaca se extrajo una muestra de fibra de la zona del costillar medio del animal, posteriormente en el laboratorio de fibra, se efectuó la determinación del diámetro de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort, número de rizos, longitud de mecha antes y después de la esquila, como también los diámetros por tipos de medulación, relaciones y las correlaciones. El procedimiento de datos fue realizado mediante el método de mínimos cuadrados usando un diseño completamente al azar, y empleando el programa estadístico S.A.S. Los resultados encontrados fueron: las alpacas Huacaya procedentes del municipio de Catacora tuvieron un diámetro de fibra de 22,84 μm , el coeficiente de variación del diámetro fue de 21,95 %, el porcentaje de fibras meduladas 26,07 %, el índice de confort 92,17 %, la longitud de mecha medida en el cuerpo del animal fue de 11,28 cm y en laboratorio fue de 9,83 cm y el número de rizos por pulgada en fibra fue de 6,9. Las variables: diámetro de fibra, porcentaje de fibras meduladas, índice de confort y números de rizos por pulgada fueron influenciados significativamente ($p < 0,01$) por la edad y, por el color de vellón a un nivel del 5 %, es decir que cuando aumenta la edad del animal se incrementan el diámetro de fibra y el porcentaje de medulación, pero disminuyen el índice de confort y el número de rizos, asimismo los colores oscuros tienden a tener mayor diámetro de fibra y porcentaje de medulación, sin embargo el índice de confort y el número de rizos, disminuyen. El índice de confort tuvo un efecto moderadamente significativo ($p < 0,05$) en el sexo del animal, ya que las alpacas hembras presentaron un índice de confort mayor al de machos. Los tipos de fibra: sin medula, parcialmente medulada y medulación continua fueron influenciados estadísticamente por la edad y color de fibra, es decir que los animales diente de leche tuvieron valores inferiores a las alpacas de dos dientes, cuatro dientes y boca llena; entre tanto los colores de fibra de tonos claros fueron más finos respecto a los oscuros. El diámetro de fibra con el porcentaje de medulación tuvo un grado de asociación positiva, esta variación refleja que cuando el diámetro de fibra es mayor también lo será el porcentaje de medulación y que es muy influyente con la edad de los animales. El grado de asociación entre el diámetro de fibra con el índice de confort y el número de rizos fueron negativos, lo que significa que cuando aumenta el diámetro de fibra tiende a disminuir el índice de confort y el número de rizos. La correlación del coeficiente de variación de la fibra contra índice de confort fue negativa y baja, esto quiere decir que cuando aumenta el coeficiente de variación de la fibra disminuye el índice de confort. El grado de asociación entre el porcentaje de medulación con el índice de confort y el número de rizos fueron negativos y bajos, es decir que cuando se incrementa el porcentaje de medulación, el índice de confort y el número de rizos de fibra disminuyen.

Palabra clave: Calidad, fibra, alpacas, Huacaya, correlación.

**EVALUATION OF THE QUALITY OF FIBER OF ALPACA HUACAYA
(*Vicugna pacos*) IN TWO LOCALITIES OF THE MUNICIPALITY OF CATACORA,
DEPARTMENT OF LA PAZ**

ABSTRACT

With the aim of assessing the quality of alpaca fiber Huacaya (*Vicugna pacos*) in two villages of the municipality of Catacora of the Department of La Paz, were randomly selected 320 animals of both sexes, of different ages and colors of fiber. Each alpaca was extracted a sample of fiber in the area of the ribcage means the animal later in the laboratory of fiber, is made the determination of the diameter of fiber, percentage of medulation, comfort index, number of curls, length of wick before and after shearing, as also the diameters by types of medulation, relationship and correlations. The procedure of data was performed using the method of least squares using a completely randomized design, and using the statistical program S.A.S. The results found were: the alpaca Huacaya from the municipality of Catacora had a diameter of fiber of 22,84 μm , the coefficient of variation of the diameter was 21,95 %, the percentage of fibers with marrows 26,07 %, the comfort index 92,17 %, the length of wick measure the animal's body was 11,28 cm and in laboratory conditions was 9,83 cm and the number of twists per inch in fiber was 6,9 Variables: diameter of fiber, percentage of fibers with marrows, comfort index and numbers of curls per inch were significantly influenced ($p < 0,01$) by age and, by the color of fleece to a level of 5 %, when increases the age of the animal is an increase in the diameter of fiber and the percentage of medulation, but decrease the comfort index and the number of curls, also the dark colors tend to have larger diameter fiber and percentage of medulation, however the comfort index and the number of curls, decrease. The comfort index had a effect moderately significant ($p < 0,05$) in the sex of the animal, since the female alpacas submitted a comfort index greater than that of males. The types of fiber: without spinal cord, partially with marrows and medulation continues were influenced statistically by the age and color of fiber, that is to say that the animal milk tooth had values below the alpacas of two teeth, four teeth and mouth full; in the meantime the colors of fiber of light tones were more fine with respect to the dark. The diameter of fiber with the percentage of medulation ad a degree of positive association, this variation reflects the fact that when the diameter of fiber is greater will the percentage of medulation and that is very influential with the age of the animals. The degree of association between the diameter of fiber with the comfort index and the number of curls were negative, which means that when you increase the diameter of fiber tends to diminish the comfort index and the number of curls. The correlation of the coefficient of variation of fiber against comfort index was negative and low, this means that when you increase the coefficient of variation of the fiber slows the rate of comfort. The degree of association between the percentage of medulation with the comfort index and the number of curls were negative and low, that is to say that when you increase the percentage of medulation, the comfort index and the number of curls of fiber diminishes.

Keyword: Quality, fiber, alpacas, Huacaya, correlation.

I INTRODUCCIÓN

La crianza de los camélidos domésticos, es una actividad económica principalmente en la región alto andina de Sudamérica; donde la mayoría son pequeños productores, constituidos en unidades de crianza familiar, caracterizadas por un manejo ganadero tradicional y carentes de un sistema tecnológico.

La alpaca, es uno de los camélidos que habita principalmente en zonas altas y húmedas de los países de Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Ecuador, estos últimos tres países poseen poblaciones inferiores con relación a los primeros, también se crían en otros continentes del mundo.

Se pueden distinguir dos razas de alpaca: a) la Huacaya que se caracteriza por tener un vellón esponjoso con crecimiento perpendicular al cuerpo, asimismo poseen fibras finas con ondulaciones similares al ovino Corriedale y b) la Suri caracterizada por presentar un vellón formado por mechales largas, ordenadas en rulos lacios, paralelos a la superficie del cuerpo similar al ovino Lincoln, el vellón es más fino, más pesado y brillante, además es más pequeña que la Huacaya. Generalmente la prioridad de la crianza de alpacas es la producción de fibra, por presentar finura excepcional para la industria textil, también se obtienen cuero y carne destinados al mercado.

La fibra de alpaca tiene propiedades especiales como: la capacidad de absorber la humedad ambiental (máximo 15 %), además de mantener la temperatura corporal al llevar "bolsillos" microscópicos de aire en la fibra, razón por la cual son utilizadas en manufacturas de tejidos livianos por su frescura y durabilidad, por estas características son muy demandados en el mercado internacional.

Actualmente, en Bolivia se produce aproximadamente 500 toneladas/año de fibra de alpaca, sin embargo la mayoría de los productores de camélidos desconocen la calidad de fibra que producen sus alpacas las mismas que son comercializadas a un bajo precio en ferias locales a intermediarios.

En el presente estudio se dispone de información sobre la calidad de fibra de alpacas que se produce en el municipio de Catacora del departamento de La Paz, que permitirá desarrollar programas de mejoramiento genético con la finalidad de mejorar la finura y otras características físicas de la fibra de acuerdo a los requerimientos de la industria textil.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de fibra de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) en dos localidades del municipio de Catacora del departamento de La Paz.

1.1.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de localidad, sexo, edad y color sobre los parámetros de calidad de la fibra de alpaca (diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro, porcentaje de medulación, índice de confort, número de rizos y longitud de mecha antes y después de la esquila.

Determinar el efecto de localidad, sexo, edad y color sobre el diámetro de fibra según tipos de medulación.

Establecer el coeficiente de correlación entre diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort y número de rizos de fibra de alpacas.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La alpaca

Los camélidos se originaron en Norteamérica hace 9 a 11 millones de años, se destacan dos tribus (*Lamini* y *Camelini*). Hace tres millones de años la tribu *Camilini* migra a Europa y Asia originándose camellos y dromedarios (Webb 1965, 1974) y la tribu (*Lamini*) también migran a Sudamérica originándose los camélidos sudamericanos, Cruz (2011).

La existencia de la alpaca data posiblemente hace 4.000 y 5.000 años atrás, cuando la civilización andina comenzó domesticar y se verifica que su fibra es de una calidad excepcional (Pineda, 2004) y son los primeros pobladores sudamericanos en usar a los camélidos como parte de su dieta, tal como denota en restos arqueológicos con escenas de caza de camélidos, esta civilización surgió en la región altiplánico peruano - boliviano, menciona Cáceres (2006), citado por Porras (2011).

2.1.1. Taxonomía de la alpaca

Según Wheeler (2006) y Fowler (2008), los camélidos sudamericanos se clasifican en dos: domésticas y silvestres; en la domesticas se encuentran la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*) y en las silvestres: vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*), corresponden al Orden Artiodáctyla; Suborden Tylopoda, Familia *Camelidae*, antes “Auquénidos”, renovado por Illiger (1811), formado en dos tribus: *Camelini* y *Lamini* (Stanley *et al.* 1994; Wheeler, 1995), citado por Mamani (2011) (Cuadro 1).

Los estudios a nivel ADN mitocondrial, el guanaco proviene del género (*Lama*) y la vicuña del (*Vicugna*), pero ancestralmente tienen una relación entre el guanaco y la llama, del mismo modo la vicuña y la alpaca son afines; por tal razón actualmente la alpaca se clasifica como *Vicugna pacos*, (Stanley *et al.*, 1994 y Kedwell *et al.*, 2001),

citado por Wheeler (2005) y Gentry *et al.* (2004), elocuentemente validan lo indicado, (Mamani, 2011, Porras, 2011 y Paredes, 2012), (Cuadro 1 y Anexo 1).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la alpaca

Categoría	Taxa
Reino	<i>Animal</i>
Sub reino	<i>Metazoos</i>
Phylum	<i>Cordados</i>
Sub – phylum	<i>Vertebrados</i>
Clase	<i>Mamalia</i>
Sub – clase	<i>Eutheria</i>
Orden	<i>Artiodactyla</i>
Sub – orden	<i>Ruminantia</i>
Infra – orden	<i>Tylopoda</i>
Familia	<i>Camelidae</i>
Tribu	<i>Lamini</i>
Genero	<i>Vicugna</i>
Especie	<i>Vicugna pacos (alpaca)</i>

Fuente: recopilada por Mamani, 2011; Porras, 2011 y Paredes, 2012

2.1.2. Características morfológicas de las alpacas

Morfológicamente, la alpaca tiene una cabeza con un copete bien formado unido a un cuello mediano, de orejas triangular, ollares amplios y boca con belfos muy móviles pigmentados, de cara limpia, buen desarrollo corporal, ligeramente convexa hasta la cola, con una altura a la cruz de 80 cm, con extremidades fuertes y un buen aplomo, otorgándole una estampa armonioso al animal (CONACS¹, 2001, señalado por Cisneros, 2008).

Según Wheeler (1984), citado por Cruz (2011), señala que las alpacas preferentemente son productoras de fibra; hace menos de 3 mil años, hubo un incremento en la longitud de fibra y modificación en su forma, originándose a los fenotipos Huacaya y Suri, que son herencias de razas antiguas.

¹ CONACS; Concejo Nacional de Camélidos Sudamericanos.

Según Antonini *et al.* (2004) y FAO (2005), citado por Quispe *et al.* (2008), la Huacaya tiene un vellón compacto dispuesta perpendicularmente al cuerpo, con fibras suaves ásperas y además son rizados parecidos al del ovino Coriedale y Romey, las fibras contienen argenina que tienen la cualidad de aceptar fácilmente los tintes, y la Suri tiene fibras organizadas en rizos caedizas al costado del cuerpo, deforma rectilínea, de apariencia angulosa parecidos a la cabra angora, tienen mayor proporción de cistina que hace que no acepte fácilmente los tintes, coinciden a lo indicado por Sanmiguel y Serrahina, 2004; Pineda, 2004 y Bustinza, 2001.

2.1.3. Clasificación y categorización de la crianza de alpacas

Las tamas o rebaños de alpacas son clasificadas por el sexo, edad, madres preñadas y madres con crías (Sanmiguel y Serrahina, 2004). También Sánchez (2004) categoriza identificando por edad y sexo: crías de ambos sexos (hasta 8 meses), tuis menores de ambos sexos de 8 a 12 meses y tuis mayores de ambos sexos (12 a 24 meses de edad), padres y madres (más de 3 años) y capones de 1 a 2 años. Además Quispe *et al.* (2008) considera edades menores a 1,5 años (diente de leche); 1,5 a 3 años (dos incisivos permanentes); 3 y 4 años (cuatro incisivos permanentes) y mayores a 4 años (incisivos permanentes completos).

Rodríguez y Quispe (2007) citado por Barreta (2012), los machos son aislados de la tama² de hembras a zonas alejados, solamente en época de monta se reúnen, la misma que coincide con la época de lluvia (enero a marzo), sin embargo, lo más frecuente en la crianza de alpacas es la inclusión de machos reproductores denominados janachos³ en una cantidad de 3 a 5 machos por tama.

2. 2. Población de alpacas en Sudamérica, Bolivia y municipio de Catacora

De acuerdo a Canaza (2009), se estima que en Sudamérica existe una población de al

² Denominación equivalente al rebaño de ovejas, es decir, tropa o tama de alpacas o llamas.

³ Alpacas machos reproductores.

menos 7,5 millones de camélidos, asimismo la consultora Biotecnología Agropecuaria S.A. (BTA⁴), indica que la población de camélidos alcanza a 7,8 a 8 millones, de los cuales el 46 % corresponden a las alpacas, el 44 % a llamas, un 7 % a guanacos y un 2 % a vicuñas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estimación de la población de camélidos Sudamericanos

País	Especies (Nº de cabezas)			
	Llama	Alpaca	Vicuña	Guanaco
Argentina	161.402	1.000	70.000	455.446
Bolivia	2.622.310	456.784	56.383	1.000
Chile	86.000	25.000	18.000	45.244
Ecuador	10.356	6.685	1.827	.....
Perú	1.003.614	2.900.000	156.000	3.810
TOTAL	3.883.682	3.389.469	302.210	505.500

Fuente: BTA (2008) Biotecnología Agropecuaria S.A.

Según PRORECA (2008), la población de alpacas alcanza a 461.020 cabezas, siendo el departamento de La Paz con mayor número de cabezas (239.223), seguido de Oruro (189.215), Cochabamba (20.000) y Potosí (12.582) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Población estimada de alpacas 2008

Departamento	Alpaca
La Paz	239.223
Oruro	189.215
Potosí	12.582
Cochabamba	20.000
Total	461.020

Fuentes: PRORECA (2008)

Según el PDM del Gobierno Municipal de Catacora (2011), la población de alpacas en el municipio de Catacora de la provincia José Manuel Pando del departamento de La Paz, alcanza a 12.777 cabezas, las mismas se encuentra distribuidas en cuatro cantones; Catacora con mayor población (6.152 cabezas) seguida por Parachi con

⁴ BTA; Consultores S.A. (2008) Biotecnología Agropecuaria, Producción de Fibra de Guanacos en Magallanes, Proyecto de Innovación en la XII - Región de Magallanes - Chile.

2.351 alpacas; Tola Collo con 2.349 cabezas y Pairumani Grande con 1.925 alpacas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Población de alpacas en el municipio de Catacora

Cantón	Alpacas
Catacora	6.152
Pairumani Grande	1.925
Tola Collo	2.349
Parachi	2.351
Total (Municipio)	12.777

Fuente: (PDM) Gobierno Municipal de Catacora 2011.

2.3. Sistemas de manejo en la crianza de alpacas de la región Andina

Fernholz (2006), manifiesta que la crianza de alpacas, es propio de pequeños productores con escasos recursos, por ello explotan en praderas nativas comunitarias aunque la carga animal son extremas que desequilibran la capacidad productiva con riesgos a la degradación.

Asimismo, PRORECA (2003 – 2005) afirma que la crianza y producción de llamas y alpacas en Bolivia es una actividad eminente campesina. Esta ganadería constituye una de las principales actividades productivas que involucra a aproximadamente a 54.000 familias. Su manejo enfrenta, por una parte, problemas estructurales como la fragilidad de los recursos naturales, sistema de tenencia de tierras, reducido tamaño de la unidad de producción, entre las principales y por otra, problemas tecnológicos relacionados con la obtención de bajos índices productivos, como consecuencia de restricciones alimenticias y nutricionales, reproductivos, sanitarios, así como de la carencia de programas de mejoramiento genético y de infraestructura de producción.

Cisneros (2008), Mamani (2008) y Suyana (2010), sostienen que la crianza de alpacas es la principal actividad en zonas de puna alta y serranías de la región alto andina de Sudamérica. La alimentación de las alpacas es exclusivamente de pastos nativos.

Por otro lado, Bustinza (2001), Sanmiguel y Serrahima (2003), afirman que las alpacas se adaptan a duras condiciones de clima de zonas frías y húmedas con bofedales⁵ de la puna de los Andes cordilleranas. Asimismo, Sánchez (2004) y Kuonen (2007), afirman que la alpaca se desenvuelven en diversos pisos ecológico y comparten amistosamente las praderas nativas con el ganado bovino, además son higiénicas debido a que depositan sus estiércoles siempre en el mismo lugar, además el MINAG (2006), citado por Contreras (2009) expresa que los camélidos sudamericanos son ecológico porque no dañan ni provocan erosión al suelo por llevar almohadillas plantares.

2.4. Características de la producción de fibra de alpacas

2.4.1. Importancia de la fibra de alpacas

Wheeler (2010) citado por Cruz (2011), sostiene que en la época incaica, la fibra de alpaca alcanzó su gran importancia por su calidad durante los siglos XIV y XV, de tal modo Canaza (2009), argumenta que la fibra es apreciable y tiene mayor aceptación internacional por su calidad en la industria textil, cuya producción de fibra de alpaca representa el 10 %, mientras de llama solo el 1 %, asimismo compite con la de Cachemire y Mohair dentro la producción de fibras finas de origen animal, aunque se explotan los camélidos en condiciones adversas imposible de criar otras especies de animales.

Chávez (2008), indica que las fibras de alpaca tienen tres principales características desde del el punto de vista textil; por su prioridad térmica ideal para la protección ante las temperaturas extremas, tenacidad hace que las prenda son más durable y por tener amplia gama de colores, son exclusivos entre fibras textiles, hace que sean atractivas para consumidores interesados en la protección al medio ambiente. Por lo tanto Quispe E. (2011), citado por Manso (2011) argumenta que la fibra de alpaca mantiene su lustre y su aspecto natural, conservan la temperatura corporal, es siete veces más caliente

⁵ Bofedal; es una pradera nativa con permanente humedad, propio de zonas alto andinas ubicados en alturas sobre 3.500 msnm, situados en las planicies, donde el almacenamiento de aguas (bolsas de agua), provienen de las precipitaciones fluviales o de afloramientos superficiales de aguas subterráneas.

con relación a la lana del ovino y además es un aislante térmico, debido a la presencia de bolsillos microscópicos de aire a nivel medular.

2.4.2. Características de la fibra de alpaca

La fibra de alpaca es el pelo que cubre al animal, constituido por fibras finas y gruesas, (Rosas, 2012), tiene una formación delgada constituida por células completamente queratinizadas, cuyo origen es de porción epitelial del folículo piloso (Alzola, 2002, citado por Sosa, 2011). La estructura cuticular de la fibra está constituida histológicamente por dos capas distintas: la externa e interna capa cortical y la medula (Rodríguez, 2000) (Figura 1).

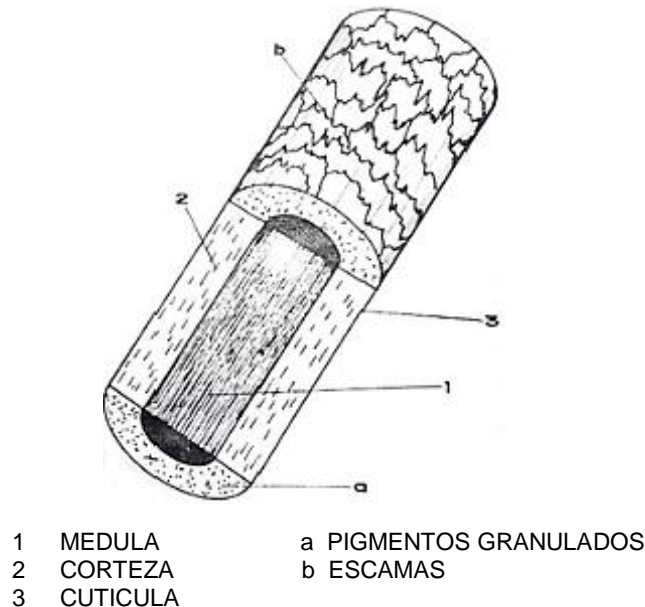


Figura 1. Estructura de la fibra

La corteza es una capa muy variable, cuando llevan cutícula y corteza formadas por células corticales integran más del 90 % de masa en la fibra, pero cuando se constituyen la cutícula, corteza y la médula en este caso la corteza pueden componerse menos del 50 % de la masa en la fibra (Contreras, 2008).

Asimismo, la capa cuticular, compone al menos un 10 % de fibra, comprendida por escamas integradas células poligonales sin núcleo, imbricadas como “escamas de

pescado” o tejas de techo que varían en número según tipo de fibra (Calle, 1982). La capa cortical constituye un 90 % de fibra, encontrándose protegido por cutícula formada de células alargadas, delgadas, fusiformes de 9 μ x 100 μ y contienen queratina. La médula son células de la corteza que durante la queratinización dejan un canal o hueco al centro de la fibra, estas médulas pueden ser continuas o fragmentadas (Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos FCV – UNNE, SA).

Las fibras o pelos de camélidos son poco diferentes a las lanas de los ovinos, debido a la estructura física; las lanas son rizadas y los pelos son lisos, además presenta menor contenido de impurezas y finalmente las fibras de alpaca son muy finas, ligeras que la lana de los ovinos, (www.thealpamarca.info/es/zig_fibra.php).

2.4.3. El vellón

El vellón de alpacas Huacaya está constituido por mechones compactos, presencia de rizos concentrados perpendicularmente al cuerpo confiriéndole apariencias esponjosas, mientras los mechones de alpacas Suri son más separados y lacios, de forma espiral o rulos, dispuestos lateralmente a lo largo del cuerpo. (<http://www.minag.gob.pe/>. 2010).

Según Alfaro (2006), Lencinas (2010) y Aguilar (2012), el vellón que es trasquilado de la alpaca se divide en: braga y manto. La braga está constituida por fibras de las regiones del pectoral, barriga, parte alta del cuello (collarín), cabeza (copete), cara, patas y cola, formados de fibras gruesas y mechones cortos. En tanto que el manto, son fibras situados en el dorso y flancos de la alpaca, cubriendo al cuello, la espalda, costillar, hombro, lomo, grupa, cadera y muslo, provista de mayor uniformidad de fibras (Anexo 2).

De acuerdo a Chaves (2008) y Rosas (2012), el vellón esquilado se clasifica en seis calidades de fibra según finura (Anexo 3), la misma está determinada en micras que varían entre 19 a 40 micrones.

2.4.4. La esquila

La esquila es una faena ganadera denominada “cosecha de fibra”, que consiste en el corte de la fibra de alpacas realizada en cada unidad productiva de explotación camélida. Las alpacas son esquiladas cuando alcanzan longitudes de fibra de al menos 7 cm, esta actividad se realiza antes del inicio de las lluvias (Lencinas, 2010 y Aguilar, 2012) con una frecuencia anual. Asimismo, el rendimiento en promedio general por animal es de 2 a 3 Kg, (Montes, 2007).

Aguilar (2012), Mamani (2011) y Proyecto CTI (2007), indican que las alpacas adultas se esquilan en los meses de octubre, noviembre y diciembre, que es denominada campaña grande y la esquila de animales jóvenes (tuis) o de primer corte se realiza en los meses de marzo y abril, la misma que se denomina campaña chica. La esquila también es benigna desde el punto de vista climático, porque permite ejercer un control más efectivo sobre ectoparásitos que constituyen un problema serio en la mayoría de las explotaciones alpaqueras, sin embargo la mayoría de los productores prefieren esquilar cada dos años.

Según Calle (1969 - 1982), la época de esquila varía de acuerdo a la región y estación del año, asimismo Pumayala (1980) y Calle (1980), mencionan que la esquila debe realizarse al inicio o después de la parición, es decir antes o después de las lluvias, para evitar una elevada mortandad en el manejo.

2.4.5. Producción de fibra de alpaca

La alpaca es un camélido sudamericano doméstico productora exclusivamente de fibra, valorizado por su calidad y propiedades que son muy apreciadas en el mercado textil (Sánchez, 2004 y Bustinza, 2001). Según, Bryant *et al.* (1989) y Quispe *et al.* (2009) precisan que las alpacas del Perú provenientes de las comunidades campesinas, son de menor calidad de fibra y baja producción de fibra, ya que en su mayoría esquilan bianualmente obteniendo promedios de 2,30 kg, por otra parte, bajo una cría tecnificada

la producción anual es de 2,1 a 2,3 kg. Por su parte Castro (1988), obtuvo un peso promedio del vellón sucio de 1.610 gramos en alpacas Huacaya del Centro Experimental de Ulla Ulla.

Según PRORECA (2003 - 2005), en Bolivia la producción de fibra de alpaca para el año 2003 es de aproximadamente 365 toneladas, de las cuales el 90 % son destinadas al mercado y el restante al autoconsumo (Cuadro 5). El departamento de La Paz produce el 55 % con una finura promedio de 21 micras principalmente procedentes de la región Ulla Ulla y el 44 % produce Oruro (Barreta, 2012).

Cuadro 5. Evolución del destino de la fibra de camélidos entre 1997 y 2003

Fibra (tn)	Total		Destino				% Consumo	
			Ventas		Consumo			
	1997	2003	1997	2003	1997	2003	1997	2003
Llama	149	433	45	303	104	130	70	30
Alpaca	148	365	116	329	32	36	22	10

Fuente: PRORECA, (2003 - 2005)

Según IBNORCA (2002), la producción de fibra de alpaca en Bolivia tiene un rango de finura que varía de 20 a 22 micrones. La FAO (2009), indica que la producción de fibra de alpaca a nivel mundial alcanza a 4.000 toneladas, siendo los países de Perú, Bolivia y Chile con mayor aporte (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción mundial (ton/año) y proveedores principales

Especie	ton/año	Países productores
Mohair (angora y cabra)	8.000	Sudáfrica, Estados Unidos y Turquía
Cashemere (cabra)	5.000	China, Mongolia, Irán y Afganistán
Alpaca	4.000	Perú, Chile y Bolivia
Camello	2.000	China, Mongolia, Irán y Afganistán
Angora (conejo)	8.500	principalmente China
Llama	500	Perú y Bolivia

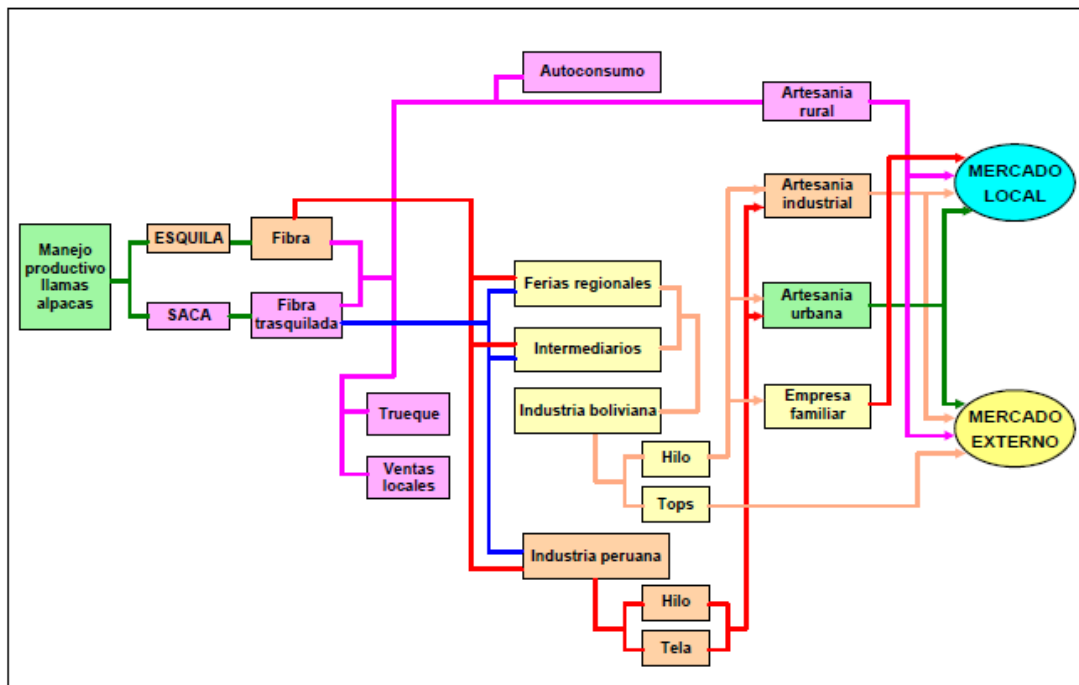
Fuente: FAO (2009)

2.5. Características de la fibra de alpaca en la industria textil

2.5.1. La fibra de alpaca desde el punto de vista de la Industria textil

La industria textil distingue a la fibra de alpaca como fibras “especiales”, cuando son manufacturadas se clasifican como artículos de lujo (Wang *et al.*, 2003, citado por Paredes, 2012). La calidad de fibra “Baby y Fleece” se emplean en vestimenta humana, de acuerdo a las exigencias en el mercado de la moda.

Según PRORECA y FDTA (2004), se observa la presencia de la industria textil peruana, la misma que juega un rol importante complementario, en dos niveles como comprador de fibra y proveedor principal de hilo al sector de confección. Las principales empresas de transformación industrial de fibra en Bolivia son COPROCA, S.A. que produce 2 a 3 tn/mes de hilados, Altifibers que produce hilos de llama y alpaca, en cambio la hilandería Fotrama produce hilos para tejidos artesanales y las otras empresas textiles acondicionan su tecnología para transformar y comercializar tops e hilos (Figura 2).



Fuente: PRORECA y FDTA (2004)

Figura 2. Flujograma subsistema productivo de la fibra de camélidos en Bolivia

2.5.2. Comercialización de la fibra de alpaca

De acuerdo a la información de PRORECA y FDTA (2004), Bolivia, tiene alrededor de 54.000 familias dedicadas a la crianza de llamas y alpacas, generando ingresos económicos con la producción de fibra, carne y cuero en un promedio de US\$ 488/año por familia, asimismo, el aporte exclusivamente por la fibra es de US\$ 203 anualmente. La comercialización de fibra está caracterizada por su alta informalidad y por la presencia de una activa red de intermediarios que recorren el área de producción y las ferias comunales y provinciales. En esos espacios de transacción, adquieren fibra. Las condiciones del vellón que se oferta están caracterizadas por la presencia de impurezas y mezclas de diferentes colores; aspectos que a la hora de fijar los precios, reducen las posibilidades de negociación de los productores para obtener mejores ingresos. Esta modalidad de acceso al mercado por parte de los productores, está marcada por una gran dispersión de la oferta, individual y atomizada.

A pesar de todos los inconvenientes a que se ha hecho referencia, este sistema de intermediación juega un rol fundamental en la articulación con los mercados que demandan dicho producto; mercados que se localizan en los centros urbanos y representados principalmente por las industrias textiles. La mayor fortaleza del intermediario mayorista es el conocimiento de las características técnicas del vellón que requiere la industria. Este conocimiento permite que estos agentes económicos efectúen un primer proceso de agregación de valor; clasifican por colores, eliminan las impurezas y ofertan volúmenes mayores a los 500 kg; aspectos que considera la industria textil para fijar el precio de compra por calidad.

En este sistema de intermediación, la presencia de los alcanzadores peruanos es frecuente, particularmente en las ferias fronterizas entre Bolivia y Perú. Estos espacios permiten la negociación y fijación de precios; precios que rigen para la realización de transacciones comerciales tanto en Bolivia como en el Perú. Es un escenario altamente dinámico para los negocios en fibra y otros.

2.6. Parámetros de calidad de la fibra de alpaca en la industria textil

Según Alfaro (2006) y Mueller (2008), citado por Canaza (2009); las principales características físicas de la fibra de alpacas según la industria textil son: diámetro, longitud de la mecha, rizos, color e índice de confort. Asimismo Wang *et al.* (2003), MINAG (2008) y Velarde (1993), citado por Contreras (2009), toman en cuenta la flexibilidad, suavidad al tacto, higroscopicidad baja (que permite absorber humedad ambiental del 10 % a 15 %, sin afectar su aspecto), resistencia a la tracción (tres veces más fuerte y tenaz que lana ovina).

También Ruiz de Castilla y Olagibel (1991), citado por Mamani (2011), consideran como variables fibrométricas a la resistencia, elongación, tenacidad, índice de refracción (variables por color), suavidad, medulación, rendimiento al lavado (suavidad, impurezas y tratamientos), color (pigmentación de células queratinizadas, melanina). Actualmente la preferencia en el uso de las vestimentas livianas y confortables son elaboradas con fibra más fina y livianas pero costosas (BTA, 2008), (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diámetros y longitudes promedios de fibras según el tipo de fibras

Tipo de fibra	Diámetro (μ)	Longitud(mm)
Vicuña	10 a 15	15 a 40
Angora	11 a 15	25 a 50
Pacovicuña	13 a 17	35 a 50
Cachmere	15 a 19	25 a 90
Llama	20 a 25	40 a 120
Alpaca	18 a 40	75 a 120
Ovino fino	17 a 22	50 a 60
Guanaco	18 a 24	30 a 60
Camello	18 a 26	29 a 102
Yak	19 a 21	30 a 50
Mohair	24 a 40	75 a 100

Fuente: CID – AQP (2005) citado por BTA, S.A. (2008)

Además Sanfley (2001) citado por Manso (2011), manifiesta que la calidad de fibra según su importancia en la industria textil son: diámetro de fibra del 65 – 80 %, longitud de mecha 15 – 20 %, rendimiento al lavado 5 – 10 %, fuerza ténsate 5 – 10 %, teniendo

la fibra en general una importancia de 60 – 70 % y la conformación morfológica de la alpaca del 30 – 40 %.

2.6.1. Diámetro de la fibra de alpaca

Siguayro (2010) cita a Carpio (1978), quien manifiesta que el diámetro es la finura de la fibra que se mide en micras, por ende esta medida define el uso manufacturero de una fibra textil. Como también Quispe J. (2013), menciona que el diámetro de fibra, se reconoce como la característica técnica de mayor importancia para apreciar la calidad en la industria textil.

Osorio (1986) citado por Porras (2011), obtuvo diámetros de fibras mayores en machos respecto a hembras, posiblemente debido a una mayor intensidad de selección en machos, por su parte Bustinza (2001) y Charcas, (1997) afirman que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre sexos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diámetros de fibra de alpaca, según sexo en diferentes países

Autor	Diámetro (μm) por sexo		
	Macho	Hembra	Región
Mamani (2008)		20,36 \pm 3,09	Marangani, Perú
Montesinos (2011)	23,93 \pm 3,93	23,54 \pm 3,17	(INIA, Quimsachata), Perú
Olaguivel (1991) citado por Mamani (2008)	25,78	25,33	C.E. La Raya, Perú
Montes (2008)	23,19 \pm 0,24	22,05 \pm 0,32	Huancavelica, Perú
Huanca <i>et al.</i> (2007)	22,47	22,83	Cojata, Perú
	22,74 \pm 1,58	22,82 \pm 1,54	Santa Rosa, Perú
Wuliji <i>et al.</i> (2000) citado por Canaza (2009)	28,8 a 32,4	27,2 a 31,4	Nueva Zelanda
Contreras (2009)	21,46 \pm 0,08	22,87 \pm 0,01	Huancavelica, Perú
Lupton (2006), citado por Quispe <i>et al.</i> (2013)	27,1	26,7	Norteamérica, EEUU
Castro (1988)	25,13 \pm 3,6	25,13 \pm 3,6	Ulla ulla, Bolivia
Charcas (1997)	21,3	21,1	(Oruro y La Paz), Bolivia
Quispe J. (2014)	20,8 \pm 2,0	21,3 \pm 2,8	Sajama, Bolivia

Fuente: Recopilación de varios autores.

Alfaro (2006) y Pineda (2004), mencionan que existe efecto de edad de los animales

sobre el diámetro de fibra, desde la primera esquila (nueve meses) con diámetros menores pertenecientes a la calidad Baby, luego aumentan continuamente el diámetro de fibra hasta los 5 años (Cuadro 9). Asimismo Carpio (1982), indica que conforme avanza la edad de los animales aumentara el diámetro, debido al desarrollo de los folículos responsable de la producción de fibra.

Cuadro 9. Diámetros de fibra por efecto edad (años)

Autores	Diámetros (μm) por edades (años)					Región
	≤ 2 años	2 a 3,5 años	3,5 a 4,5 años	$\geq 4,5$ años	5 años	
	(DL)	(2D)	(4D)	(BLL)		
Castro (1988)			23,3		25,65	Ulla Ulla, Bolivia
Mamani A. (2008)		18,45	20,25	20,9	21,9	Marangani, Perú
Montesinos (2000)	22	22,67	26,62			Quimsachata, Perú
Charcas (1997)	19	19,9	22	23,9		Ulla Ulla, Bolivia
Quispe <i>et al.</i> (2008)	20,75 \pm 0,15	21,67 \pm 0,24	22,75 \pm 0,26	23,00 \pm 0,44		Huancavelica, Perú
Montes <i>et al.</i> (2008)	21,65	22,16	22,83	22,84		Huancavelica, Perú
Contreras (2008)	21,54 \pm 0,02	22,72 \pm 0,05	23,70 \pm 0,05	25,02 \pm 0,10		Huancavelica, Perú
Siña (2013)	22,87 \pm 2,61	22,89 \pm 2,04	23,50 \pm 2,87	24,74 \pm 2,86		Tarata, Tacna, Perú
Cisneros (2008)	22,90 \pm 3,07	24,26 \pm 3,34	26,11 \pm 3,42	27,81 \pm 3,52		(Canchis, Cusco) Perú
Melo (2006)	19,27 \pm 2,43	20,07 \pm 2,46	20,95 \pm 2,86	20,73 \pm 2,72		Cusco y Puno, Perú

Fuente: Recopilación de diferentes autores sobre el diámetro de fibra por efecto edad de 1, 2, 3, 4 y 5 años, corroborado por la arcada dentaria: DL (dientes de leche), 2D (dos dientes), 4D (cuatro dientes) y BLL (boca llena).

Según Charcas (1997), obtuvo diámetros menores en vellones blancos de alpacas respecto a los colores grises y negros, del mismo modo Montesino (2000) y Loza (2000) lograron obtener la misma tendencia respecto al color de fibra (Cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto de colores en el diámetro de fibra

Autores	Diámetros (μm) por efecto colores					Región
	Blanco	LF	Café	Gris	Negro	
Charcas (1997)	20,9	21,3	21,2	20,7	21,9	Ulla Ulla, Bolivia
Montesinos (2000)	22,40 \pm 2,15	23,63 \pm 3,37	23,96 \pm 3,54	24,02 \pm 2,41	24,67 \pm 3,12	Quimsachata, Perú
Loza (2000)		24,48 \pm 2,50	24,98 \pm 3,22		26,92 \pm 3,49	CIP, La Raya-Perú

Fuente: Recopilación de varios autores.

Según Oria *et al.* (2009), el color del vellón tiene un efecto sobre el diámetro de fibra, ya que existe un aumento del grosor según aumenta la tonalidad de color, es decir que el blanco presenta diámetros menores con relación al crema, café y negro; y se relaciona con el índice de confort que es inversamente proporcional al aumento del diámetro de fibra (Cuadro 11).

Cuadro 11. Parámetros de calidad de la fibra en alpacas Huacaya, según color

PARÁMETROS	Blanco (n=34)	Crema (n=56)	Café (n=23)	Negro (n=8)
Diámetro medio (μm)	22,45 \pm 0,53 ^a	23,91 \pm 0,47 ^{ab}	25,36 \pm 0,66 ^{bc}	27,10 \pm 1,27 ^c
Coefficiente de variación del diámetro (%)	18,86 \pm 0,39	18,80 \pm 0,27	20,01 \pm 0,51	19,44 \pm 0,41
Índice de confort (fibras $\leq 30 \mu\text{m}$) (%)	92,52 \pm 1,67 ^a	87,60 \pm 1,92 ^{ab}	81,95 \pm 3,45 ^{bc}	75,59 \pm 5,63 ^c
Curvatura media ($^{\circ}/\text{mm}$)	36,77 \pm 1,38 ^a	32,75 \pm 1,01 ^{ab}	29,68 \pm 1,51 ^b	22,83 \pm 2,44 ^c
Desviación típica de la curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$)	28,97 \pm 0,89 ^a	26,59 \pm 0,70 ^{ab}	25,29 \pm 1,23 ^b	19,70 \pm 1,58 ^c

Fuente: Oria *et al.* (2009). Letras diferentes son significativas ($p < 0,05$); n = número de muestras.

2.6.1.1. Coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpaca

Según Manso (2011), el coeficiente de variación de fibra, es una medida de amplitud relativa estandarizada en función al diámetro de la fibra, los coeficientes más bajos indican mayor uniformidad y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado.

Al respecto Montes (2008), obtuvo en un 10 % de animales un coeficiente de variación menor al 20 %, pero en el 80 % de los animales se obtuvieron un coeficiente de variación menores de 24 %, considerado ideal para la industria textil, por su parte Quispe J. (2014), reporta en alpacas de Sajama un coeficiente de variación del diámetro de fibra de $22,1 \pm 3,9$ %, también Cordero *et al.* (2011) reportan promedios y coeficientes de variación del peso del vellón sucio y limpio, además del diámetro y longitud de fibra (Cuadro 12).

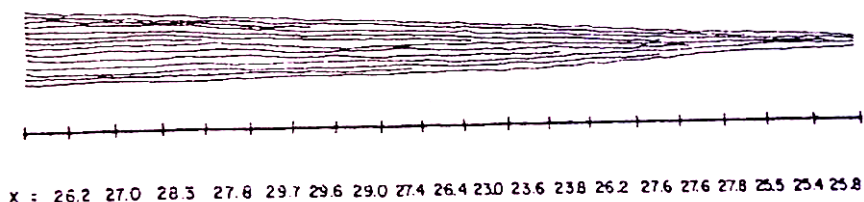
Cuadro 12. Características productivas de importancia de alpacas Huacaya

Características	Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación (%)
Peso de vellón sucio (PVS, kg)	2,52	0,98	38
Peso vellón limpio (PVL, kg)	2,28	0,88	39
Diámetro medio de la fibra (DMF, μ m)	23,42	4,14	18
Longitud de la fibra (LF, pulg)	4,15	1,33	32

Fuente: Cordero *et al.* (2011)

2.6.2. Longitud de la mecha

Según, Bustinza (2001) y Siguayro (2009), manifiestan que la longitud de mecha en alpacas, es el promedio de la longitud de fibras medidas desde la base hasta las fibras más largas de la mecha. Asimismo, Siguayro y Aliaga (2010) definen que la longitud de mecha, es el largo de un conjunto de fibras en los camélidos, ya que determina los destinos en la industria textil. Por su parte Bustinza (2001), señala que la longitud de mecha es el factor muy importante para la industria textil y son consistentes cuando la mecha es medidas en el laboratorio o en el cuerpo del animal.



Fuente: Bustinza (2001)

Figura 3. Variación del diámetro de fibra a lo largo de una mecha

Del mismo modo Frank *et al.* (2006) sostienen que la longitud de fibra de llama depende del intervalo entre esquilas, medio ambiente, estado fisiológico del animal y entre otras características, el promedio para 12 meses de edad es de $115,40 \pm 23$ mm. Por su parte Alfaro (2006), menciona que la longitud de mecha en el proceso textil permite clasificar en: sistema de peinado y cardado.

De acuerdo a Pineda (2004) y Alfaro (2006), la edad, la raza y el sexo de los animales influyen en la longitud de mecha, los machos alcanzan longitudes ligeramente superiores a las hembras; mientras las mecha de Suri son más largas que la Huacaya.

La longitud de mecha en alpacas Huacaya, alcanza una longitud de 12,3 cm en la primera esquila, a partir de la segunda esquila desciende gradualmente de 11,8 cm a 8,0 cm en edades de 2 y 3 años, en cambio la fibra de Suri alcanza anualmente un 15 a 20 cm de largo (Mamani, 2011). La fibra no crece uniformemente, existen fibras cortas, medias y largas desde que se origina en la piel, la consecuencia de este factor es la edad y el medio ambiente; desde su nacimiento hasta un año de edad cuadruplica la longitud de las fibras de alpacas Huacaya, encontrándose con valores de 3,35 cm al nacer y 13,95 cm a los 12 meses (Bustinza, 2001).

2.6.3. Porcentaje de medulación

La fibra de alpaca, consta de tres compartimientos: cutícula, corteza y médula, esta última son espacios vacíos (hueco) lleno de aire en el centro de la fibra, según la presencia o ausencia de la medula pueden ser: fuertemente, continuas, fragmentada, interrumpidas y sin medulas (Figura 4); las fibras finas en su mayoría no presentan médulas, pero la mayoría de las gruesas poseen médulas continuas, hasta muy amplias, esto sucede cuando se rompen las células en forma total durante la queratinización, dejando un canal hueco (Manso, 2011).

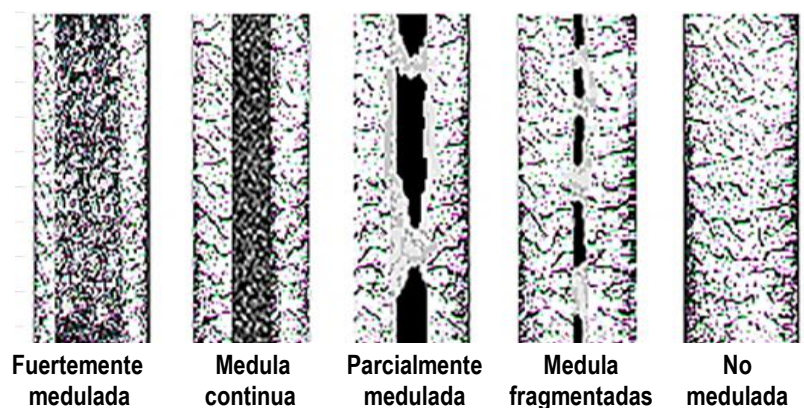


Figura 4. Tipos de medulación en la fibra de alpaca

Bustinza (2001) y Mc Coll (2004) citado por Contreras (2009), señalan que la forma transversal de las medulas son: ovoide, arriñonada, irregular y en forma de S y T, asimismo indican que las fibras meduladas tienen un diámetro de 30 a 60 micrones y, las no meduladas de 15 a 20 micrones.

2.6.4. Rizos en la fibra

Los rizos se define, como carácter de profundidad y suavidad en el vellón, es sinónimo de una onda bien definida, la presencia de los rizos expresa una mayor finura; la tendencia es menor cuando son meduladas (Rojas, 2011).

Alfaro (2006) y Manso (2011), sostienen que los rizos tienen la formación propia dentro de los folículos de la fibra de alpacas Huacaya, varía desde uno hasta siete rizos/cm. Entre tanto Bustinza (2001) y Martínez (1994) manifiestan que la presencia de rizos es un indicador de calidad de la fibra, el alto grado de ondulaciones otorga mayor extensibilidad.

El grado de asociatividad entre diámetro y número de rizos es alto, es decir fibras con mayor cantidad de rizos poseen cualidades textiles superiores, donde la elasticidad y la torsión facilitan las operaciones del hilado (Cervantes *et al.*, 2010 y Aliaga, 2006, citado por Porras, 2011). Por otro lado, Mike (2006), citado por Siguayro (2010) sostiene que el diámetro de fibra respecto al grado de curvatura del rizo tiene mayor grado asociatividad, de igual forma Mamani (2008) indica que la presencia de rizos en fibras de alpacas Huacaya disminuye conforme avanza la edad.

2.6.5. Índice de confort

El índice de confort (IC) o factor de comodidad, se define como el porcentaje de fibras menores a 30 micrones (Mc Coll A., 2004 y Mueller, 2007, citados por Contreras, 2009 y Manso, 2011). La industria textil para la elaboración de prendas, prefiere vellones con

un índice de confort mayores a 95 % y con factor de picazón menor a 5 % (Quispe *et al.*, 2013) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de confort (IC) y factor de picazón (IP) en la fibra de alpaca

Autores	Efectos estudiados	Índice de confort (%)	Factor de picazón (%)	Región
Ponzoni <i>et al.</i> (1999)	Promedio Gral.	75,49		Sur de Australia
Mc Gregor y Butler (2004)	Promedio Gral.	55,58	44,42	Australia
Lupton <i>et al.</i> (2006)	Promedio Gral.	68,39 ± 25,05		EE.UU.
Contreras (2009)	Promedio Gral.	91,22 ± 0,64	8,78	Huancavelica, Perú
	Macho	94,08 ± 0,98		
	Hembra	90,82 ± 0,04		
	Dientes de leche	93,91 ± 0,06		
	Dos dientes	91,43 ± 0,21		
	Cuatro dientes	88,96 ± 0,19		
	Boca llena	85,13 ± 0,41		
Quispe E. (2011)	Promedio Gral.	93,67	6,33 ± 0,30	Huancavelica, Perú
Quispe J. (2013)	Promedio Gral.	97,5		Ulla Ulla - Bolivia
Quispe J. (2014)	Promedio Gral.	96,3		Sajama – Bolivia
	Macho	97,10 ± 2,4		
	Hembra	95,5 ± 4,4		
	Crías	96,9 ± 3,4		
	Jóvenes	97,1 ± 2,5		
	Adultos	93,8 ± 4,6		
Oria <i>et al.</i> (2009)	Blancos	92,52 ± 1,67		Huancavelica, Perú
	Crema	87,60 ± 1,92		
	Café	81,95 ± 3,45		
	Negro	75,59 ± 5,63		

Fuente: Recopilación de varios autores.

El factor de picazón (FP), es el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones, son parámetros que se valoran conjuntamente con el índice de confort relacionada a intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda (Saccheros, 2008; citado por Contreras, 2009). Asimismo, Frank (2008 y 2011), manifiesta que el efecto de picazón (prickle factor) afecta considerablemente en la calidad de la fibra de camélidos, desde el punto de vista textil. También indica que el factor de confort se traduce en la suavidad al tacto o mano “handle” que es aplicada en prendas en contacto con la piel directa o indirectamente.

Según Chaves (2008), las prendas confeccionadas para el contacto con la piel, emplean la calidad Royal y Baby, este término (confort) en su mayoría son aplicadas en fibras textiles de origen animal (Cuadro 14).

Cuadro 14. Aplicación del factor de confort en diferentes prendas

Calidad	Aplicación					Factor de confort %
	Contacto con la piel		Protección			
	Chalinas	Camisas	Sweaters	Abrigos	Mantas	
Royal	X	X	X	X	X	97,00
Baby		X				92,00
Superfine			X	X	X	78,00
Huarizo				X	X	55,00
Gruesa				X	X	50,00
Mixed pieces					X	50,00

Fuente: Chaves (2008)

2.6.6. Colores de la fibra

La fibra de alpaca naturalmente tiene una gama de tonalidades de color, son apreciados y atractivos en la industria textil, desde colores blancos hasta negros pasando por tonalidades de ambas variedades (Rojas, 2011). Asimismo, Bustinza (2001), Sánchez (2004) y Oria *et al.* (2009), especifican que existen al menos 22 a 25 tonalidades naturales y además existe una creciente demanda por colores de fibra en la industria textil.

Hart *et al.* (2003) y Renieri *et al.* (2004) citados por Oria *et al.* (2009), señalan que los vellones se clasifican en colores básicos: blanco, crema, café, gris y negro, aunque completan diversas tonalidades y combinaciones, al respecto Huanca (2007), menciona que la predominancia de colores blanco, LF y café, en forma general, son similares a las frecuencias determinadas en regiones del Perú (Puno, Huancavelica) y el altiplano Boliviano. Al respecto Mamani (2011) cita siete colores enteros en alpaca Huacaya (Cuadro 15), entre tanto Ruiz de Castilla y Olagibel (1991), sugirieron una clasificación de 17 colores, y la Norma ANSI D 2225 - 76, clasifica hasta 18 colores.

Cuadro 15. Frecuencia del color entero en alpacas Huacaya según sexo

Color Entero	Hembra		Macho		Total	
	n	%	n	%	n	%
Blanco (BL)	888	80,07	411	86,71	1299	82,06
Café (CF)	74	6,67	20	4,22	94	5,94
Crema (LF)	51	4,6	22	4,64	73	4,61
Café Claro(CC)	39	3,52	9	1,9	48	3,03
Negro (NG)	30	2,71	7	1,48	37	2,34
Café Rojizo (CR)	22	1,98	4	0,84	26	1,64
Café Oscuro (CO)	5	0,45	1	0,21	6	0,38
Total	1109	100,00	474	100,00	1583	100,00

Fuente: Mamani (2011)

2.7. Correlaciones de la fibra de alpaca

Melo (2006), indica que la correlación consiste en al grado de asociación entre dos variables, este autor encontró una correlación positiva de 0,83 entre el diámetro y el porcentaje de medulación, es decir que el porcentaje de medulación se incrementa, cuando el diámetro de fibra aumenta. De la misma forma Cervantes *et al.* (2010) manifiestan que las correlaciones entre rizo y diámetro de la fibra de alpaca son muy definidas, cuya reciprocidades genéticas para todos los caracteres presentan heredabilidad moderada de 0,16 a 0,46, siendo las repetibilidad entre 0,44 a 0,59 para caracteres de fibra (Cuadro 16).

Cuadro 16. Heredabilidad (diagonal) y correlaciones genéticas (sobre la diagonal) estimadas para todos los caracteres

	DF	SD	FCO	CV	DEN	RIZ	CAB	EXT	AGE
DF	0,428	0,774	-0,974	0,135	0,001	-0,25	-0,2	0,068	-0,08
SD		0,459	-0,826	0,725	-0,13	-0,41	-0,06	0,132	-0,017
FCO			0,306	-0,24	-0,01	0,284	0,156	-0,105	0,046
CV				0,369	-0,21	-0,4	0,124	0,151	0,07
DEN					0,221	0,704	0,226	-0,073	0,23
RIZ						0,339	0,345	0,087	0,367
CAB							0,379	0,757	0,942
EXT								0,418	0,809
AGE									0,158

Fuente: Cervantes *et al.* (2010) DF = Diámetro, CV = Coeficiente de Variación, SD = Desviación estándar, FCO = Factor de Confort, DEN = Densidad, RIZ = Rizado, CAB = Cabeza, EXT = Extremidades, AGE = General).

Por otro lado, Pinazo (2000) y Loza (2000), obtuvieron una correlación negativa ($r = -0,27$) entre número de rizos y diámetro de fibra, lo que quiere decir que a mayor número de rizos, los diámetros de fibra disminuyen. Asimismo Apaza y Quispe (1996), citado por Mamani (2008) obtuvieron una correlación baja y negativa ($r = -0,22$) entre número de rizos y diámetro de fibra en alpacas de un año, igualmente de 2 años ($r = -0,039$) y de 3 años ($r = -0,28$), por tanto en general la correlación fue negativa, esto implica que a mayor número de rizos tendrán diámetros menores.

2.8. Normas técnicas en la clasificación de la fibra de alpacas

Según normas bolivianas IBNORCA (APNB – 92007)⁶, las técnicas de clasificación de fibra de alpacas según finura (micras) y color en base a razas, se especifica en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Clasificación de fibra de alpacas según IBNORCA

Razas	Finura		Color	Longitud (mm)	
	Tipo	Diámetro			
ALPACA	ALW-Wuacaya	RBL – Royal Baby	< 21 μm	BB – Blanco	Peinado (Pe) > 70
	ALS-Suri	BL – Baby	De 22 a 23,99 μm	LF – Light Fawn	Cardado (Ca) < 70
HIBRIDO	HZO-Warizo	SF – Súper fino	De 24 a 25,99 μm	C – Café	
	MIS-Misti	MSF – Medio Súper Fino	De 26 a 28,99 μm	N – Negro	
		SD – Estándar	De 29 a 30,99 μm	G – Gris	
		AG – Grueso	De 31 a 33,99 μm	R – Rosillo (Api morado)	
		MP – Bragas	> 34 μm	M – Manchado	
			PC – Pintado Café		
			PN – Pintado Negro		
			PVC – Pintado Varios Colores		

Fuente: Clasificación fibrométrica, por APNB – 92007 (IBNORCA)

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) - 231.301: 2004, referido a la clasificación de fibra de alpacas según finura, citado por Porras (2011) toma en cuenta las calidades:

⁶ IBNORCA; Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, Anteproyecto de Norma Boliviana (APNB) 92007.

Baby, Fleece, Medium, Huarizo, Gruesa y Corta (Cuadro 18). El mismo autor indica que las normas técnicas de clasificación del vellón de alpacas, es para obtener lotes de fibra por calidad de finura y posteriormente utilizada en la industria textil.

Cuadro 18. Clasificación de fibra de alpacas según las Normas técnicas peruanas

Grupo de Clasificación	Finura (μ)	Longitud de mecha (mm)
Alpaca Baby (BL)	Hasta 23	65
Alpaca Fleece (FS)	23,1 a 26,5	70
Alpaca Medium (MF)	26,6 a 29	70
Alpaca Huarizo (HZ)	29,1 a 31,5	70
Alpaca Gruesa (AG)	Más de 31,5	70
Alpaca Corta (MP)		20 a 50

Fuente: NTP - 231.301: 2004, citado por Porras (2011)

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica

El presente estudio se realizó en localidades de Catacora y Pairumani Grande del municipio de Catacora, provincia Gral. José Manuel Pando, departamento de La Paz, Estas localidades se ubican al suroeste del departamento de La Paz, distantes a 147 km., dicho municipio cuenta con una superficie aproximada de 610 Km² y 1.735 habitantes, PDM Catacora, (2007 - 2011) (Figura 5).



Figura 5. Ubicación del área de estudio (Catacora y Pairumani Grande)

El municipio de Catacora, geográficamente se ubica entre las coordenadas 17° 12' y 17° 26' de longitud oeste y 69° 20' a 69° 39' de latitud sur, a una altitud promedio de 4.020 m.s.n.m., asimismo limitan territorialmente: con la República del Perú al norte y oeste, al sur con la localidad de Rosa Pata del municipio de Santiago de Machaca y la República del Perú, al este con la población de Berenguela, municipio de Santiago de Machaca (PDM, Catacora, 2007 – 2011).

3.1.1. Características climáticas

El municipio de Catacora presenta un clima árido y frígido, con temperaturas medias anuales que descienden drásticamente y precipitaciones anuales bajas, típicas de zonas altiplánicas (PDM, Catacora, 2007 – 2011).

Según SENAMHI (2002), la temperatura promedio en la región es de 5 °C, además presenta temperaturas uniformes entre los meses de octubre a abril, asimismo se presentan fluctuaciones diarias de temperaturas máximas y mínimas. La mínima extrema es de - 14 °C registrándose con más probabilidad en los meses julio hasta agosto y 21 °C como máxima extrema registrándose en noviembre.

Montes de Oca (2005), citado por PDM, Catacora (2007 – 2011), indica que el promedio de la precipitación anual fluctúa de 350 a 450 mm., típico de zonas del altiplano central.

3.1.2. Fisiografía y características del suelo en el municipio de Catacora

La fisiografía del municipio de Catacora comprende dos principales pisos ecológicos: Puna (zona baja) con altitudes de 3.100 a 4.000 m.s.n.m. y caracterizadas por presentar extensas planicies con pendientes suaves y ondulaciones moderadas, que oscilan de 1 y 4 %. Los cantones que se ubican en este piso ecológico son Tolacollo y Catacora.

Alto andina (zona alta), comprende desde 4.000 a 4.700 m.s.n.m., se caracteriza por

presentar mesetas con pendientes de 15 a 25 %; muestran colinas pronunciadas, dividida en tres sub pisos ecológicos: a) Húmedo (presencia de bofedales), las localidades que se encuentran en este piso ecológico son: Callasa, Omaxo, Pajchiri y Pairumani Grande; b) Alto andino (semihúmedo y seco), con presencia de bofedales que comprenden los cantones de Catacora y Parachi; c) serranías, corresponde a las partes altas con base rocosa, presencia de pajonales y tholares comprendidas por los cantones Catacora, Pairumani Grande, Tolacollo y Parachi (PDM, Catacora, 2007-2011).

Esta región presenta suelos de origen volcánico con textura franco arenoso, capa arable superficial con abundantes sedimentos clásticos, de rocas ígneas ácidas que dificultan el establecimiento de cultivos, presentan suelos clasificados como: leptisoles y cambisoles que se encuentra en pendientes mayores a 55 %, comprende los cantones Catacora, Parachi y Pairumani Grande. Los suelos son superficiales y moderadamente profundos, presentan textura franco arenosa, de pedregosidad exuberante y afloración rocosa, las colina con pendientes mayores 10 a 15 %, se registra erosión laminar, que alcanza las partes altas de los cantones de Catacora y Parachi (PDM, Catacora, 2007-2011).

3.1.3. Ganadería

La producción ganadera del municipio de Catacora está caracterizada por la crianza de camélido y ovino, donde cada familia cuenta con un promedio de 220 cabezas de camélidos, asentadas en las praderas nativas de sus campos de pastoreo (PDM, Catacora, 2007 – 2011).

3.1.4. Vegetación

Según PDM, Catacora (2007 – 2011), las especies vegetales de pastoreo son de tipo pajonal con predominancia de paja brava (*Festuca dolichophyllia*), bofedal con abundancia de quemillo (*Eleocharis albibracteata*) y seguido del tipo tholar con

predominancia de (*Parastrephia lepidophylla*). En el (Cuadro 19), se detallan las especies nativas existentes en el municipio de Catacora.

Cuadro 19. Especies nativas existentes en el municipio de Catacora

Nombre común	Nombre científico
Orko chiji	<i>Distichlis humilis</i>
Kachu chiji	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>
Thola	<i>Fabiana densa</i>
Thola o leña	<i>Parastrephia lepidophylla</i>
Chilliwa	<i>Festuca dolichophylla</i>
Sicuya	<i>Stipa ichu</i>
Iru ichu	<i>Festuca orthophylla</i>
Phorque	<i>Calamagrostis curvula</i>
Llapa pasto	<i>Muhlenbergia peruviana</i>
Añahuaya	<i>Adesmmia spinosisimma</i>
Keñua	<i>Polylepis sp.</i>
Kewiña	<i>Polylepis racemosa</i>
Quemillo	<i>Eleocharis albibracteata</i>

Fuente: Plan de desarrollo municipal de Catacora 2007 – 2011

3.2. Materiales

3.2.1. Material de estudio

Se emplearon muestras de fibra de alpacas Huacaya machos y hembras, de diferentes edades y colores básicos (Blanco, LF, Café y Negro), procedentes de las localidades de Catacora y Pairumani Grande del municipio de Catacora.

3.2.2. Material de Campo

Se utilizaron: soga, tijera de esquila, afiladora, flexómetro, bolsas de nylon, ligas, tarjetas de identificación, planillas de registro, tableros, lápices, bolígrafos, borrador y cámara fotográfica.

3.2.3. Material de laboratorio

Se emplearon: microscopio de proyección (lanámetro), micrótomo, porta y cubre objetos, regla graduada y acanalada, disco graduada en pulgadas, detergente LEVAPON DN – P200 %, alcohol etílico al 96°, peróxido de hidrogeno, aceite de cedro y hoja de afeitar (gillette).

3.2.4. Material de escritorio

Se utilizaron: equipo de computación, planillas de registros y calculadora científica.

3.3. Metodología de investigación

3.3.1. Reunión con los productores de camélidos en el municipio de Catacora

Previo a la realización del trabajo de investigación, se efectuó una reunión de información dirigida a los productores, en coordinación con los honorables concejales y autoridades originarias del Gobierno Autónomo Municipal de Catacora. Se analizaron problemáticas referidas al sistema de crianza familiar de camélidos a nivel municipal, asimismo, se trató con mayor énfasis la caracterización de la calidad de fibra en alpacas Huacaya.

3.3.2. Identificación de las localidades productoras para el muestreo de fibra

En coordinación con los productores, se eligieron las localidades: Catacora y Pairumani Grande, la primera por presentar bofedales más extensas que la segunda. Ambas localidades están constituidos por pequeñas estancias denominados anakas, que su vez están conformadas por unidades familiares de crianza de animales que varían de 50 a 200 cabezas de alpacas. Cada productor o unidad familiar cuenta con tams de hembras que son pastoreadas cerca a las estancias habitadas, en cambio los machos son aislados a zonas de serranías denominadas “machaje”.

3.3.3. Selección de animales y extracción de muestras de fibra de alpaca

La selección de alpacas para el muestreo de fibra se efectuó de manera aleatoria, registrando correlativamente en una ficha individual el nombre del productor, localidad, número de identificación del animal, sexo, color, número de esquilas y edad.

Antes de la extracción de la muestra de fibra se realizó la medición de la longitud de mecha como variable (Anexo 3). Las muestras de fibra fueron extraídas con una tijera de esquila, de la zona del costillar medio “*midside*” del lado derecho del animal, ya que este sitio del cuerpo del animal presenta mayor uniformidad respecto al diámetro de la fibra (Martínez, 1994) (Figura 6). La cantidad de muestra extraída fue alrededor de 10 a 20 gramos por cada alpaca, posteriormente se depositaron en bolsas de nylon serrados herméticamente con una liga.



Figura 6. Muestreo en la zona costillar medio

3.3.4. Distribución de animales seleccionados

En las localidades de Catacora y Pairumani Grande se seleccionaron un total de 320 alpacas de ambos sexos, de diferentes edades y colores enteros. El detalle de la distribución y número de animales seleccionados para ambas localidades se presenta en el (Cuadro 20).

Cuadro 20. Distribución y tamaño muestral en Catacora y Pairumani Grande

Categorías	Machos				Hembras				Total
	Blanco	Lf	Café	Negro	Blanco	Lf	Café	Negro	
Dientes de leche (DL)	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Dos dientes, (2D)	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Cuatro dientes (4D)	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Boca llena (BLL)	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Total	40	40	40	40	40	40	40	40	320
Localidades	Catacora				n = 164				
	Pairumani Grande				n = 154				

DL: aprox. Hasta dos años, 2D: aprox. 2 a 3, 5 años, 4D: aprox. 3,5 a 4,5 años y BLL: aprox. 4,5 años más, categorización en edades de alpacas citado por Cisnero, 2008 y Quispe, 2008.

3.3.5. Análisis en el laboratorio

Una vez que las muestras de fibra de alpaca fueron ordenadas según localidad, sexo, categoría de edad y color, se efectuaron las mediciones de longitud de mecha y ondulaciones de fibra. Luego las muestras fueron lavadas en el laboratorio de lanas del Centro Experimental de Choquenaira de la Universidad Mayor de San Andrés y posteriormente llevadas al laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) para la determinación del diámetro y medulación de fibra, mediante la utilización de un microscopio de proyección MP 3H (Fotografía 1).



Fotografía 1. Muestras de fibra

3.3.5.1. Determinación del diámetro de fibra

3.3.5.1.1. Lavado de la fibra con detergente LEVAPON DN – P200 %

Las muestras de fibra de alpaca fueron sometidos al lavado con agua caliente a 50 °C, utilizando detergente industrial (LEVAPON DN – P200 %) a razón de 50 gramos por litro de agua, posteriormente se enjuagó con abundante agua, se exprimió y finalmente fueron secados a temperaturas ambiente (Fotografías 2 y 3).



Fotografía 2. Izq. lavado la fibra y der. detergente industrial Levapon DN – P200 %



Fotografía 3. Fibras lavadas en proceso de secado en un ambiente cerrado

3.3.5.1.2. Remojo de muestras de fibra en el alcohol etílico

Las muestras de fibra secadas al ambiente fueron sometidas a remojo con alcohol etílico de 96° durante dos horas en envases de vidrio, con el propósito de eliminar la suarda o grasa que rodean a la fibra, posteriormente fueron secados a temperaturas ambiente por 24 horas, esta operación se hizo para que los especímenes de fibra sean leídas con exactitud en la pantalla del micro proyector o lanómetro.

3.3.5.1.3. Preparación de muestras para determinar el diámetro de fibra

Con las muestras limpias, se prepararon los especímenes de fibra de una longitud de 0,4 a 0,5 mm, mediante el uso de un micrótopo. Este proceso consistió en introducir una cantidad considerable de al menos un gramo de la muestra de fibra en el micrótopo, posteriormente se cortaron los fascículos de fibras que emergieron del micrótopo mediante un guillete, los trozos de fibra fueron llevadas a un portaobjeto, luego se añadió una gota de aceite de cedro como medio y finalmente se colocó un cubre objeto sobre el fascículo de fibra, sin generar burbujas en los bordes, porque éste produciría una variación o error de lectura.

Una vez preparada la muestra, la lámina fue colocada sobre la platina del microscopio de proyección (MP 3H). La lectura de las fibras en la pantalla se efectuó con una lente de aumento de 500 X de acuerdo a recomendaciones de American Society for Testing of Materials (ASTM, 1982). En la lectura, solamente fueron tomadas en cuenta aquellas fibras dentro del radio de la pantalla graduada, no se leyeron las fibras entrecruzadas ni imágenes de fibra que tengan más de la mitad de su largo fuera de la pantalla, porque generarían un error de lectura.

Para determinar el diámetro de fibra se efectuó preliminarmente un ensayo para el tamaño de muestra o número de fibras a medir, para ello se calculó aplicando el método de Steel and Torrie (1979). El ensayo se realizó con 100, 200 y 300 lecturas, la segunda fue considerablemente aceptable. La fórmula del tamaño de muestra fue la siguiente:

$$n = \left(\frac{Sd * t}{Lc} \right)^2$$

Donde;

- N = Número de fibra analizados
- Sd = Desvío estándar de la muestra
- t = 1,96 para un nivel de confianza de 95 %
- Lc = Límite de confianza (0,5)

Fuente: Steel y Torrie (1979)

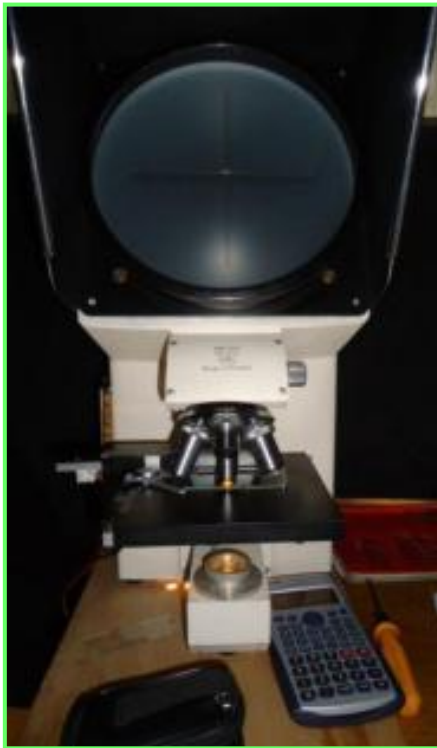
En la planilla de cálculos fueron registradas las lecturas de diámetro de fibra y fueron distribuidas según tipos de medulación (sin medulas, parcialmente meduladas, medulas continuas y fuertemente meduladas).

3.3.5.1.4. Determinación del diámetro de fibra según tipos de medulaciones

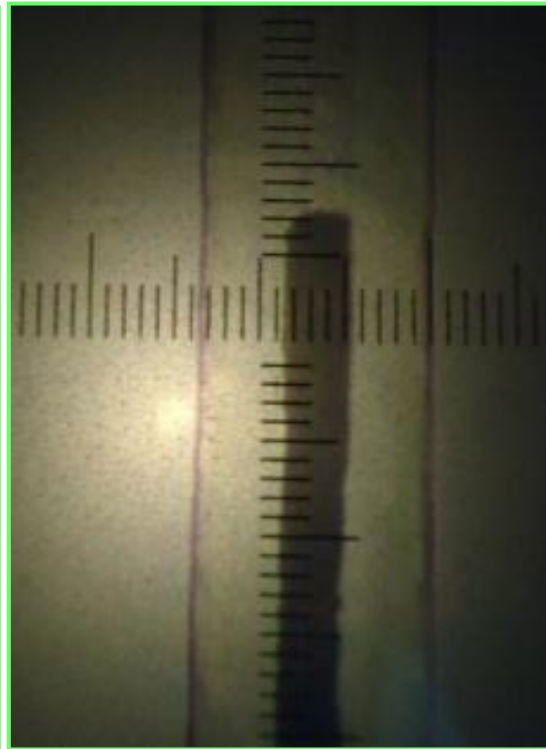
La identificación de los tipos de fibras de acuerdo a su medulación (fibras no meduladas, parcialmente meduladas, con medulación continua y fuertemente meduladas) fue realizada simultáneamente con las lecturas del diámetro en el microproyector o lanómetro. El porcentaje de medulación se determinó sumando el total

de fibras meduladas y fuertemente meduladas, y expresadas en porcentaje con relación a las lecturas totales por muestra, de acuerdo a la metodología de la American Society for Testing of Materials (1982) (Fotografías 4 y 5). La fórmula del porcentaje de medulación es la siguiente:

$$\% \text{ Medulación} = \frac{\text{Cantidad de fibras meduladas}}{\text{Cantidad de fibras totales}} \times 100$$



Fotografía 4.
Microscopio de proyección



Fotografía 5.
Fibra con médula

3.3.5.1.5. Determinación del índice de confort

El Índice de Confort (IC) se determinó sumando el total de las fibras por debajo de un diámetro de 30 micras y expresadas en porcentaje con relación a las lecturas totales. Este método es recomendado por los autores Mc Coll A. (2004) y Mueller, (2007), citado por Manso (2011). La fórmula es la siguiente:

$$\text{Índice de Confort} = \frac{\text{Cantidad de fibras menores a 30 micrones}}{\text{Cantidad de fibras totales}} \times 100$$

3.3.5.2. Determinación de longitud de la mecha

La determinación de la longitud de mecha fue realizada mediante dos técnicas: a) con bincha métrica en el cuerpo del animal durante la extracción de la muestra de fibra y, b) con una regla graduada en el laboratorio de fibra.



Fotografía 6. Longitud de mecha medida en el cuerpo del animal

La medición de la longitud de mecha antes de la esquila (LMA) se realizó en la zona costillar medio derecho (Fotografía 6), con la ayuda de una regla o bincha métrica metálica, esta operación fue realizada desde la base hasta el punto medio del extremo terminal de la mecha (Fotografía 2), posteriormente la muestra fue cortada o esquilada para ser enviada al laboratorio de fibras.

La longitud de mecha después de la esquila (LMD), se determinó en el laboratorio de fibras, midiendo 5 mechas al azar por muestra con una regla graduada (superficie cóncava graduado en centímetros), cada mecha se midió desde la base hasta el punto medio del extremo terminal (Fotografía 7).



Fotografía 7. Longitud de mecha determinada en el laboratorio

3.3.5.3. Determinación del número de rizos por pulgada

El número de rizos por pulgada se determinó en un disco Stable – Crimp – Scale o disco Australiano, que se caracteriza por ser un disco circular graduada con fondo de color negro o blanco, con espacios de 1 hasta 12 espacios escalada en pulgada (Martínez, 1994).

Para determinar las ondulaciones de la fibra, se efectuó de manera previa un ensayo para determinar el número de fibras a medir por cada muestra, se tomaron en cuenta 20 y 30 fibras por muestra, las variaciones fueron bajas en 30 fibras con relación a 20 fibras, por tanto se trabajó con 20 fibras. Para este ensayo se empleó la fórmula propuesta por Steel y Torrie (1979).

3.4. Análisis estadístico

3.4.1. Procesamiento de datos

Los datos fueron obtenidos de 320 alpacas de ambos sexos y de diferentes localidades, edades y colores, fueron sometidos a análisis de diámetro de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort y longitud de mecha antes y después de la esquila. Los resultados se muestran en medidas de tendencia central (promedios) y dispersión (desvió estándar, coeficiente de variabilidad y rangos).

3.4.2. Factores de estudio

Los principales factores de estudio fueron evaluados simultáneamente, con las variables: diámetro de fibra, coeficiente de variación, porcentaje de medulación, Índice de confort, longitud de mecha antes y después de la esquila, número de rizos por pulgada, adicionalmente se considerando los tipos de fibras según medulación (fibras en porcentajes; no meduladas (PNM), parcialmente meduladas (PPM), medulación continua (PMC) y fuertemente medulados (PTM) por lo tanto los principales factores estudiados fueron: localidad, sexo, edad y color.

a) Localidad (zona de estudio)

Se consideraron dos localidades:

i = 1 (Catacora)

i = 2 (Pairumani)

b) Sexo

Se incluyó ambos sexos:

j = 1 (macho)

j = 2 (hembra)

c) Edad

Se agruparon en cuatro categorías de edad:

k = 1 (diente de leche (DL) = aproximadamente hasta 2 años)

k = 2 (dos dientes (2D) = aproximadamente 2 a 3,5 años)

k = 3 (cuatro dientes (4D) = 3,5 a 4,5 años)

k = 4 (boca llena (BLL) = aproximadamente 4,5 años o más)

Esta categorización según arcada dentaria, también fueron propuestos por los autores, (Montes *et al.*, 2008, Quispe *et al.*, 2008, Contreras, 2008 y Siña, 2013).

d) Color

Los animales se agruparon en cuatro categorías de color básicos:

l = 1 (blanco)

l = 2 (Beige o LF)

l = 3 (café)

l = 4 (negro)

Este efecto de color, también fue utilizado por, (Montesinos, 2000 y Oria, 2009).

3.4.3. Modelo lineal aditivo

El modelo lineal general utilizado para el análisis estadístico de diámetro de fibra, coeficiente de variación de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort, longitud de mecha antes o después de la esquila, número de rizo y diámetro de fibra según medulación fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \lambda_l + (\alpha*\beta)_{ij} + (\alpha*\delta)_{ik} + (\alpha*\lambda)_{il} + (\beta*\delta)_{jk} + (\beta*\lambda)_{jl} + (\delta*\lambda)_{kl} + (\beta*\delta*\lambda)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl}	=	Observación individual
μ	=	Media general
α_i	=	Efecto de la i - ésima región (i = Catacora y Pairumani)
β_j	=	Efecto del j - ésimo sexo (j = hembra y macho)
δ_k	=	Efecto de la k - ésima edad (k = diente de leche (DL), dos dientes (2D), cuatro dientes (4D) y boca llena (BLL))
λ_l	=	Efecto del l - ésimo color (l = blanco, LF, café y negro)
$(\alpha*\beta)_{ij}$	=	Efecto de la interacción localidad por sexo
$(\alpha*\delta)_{ik}$	=	Efecto de la interacción localidad por edad
$(\alpha*\lambda)_{il}$	=	Efecto de la interacción localidad por color
$(\beta*\delta)_{jk}$	=	Efecto de la interacción sexo por edad
$(\beta*\lambda)_{jl}$	=	Efecto de la interacción sexo por color
$(\delta*\lambda)_{kl}$	=	Efecto de la interacción edad por color
$(\beta*\delta*\lambda)_{jkl}$	=	Efecto de la interacción sexo por edad y por color
ε_{ijkl}	=	Error de muestreo

En el modelo lineal se incluyeron las interacciones de dos y tres factores.

3.4.3.1. Diseño experimental

Para realizar el análisis de varianza del porcentaje de medulación se transformó la escala de los valores originales de estas variables a $\sqrt{x+1}$, lo que permitió alcanzar una distribución normal. El procedimiento de datos fue realizado mediante el método de mínimos cuadrados usando un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial $2 \times 2 \times 4 \times 4$ y empleando el programa Statical Analysis System (S.A.S. for Windows versión 9.2 en castellano 2002 – 2008). Se utilizó un número de observaciones homogeneizadas en los efectos sexo, edad y color, con excepción del efecto localidad que fueron desiguales respecto al número de animales muestreadas.

3.4.3.2. Correlaciones

Para determinar el grado de asociación de las variables: diámetro de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort, longitud de mecha antes y después de la esquila y número de rizos, fueron analizados mediante el cuadrado de Pearson a través del programa estadístico S.A.S. Windows versión 9.2, cuya fórmula es la siguiente:

$$r = \frac{\sum x_i y_j - \frac{(\sum x_i)(\sum y_j)}{n}}{\sqrt{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum y_j^2 - \frac{(\sum y_j)^2}{n} \right]}}$$

Fuente: Caballeros (1975)

Dónde:

r = Correlación simple

n = Número total de datos

x_i = Variable Independiente

y_j = Variable dependiente

Σx_i = Sumatoria de la variable “x”

Σy_j = Sumatoria de la variable “y”

Se consideraron las correlaciones negativas y positivas, el nivel de asociación fue de la siguiente manera; 0 – 0,3 bajo; 0,3 – 0,5 medianamente baja; 0,5 – 0,7 medianamente alta; y de 0,7 – 1,0 altamente significativa, este método es propuesto por Caballero (1975), Steel y Torrie (1979), que es verificado a través de la prueba de significancia de mínimos cuadrados a una probabilidad de (p < 0,001), (p < 0,01) y (p < 0,05), (Cordero *et al.*, 2011).

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción de algunas características de alpacas Huacaya del municipio de Catacora

Las alpacas Huacaya de la región de Catacora, según descripción visual, presentan tallas diferentes, probablemente debido a la variabilidad en la alimentación, estado fisiográfico y genética, son similares al descrito por Cardozo (1954) citado por Calle (1982) que señala que pueden existir muchas tallas, porque están muy relacionados con los niveles alimenticios y su constitución genética, estos animales pueden variar en la altura de cruz de 80 a 90 centímetros. Esta descripción es muy similar a las afirmaciones de (Bustinza, 2001).



Fotografía 8. Alpacas machos ganadores en la expoferia Catacora 2013

Asimismo, respecto a su contextura física, estas alpacas presentan una cabeza pequeña dispuesta por un copete, unido a un cuello mediano, de orejas tipo conforme, ollares amplias, boca con belfos, de cara cubierta de fibras cortas, conformado por un

cuerpo angular en general, cubierto de un vellón hasta las rodillas, con excepción de las entrepiernas, vientre, axilas y patas. Además cada extremidad termina en dos dedos provista de uñas, los colores del vellón varían desde blanco hasta negro en colores enteros, inclusive existen colores manchados pero son muy raras (Fotografías 8, 9 y 10), cuya descripción son similares a lo indicado por Bustinza (2001) y Leque (2009).



Fotografía 9.

Alpaca hembra de color café



Fotografía 10.

Alpaca hembra de color LF (beige)

En la región de Catacora se observan muchos rebaños o tamas de híbridos o huarizos (cruza de alpaca y llama), esta situación ocurre al manejo mixto en unidades de crianza familiar de alpacas y llamas, además esta práctica de cruce es tradicional debido a las condiciones adversas medioambientales; según los productores, los animales huarizos, son resistentes a los bajos niveles de alimentación.

4.2. Factores que influyen en las características de calidad de fibra

En el Cuadro 21, se proporcionan información sobre los factores que afectan a las variables principales; diámetro de fibra, coeficiente de variación de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort, longitud de mecha antes y después de la esquila y número rizos. También se muestran los parámetros estadísticos asociados con cada carácter en estudio, en base al modelo estadístico planteado.

Cuadro 21. Influencia de factores y los parámetros estadísticos que afectan a la calidad de fibra

	DF (μ)	CVDF (%)	PM (%)	IC (%)	LMA (cm)	LMD (cm)	NRx(Pulg)
Factores							
Localidad	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sexo	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Edad	**	ns	**	**	ns	ns	**
Color	*	ns	*	*	ns	ns	*
Interacciones							
Localidad x sexo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Localidad x edad	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Localidad x color	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sexo x edad	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sexo x color	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Edad x color	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sexo x edad x color	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estadístico							
Nº	320	320	320	320	320	320	320
\bar{x}	22,84	21,95	26,07	92,17	11,28	9,83	6,91
SD	2,27	3,54	7,47	8,57	1,16	1,07	0,77
CV	10,0	16,13	25,36	8,14	10,32	10,86	11,21
Mínimo	16,71	14,17	9,50	48,78	8,00	7,00	5,15
Máximo	32,58	37,11	46,5	100,00	15,00	12,90	9,45

SD: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, \bar{x} : Promedio, μ m: Micrones, %: Porcentaje, ns: No significativo ($p > 0,05$), *: Significativo ($p < 0,05$), **: Altamente significativo ($p < 0,01$), Diámetro de fibra (DF), Coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), Porcentaje de medulación (PM), Índice de confort (IC), Longitud de mecha antes de la esquila (LMA), Longitud de mecha después de la esquila (LMD), Número de rizos (NR).

Cuadro 22. Media de mínimos cuadrados correspondientes a factores que influyen al diámetro de fibra (DF); coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) porcentaje de medulación (PM), índice de confort (IC), longitud de mecha antes y después de la esquila (LMA y LMD) y número rizados por pulgada (NR)

Efectos	DF (μm)	CVDF (%)	PM (%)	IC (%)	LMA (cm)	LMD (cm)	NRx(Pulg)
Principales	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$	$\bar{x} \pm \text{SD}$
Localidad							
Catacora	22,73 \pm 3,02a	21,81 \pm 3,54a	25,16 \pm 7,03a	92,52 \pm 8,41a	11,25 \pm 1,16a	9,80 \pm 1,09a	6,98 \pm 0,77a
Pairumani	22,95 \pm 2,75a	22,09 \pm 3,65a	27,03 \pm 7,82a	91,80 \pm 8,54a	11,31 \pm 1,20a	9,87 \pm 1,13a	6,83 \pm 0,86a
Sexo							
Macho	23,08 \pm 3,25a	21,97 \pm 3,45a	26,29 \pm 7,41a	91,17 \pm 10,33a	11,34 \pm 1,14a	9,92 \pm 1,11a	6,90 \pm 0,87a
Hembra	22,59 \pm 2,47a	21,93 \pm 3,74a	25,86 \pm 7,55a	93,16 \pm 5,93b	11,22 \pm 1,21a	9,75 \pm 1,09a	6,92 \pm 0,77a
Edad							
Dientes de leche	20,30 \pm 1,93a	21,25 \pm 3,76a	20,30 \pm 4,87a	97,13 \pm 2,94a	11,28 \pm 1,13a	9,82 \pm 1,01a	7,23 \pm 0,85a
Dos dientes	22,30 \pm 2,02b	21,72 \pm 3,46a	25,57 \pm 6,53b	94,50 \pm 5,38a	11,41 \pm 1,06a	9,92 \pm 1,06a	7,03 \pm 0,75a
Cuatro dientes	23,47 \pm 2,39c	22,23 \pm 3,59a	28,34 \pm 7,33c	91,07 \pm 8,27b	11,24 \pm 1,17a	9,82 \pm 1,11a	6,71 \pm 0,70a
Boca llena	25,30 \pm 2,62d	22,58 \pm 3,47a	30,08 \pm 7,01d	85,99 \pm 10,64c	11,19 \pm 1,34a	9,77 \pm 1,25a	6,67 \pm 0,85c
Color							
Blanco	22,42 \pm 2,67a	21,37 \pm 3,19a	25,47 \pm 6,72a	93,41 \pm 7,10a	11,22 \pm 1,22a	9,70 \pm 1,14a	7,00 \pm 0,72a
LF	22,22 \pm 2,99b	21,61 \pm 3,13a	24,03 \pm 7,22a	93,59 \pm 6,13a	11,17 \pm 1,35a	9,68 \pm 1,22a	7,11 \pm 0,86a
Café	23,09 \pm 2,55ab	22,25 \pm 3,31a	26,86 \pm 7,96b	92,52 \pm 6,73b	11,35 \pm 1,17a	9,95 \pm 1,09a	6,82 \pm 0,91b
Negro	23,63 \pm 3,14c	22,55 \pm 4,50a	27,92 \pm 7,48b	89,16 \pm 11,98abc	11,38 \pm 0,94a	10,0 \pm 0,93a	6,71 \pm 0,74ab

SD: Desvió estándar, abc y d: Letras iguales señalan que no existen diferencias significativas, letras diferentes señalan diferencias estadísticamente significativas, \bar{x} : Promedio, μm : Micrómetro, %: Porcentaje, Pulg: Pulgada.

De acuerdo a la información referida en el Cuadro 22, las variables: diámetro de fibra, porcentaje de fibras médulas, índice de confort y números de rizados por pulgada fueron influenciados significativamente ($p < 0,01$) por la edad y por el color de vellón a un nivel del 5 %. En índice de confort se observó un efecto significativo ($p < 0,05$) por el sexo.

4.2.1. Diámetro de fibra

El promedio general del diámetro de fibra de alpacas procedentes del municipio de Catacora fue de $22,84 \pm 2,27 \mu\text{m}$ (Cuadro 22), este valor corresponde a la calidad de

fibra Baby (19 a 23 μm) acorde a las normas bolivianas de clasificación (IBNORCA - APNB 92007) y las normas técnicas peruanas NTP (2004) citado por Contreras (2009), además es concordante al valor hallado por Contreras (2009) que obtuvo un diámetro promedio de $22,70 \pm 0,20 \mu\text{m}$ en la región de Huancavelica Perú, también Montes *et al.* (2008) en la misma región encontró un diámetro de fibra - de $22,70 \mu\text{m}$. El promedio fue también superior al reportado por Quispe J. (2013) ($19,49 \mu\text{m}$ en alpacas de la región de Ulla Ulla – La Paz) y ligeramente superior al obtenido por Quispe J. (2014), quien halló un diámetro promedio de fibra de $21,1 \pm 2,5 \mu\text{m}$ en alpacas de la región de Sajama, al igual que Canaza (2009) que obtuvo un diámetro de fibra de $21,87 \pm 3,29 \mu\text{m}$ en la región de Huancavelica. Por otro lado, son inferiores a los encontrados por Montesinos (2000) y Pinazo (2000) con diámetros de fibra en alpacas de la región de Puno de $23,75 \pm 3,17 \mu\text{m}$ y $25,03 \mu\text{m}$, respectivamente.

4.2.1.1. Diámetro de fibra por efecto localidad

Según el Cuadro 22, el diámetro de fibra en las localidades de Catacora y Pairumani Grande, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), es decir los resultados fueron semejantes ($22,73 \pm 3,02 \mu\text{m}$ para Catacora y $22,95 \pm 2,75 \mu\text{m}$ para Pairumani Grande), debido probablemente a que estas localidades están situadas en la misma región, adaptadas en condiciones similares medioambientales y la crianza de alpacas en unidades familiares, salvo que fueran en diferentes regiones existirían alta variabilidad.

Los resultados obtenidos, son concordantes a los reportes que sostienen Paucar E. (1989) y Gallejos R. & Mamani G. (1989), citado por Melo (2006), del mismo modo Torres (2001), citado por Quispe *et al.* (2013), quienes manifiestan que existen factores que afectan directa e indirectamente sobre la calidad de la fibra respecto a la micro geografía, por las precipitaciones, sistema vegetal y suelo, que son similares a lo que demuestra Huanca (2007) quien señala que no existe una variación alguna en los diámetros de fibra en las localidades Cojata y Santa Rosa ($22,65 \mu\text{m}$ y $22,78 \mu\text{m}$, respectivamente).

4.2.1.2. Diámetro de fibra por efecto sexo

Con relación al sexo del animal (Cuadros 21 y 22 y Figura 7) no hubo efecto significativo ($p > 0,05$), sin embargo las alpacas hembras ($22,59 \pm 2,47 \mu\text{m}$) obtuvieron un diámetro de fibra ligeramente inferior al de machos ($23,08 \pm 3,25 \mu\text{m}$), estos resultados concuerdan a los hallados por Montesinos (2000) en alpacas de Quimsachata, Perú ($23,56 \pm 2,97 \mu\text{m}$ para hembras y $23,93 \pm 3,00 \mu\text{m}$ para machos) y por Pinazo (2000) en alpacas de La Raya, Perú ($24,70 \mu\text{m}$ para hembras y $25,36 \mu\text{m}$ para machos). Según Bustinza (2001), el diámetro de fibra tiende a engrosarse en menor grado en los machos a partir de los cuatro años que las hembras, de todos modos no se presentan diferencias significativas.

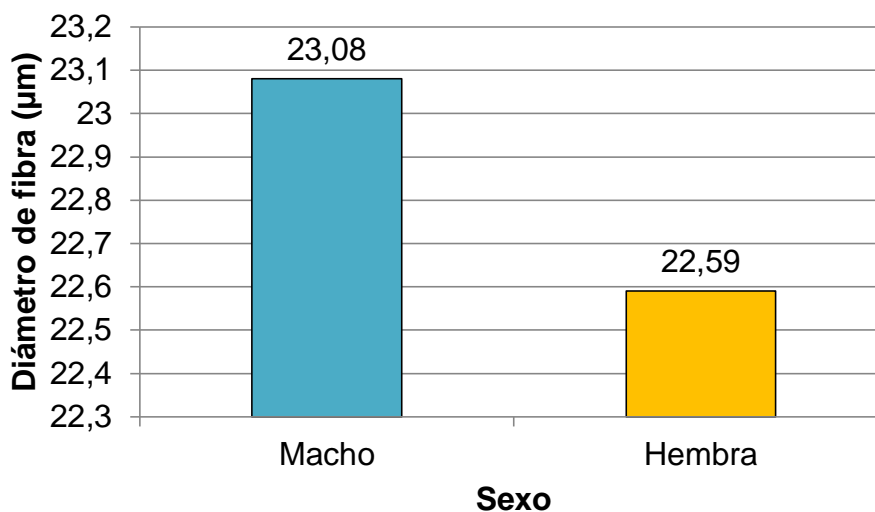


Figura 7. Diámetro de fibra por efecto sexo del animal

4.2.1.3. Diámetro de fibra por efecto edad

El diámetro de fibra fue influenciado significativamente ($p < 0,01$) por la edad del animal, observándose menor diámetro de fibra en dientes de leche ($20,30 \pm 1,93 \mu\text{m}$), seguido de dos dientes ($22,30 \pm 2,02 \mu\text{m}$), cuatro dientes ($23,47 \pm 2,39 \mu\text{m}$) y boca llena ($25,30 \pm 2,62 \mu\text{m}$) (Figura 8), según Lupton (2006); Huamani y Gonzales (2004); Mc Gregor (2006) citados por Contreras (2009), conforme avanza la edad aumenta el grosor del

diámetro, probablemente debido a la maduración de los folículos secundarios. Asimismo, Bustinza (2001) indica que desde nueve meses de vida (primera esquila) el diámetro de fibra aumenta notablemente hasta los cinco años, considera como factores a la nutrición contribuye a la formación y la maduración folicular, a mayor densidad de los folículos secundarios mayor finura. Por su parte Mamani (2008) y Carpio (1989), mencionan que a partir de los dos años aumenta el diámetro, probablemente interviene factores anatómicos fisiológicos de la piel, el desarrollo corporal y la esquila periódica de los animales.

Los resultados del presente trabajo de investigación son similares al encontrado por Contreras (2009), quien obtuvo $21,54 \pm 0,02 \mu\text{m}$ para dientes de leche; $22,72 \pm 0,05 \mu\text{m}$ para dos dientes; $23,70 \pm 0,05 \mu\text{m}$ para cuatro dientes y $25,02 \pm 0,10 \mu\text{m}$ para boca llena. De la misma manera Charcas (1997), obtuvo diámetros de fibra de 19,0; 19,9; 22,0 y 23,9 μm para DL, 2D, 4D y BLL, respectivamente, esto en alpacas de la región de Ulla Ulla.

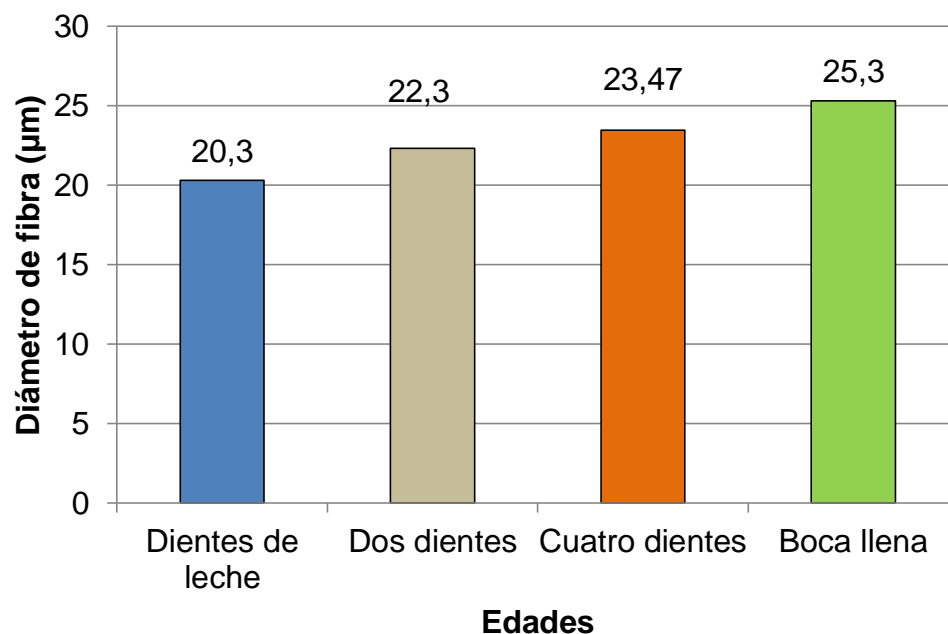


Figura 8. Diámetro de fibra según la edad de los animales

4.2.1.4. Diámetro de fibra por efecto color

Según el Cuadro 22 y Figura 9, el color beige o LF tuvo un diámetro de fibra ($22,42 \pm 2,67 \mu\text{m}$) similar al blanco ($22,22 \pm 2,99 \mu\text{m}$) y menor con respecto al color café ($23,09 \pm 2,55 \mu\text{m}$) y negro ($23,63 \pm 3,14 \mu\text{m}$), por tanto los colores claros producen fibras finas, entre tanto los colores oscuros tienden a producir fibras gruesas.

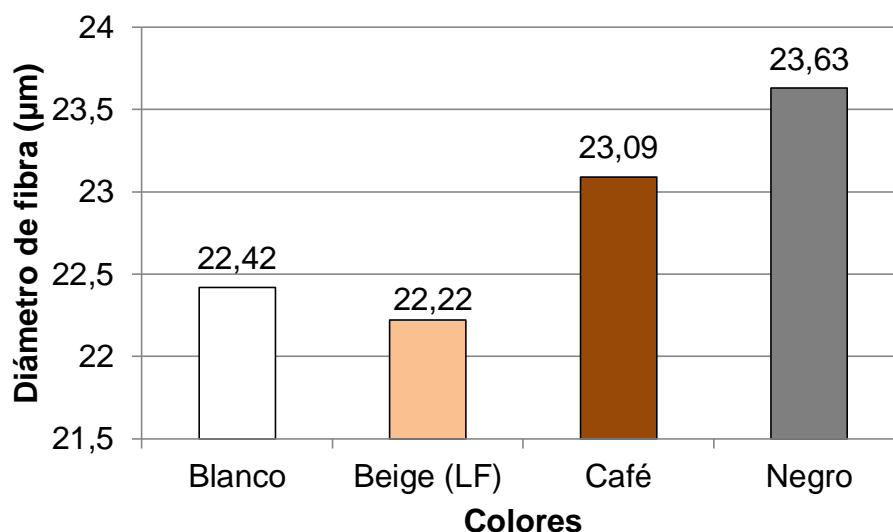


Figura 9. Diámetro de fibra por efecto color

Los resultados del presente trabajo son similares al reportado por Montesinos (2000) en alpacas del Perú, quien obtuvo promedios diámetros de fibra menores en colores claros ($22,40 \pm 2,15 \mu\text{m}$ en blanco y $23,63 \pm 3,37 \mu\text{m}$ en LF) y mayores en colores oscuros ($23,96 \pm 3,44 \mu\text{m}$ en café y $24,67 \pm 3,12 \mu\text{m}$ en negro), estos valores son probablemente atribuibles al mejoramiento genético que se imponen en favor de los colores blanco y LF a nivel de centros experimentales, productores empresarios y de pequeños productores.

Por otro lado Loza (2000) en alpacas del Perú reporta valores superiores al encontrado en este estudio. En efecto, obtiene diámetros de fibra de $26,92 \pm 3,49 \mu\text{m}$ en color negro; $24,98 \pm 3,24 \mu\text{m}$ en café oscuro; $24,55 \pm 3,56 \mu\text{m}$ en café claro y $24,48 \pm 2,50$

μm en beige o LF, de acuerdo a estos resultados los colores oscuros tienden a engrosar la fibra.

Reyes E. (1992) citado por Mamani (2008), obtuvo un diámetro de fibra mayor en colores negros (26,27 μm), con relación a colores cafés (25,89 μm), vicuñas (25,33 μm) y blancos (24,94 μm), también indica que los colores oscuros tiende a engrosarse a razón de colores claros a oscuros. Desde el punto de vista textil, existen una creciente demanda de la gama de colores de fibra al menos 22 a 25 tonalidades naturales, (Bustinza, 2001 y Sánchez, 2004).

4.2.2. Coeficiente de variación del diámetro de fibra

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) no tuvo efecto significativo ($p > 0,05$) de localidades, sexo, edad y color. De acuerdo a la información que se muestra en los Cuadros 21 y 22, el promedio general del coeficiente de variación del diámetro de fibra fue de $21,95 \pm 3,54 \%$, este valor es menor al reportado por Quispe J. (2014), quien halló un CVDF de $22,1 \pm 3,9 \%$ en alpacas Huacaya, sin embargo los resultados del presente trabajo fue superior al reporte de Canaza (2009), quien obtuvo un CVDF de $15,03 \%$ en fibra de alpacas de la región de Puno y Huancavelica, al igual que Mamani (2008), quien encontró diámetros con coeficiente de variación de $15,18 \%$ en alpacas del distrito de Marangani de la región de Cusco, asimismo Melo (2006), obtuvo un CVDF de $13,28 \%$, del mismo modo Montesinos (2000), encontró un coeficiente de variación de $13,35 \%$ en la zona de Quimsachata Illpa de la región de Puno.

Cuando el coeficiente de variación del diámetro de fibra es menor a 24% , es ideal para la industria textil, asegura Montes (2008). El CVDF obtenida en el presente estudio fue menor al indicado, posiblemente están influenciados por efectos climatológicos, topografía, tipos de pastoreo (condiciones pobres en la nutrición del animal), manejo reproductivos, hibridación y alta consanguinidad en unidades de crianza familiar, (PDM, 2011 municipio de Catacora).

4.2.3. Porcentaje de fibras meduladas

El promedio general del porcentaje de fibras meduladas fue de $26,07 \pm 7,47$ %, este valor es muy inferior al obtenido por Contreras (2009), quien halló $71,14 \pm 3,10$ % en alpacas de la región de Huancavelica, también es inferior al encontrado por Melo (2006) ($53,77$ % en alpacas de la región de Puno y Cusco), asimismo resultan ser superiores a los valores reportados por Charcas (1997) con $15,3$ % de fibras medulas en alpacas de la región de Ulla Ulla y al encontrado por Quispe J. (2014) en alpacas de la región de Sajama, Oruro, quien obtuvo $17,7 \pm 13,6$ % de fibras meduladas.

La presencia de médulas en la fibras, sucede cuando las células se rompen completamente durante la queratinización dejando un canal hueco, la presencia de la médula en la fibra supone un problema en la tinción para la industria textil, la cual causa mayor refracción de luz y hace que aparezcan las fibras teñidas más claras, esta afirmación es corroborado por Manso (2011), sin embargo, las fibras meduladas se comporta como un aislante térmico, debido a los bolsillos de aire, a razón de ser livianas para cualquier condición climática, (Quispe, 2011 citado por Manso, 2011).

El porcentaje de medulación no tuvo efecto significancia al 5 % entre localidades. En efecto, las alpacas de las localidades de Pairumani Grande y Catacora tuvieron un porcentaje de medulación similar ($25,16 \pm 7,03$ % y $27,03 \pm 7,82$ % respectivamente). Sin embargo, Melo (2006) encontró variaciones de fibras meduladas entre Macusani - Puno con $41,10$ % y Espinar - Cusco con $64,29$ %.

Por otro lado, el porcentaje de medulación no tuvo efecto significativo ($p > 0,05$) de sexo (Figura 10), los machos tuvieron un porcentaje de medulación de $26,29 \pm 7,41$ %, que es similar al obtenidos por hembras ($25,86 \pm 7,55$ %), este resultado es superior al que obtuvo Charcas (1997) en alpacas elites ($18,7$ % en machos y $15,4$ % en hembras). Asimismo, los valores obtenidos en el presente estudio son inferiores a los resultados de Melo (2006), quien obtuvo para hembras $54,11$ % y para machos $53,43$ %. La variación del porcentaje de medulación entre sexo, es probable que se debe a la

actividad fisiológica del animal o en su caso a la alimentación, o tal vez sea genético o finalmente sea por la metodología empleada, ya que algunos autores logran considerar todo los tipos de medulaciones, desde parcialmente meduladas hasta medulaciones continuas o en algunos casos solo toman en cuenta las continuas (Quispe, 2005, citado por Contreras, 2009).

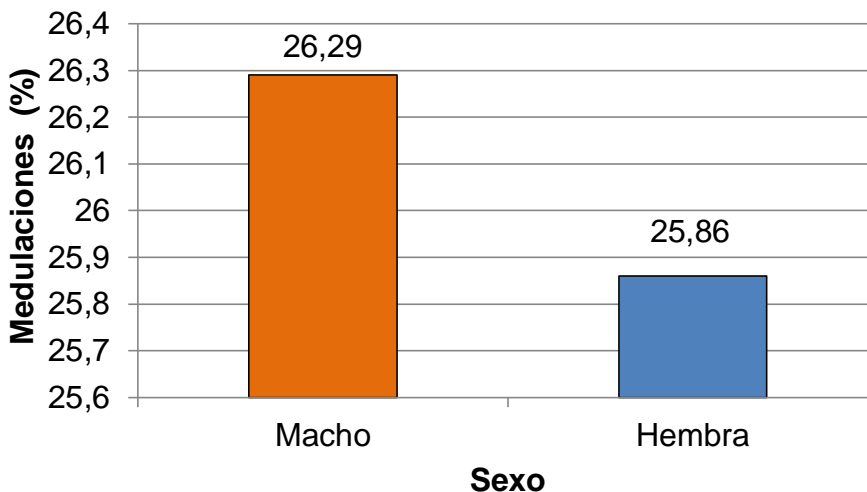


Figura 10. Medulaciones por efecto sexo del animal

4.2.3.1. Medulaciones en la fibra por efecto edad

El porcentaje de medulación tuvo un efecto altamente significativas ($p < 0,01$) con relación a la edad de los animales, Es así que las alpacas con dientes de leche tuvieron un porcentaje de medulación ($20,30 \pm 4,87$ %) menor respecto a animales de dos dientes ($25,57 \pm 6,53$ %), cuatro dientes ($28,34 \pm 7,33$ %) y boca llena ($30,08 \pm 7,01$ %). Conforme avanza la edad del animal, el porcentaje de medulación aumenta mutuamente con el diámetro fibra.

Estos resultados del presente trabajo son similares a los reportado por Contreras (2009) corroborado por Bustinza (2001) y Melo (2006), quienes encontraron diferencias del porcentaje de medulación, probablemente debido a factores de carácter genético, crecimiento y desarrollo del animal, como también las esquilas periódicas, Entre tanto

Loza (2000), menciona que existe un ascenso del porcentaje de medulación desde 1 año hasta 6 años.

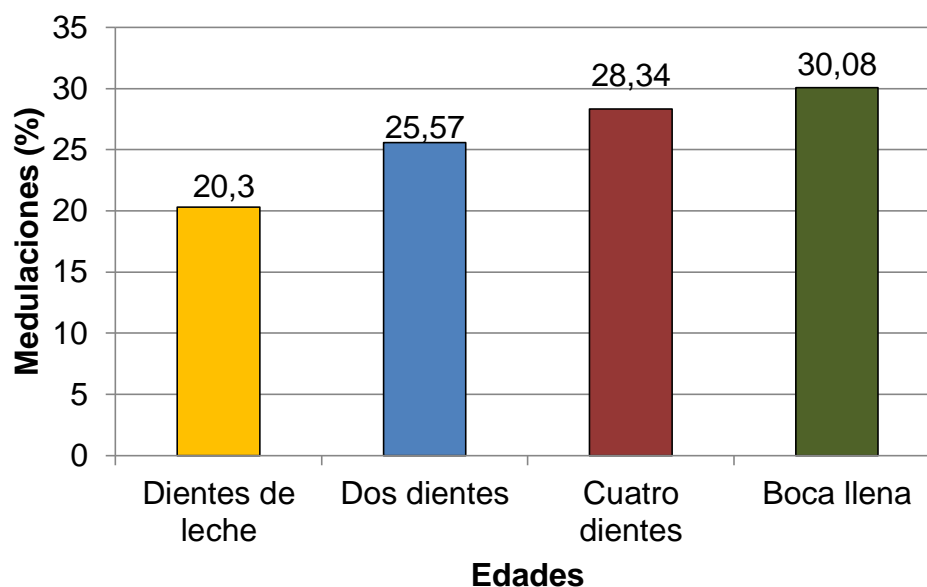


Figura 11. Porcentaje de medulación en la fibra de alpaca por efecto edad

4.2.3.2. Medulaciones por efecto color

Como se observan en los Cuadros 21 y 22 y Figura 12, los colores; blanco, beige (LF), café y negro, presentaron valores de $25,47 \pm 6,72 \%$; $24,03 \pm 7,22 \%$; $26,86 \pm 7,96 \%$ y $27,92 \pm 7,48 \%$, respectivamente. Los colores oscuros poseen fibras con mayor porcentaje de medulación que los colores beige (LF) y blanco, al parecer los colores claros poseen menor porcentaje de medulación que los colores oscuros, probablemente esta variación es debido a la ausencia de mejoramiento genético en alpacas de color, (Bustinza, 1998).

Asimismo, los resultados del estudio son concordantes al obtenido por Loza (2000) y Charcas (1997), pero estadísticamente no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los colores, sin embargo discrepan a los resultados de Ruiz de Castilla y Olaguibel (1991), quienes obtuvieron mayores medulaciones en colores cremas claros (47 %) y menor medulación en colores cafés oscuros (36 %) citado por Charcas (1997).

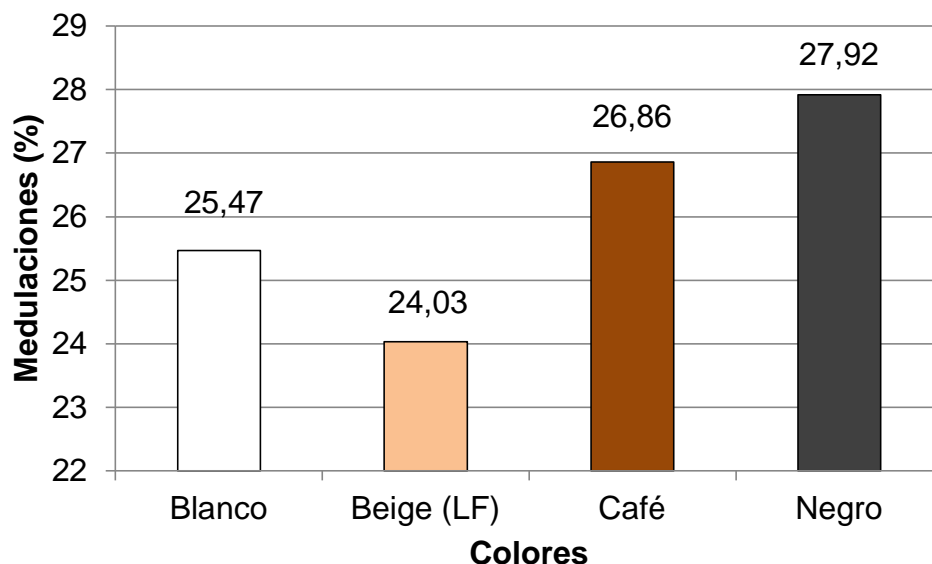


Figura 12. Porcentaje de medulaciones por efecto color en la fibra de alpaca

4.2.4. Índice de confort en la fibra de alpaca

El promedio general del índice de Confort fue de $92,17 \pm 7,50$ % (Cuadro 21), lo que indica que el 92 % de las fibras tienen diámetros menores a 30 micrones y son aceptables acorde a los requerimientos de la industria textil, ya que corresponde a la calidad Baby (Chaves, 2008), sin embargo en la manufactura textil es preferible contar con vellones que tengan un índice de confort mayor a 95 % y el factor de picazón menor a 5 % (Quispe *et al.*, 2013), no obstante que las fibras evaluadas en el presente trabajo fue de 7,83 % de índice de picazón, esto significa que probablemente las fibras sobresalen superficialmente del hilo, pero cuando son más delgadas son más flexibles y provocan menor picazón en la piel, esta afirmación es corroborada por Sacheros (2008); Mc Coll (2004); Mueller (2007) y CONICET (2007) citado por Contreras (2009).

Los resultados obtenidos son concordantes a los encontrados por Contreras (2009), quien obtuvo un índice de confort de fibra de 91,22 % en alpacas de la región de Huancavelica, del mismo modo son similares a los resultados de Morante *et al.* (2009) quien obtuvo un índice de confort de 89,03 % en fibras procedentes del grupo INCA, Pacamarca, pero son muy superiores a los reportes de Mc Gregor (2004) con índice de

confort de 55,58 % y Ponzoni *et al.* (2006) con 75,49 %, sin embargo son inferiores a los reportes de Quispe J. (2014) quien encontró un promedio de índice de confort de 95,9 % en alpacas de la región de Sajama.

4.2.4.1. Índice de confort de fibra por efecto localidad

Las alpacas de la localidad de Catacora obtuvieron un índice de confort promedio de $92,52 \pm 8,41$ %, valor superior a las alpacas de Pairumani Grande ($91,80 \pm 8,54$ %), sin embargo esta diferencia no es significativa estadísticamente, esto se debe probablemente a que ambas localidades están situados en las mismas condiciones ecológicas y pastoreo en bofedales.

4.2.4.2. Índice de confort por efecto sexo

Como se muestra en la Figura 13, las alpacas hembras presentaron un índice de confort ($93,16 \pm 5,93$ %) mayor al de machos ($91,17 \pm 10,33$ %), esta tendencia es consistente con lo reportado por Quispe J. (2014), quien obtuvo en la región de Sajama un índice de confort de $97,1 \pm 2,4$ % para hembras y $95,5 \pm 4,4$ % para machos.

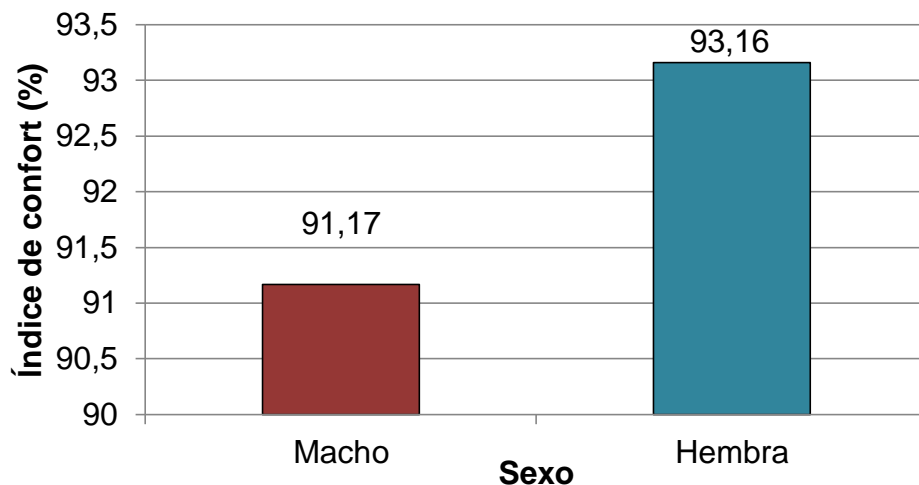


Figura 13. Índice de confort de fibra por efecto sexo del animal

Probablemente esta diferencia a favor de hembras se debe a la diferencia en el sistema de pastoreo, es decir las hembras mayormente están en zonas bajas de puna húmeda (bofedales) y los machos están aislados en altura y serranías de puna secas en su mayoría no cuentan con bofedales. Sin embargo, Contreras (2009) obtuvo en alpacas machos y hembras un índice de confort de $94,08 \pm 0,28 \%$ y $90,82 \pm 0,04 \%$, respectivamente.

4.2.4.3. Índice de confort por efecto edad

Según el Cuadro 22 y Figura 14, los resultados de índice de confort según edad fueron altamente significativos ($p < 0,01$), las alpacas con dientes de leche obtuvieron un índice de confort ($97,13 \pm 2,94 \%$) superior a las alpacas de dos dientes, cuatro dientes y boca llena ($94,50 \pm 5,38 \%$, $91,07 \pm 8,27 \%$ y $85,99 \pm 10,64 \%$, respectivamente). A medida que aumenta la edad tiende a disminuir el índice de confort y guarda una relación con el diámetro de fibra, al engrosarse reducirá el índice de confort, (Saccheros, 2008 y Muller, 2007, citado por Contreras 2009).

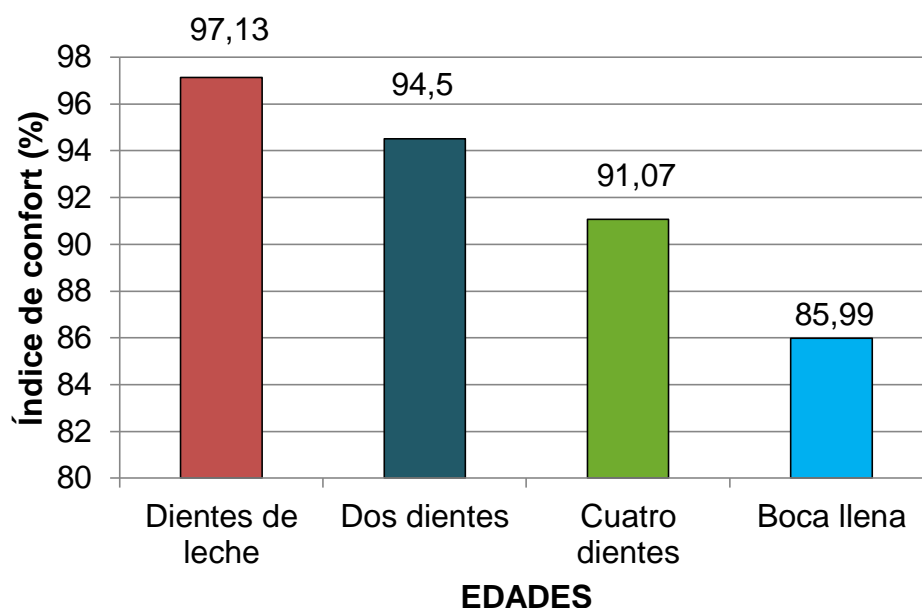


Figura 14. Índice de confort de fibra de alpaca por efecto edad

Los resultados encontrados en el presente estudio, son concordante al reporte por Contreras (2009), quien encontró diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre las categorías de edad: dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, y son consistentes al obtenidos por Quispe *et al.* (2007), Mc Gregor (2004), Lupton (2006), Ponzoni *et al.* (2006) y Bustinza (1991), citado por Contreras (2009).

4.2.4.4. Índice de confort por efecto color

Con relación al índice de confort de colores básicos de la fibra (Figura 15), hubo diferencias moderadas estadísticamente al 5 %, las fibras de colores: blanco, beige (LF), café y negro, tuvieron un índice de confort de $93,41 \pm 7,10$ %; $93,59 \pm 6,13$ %; $92,52 \pm 6,73$ % y $89,16 \pm 11,98$ %, respectivamente. Existe una superioridad leve a favor del blanco y beige (LF) con relación a la fibra de color café, en tanto el color negro presentó un índice de confort mucho menor con respecto a los colores indicados, vale decir que cuanto más oscura es la fibra tiende a disminuir el índice de confort, de igual manera la finura y el valor textil.

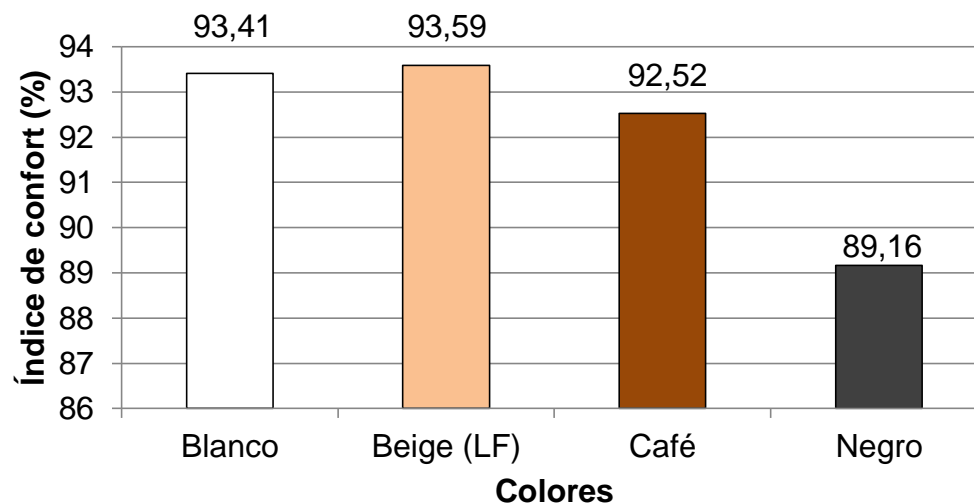


Figura 15. Índice de confort de fibra de alpaca por efecto color de la fibra

Los resultados hallados en el presente trabajo de investigación son consistentes plenamente a los reportes de Oria *et al.* (2009), ya que obtuvo índices de confort en colores básicos: blanco, crema, café y negro con $92,52 \pm 1,67$ %; $87,60 \pm 1,92$ %; $81,95$

$\pm 3,45 \%$ y $75,59 \pm 5,63 \%$, respectivamente. Al aumentar el tono de color, la calidad de fibra disminuye, es decir que la mejor calidad se da en colores claros y tienden a tener valores bajos desde café hasta negro.

4.2.5. Longitud de mecha medidas en el cuerpo del animal (LMA)

De acuerdo al Cuadro 22, el promedio de la longitud de mecha medida en el cuerpo del animal fue de $11,28 \pm 1,16$ cm. La longitud de mecha de alpacas de la localidad de Catacora ($11,25 \pm 1,16$ cm) fue similar al de Pairumani Grande ($11,31 \pm 1,20$ cm), debido probablemente a las mismas condiciones de manejo ganadero. Con relación al factor sexo, la longitud de mecha de alpacas machos fue de $11,34 \pm 1,14$ cm, este valor es similar al obtenido por hembras ($11,22 \pm 1,21$ cm), por tanto no existe diferencias significativas ($p > 0,05$) de sexo.

Según la Figura 16, la edad no tuvo influencia significativa sobre la longitud de la mecha, los animales de dos dientes ($11,41 \pm 1,06$ cm) tuvieron mayor longitud de mecha respecto a las alpacas diente de leche ($11,28 \pm 1,13$ cm), cuatro dientes ($11,24 \pm 1,17$ cm) y boca llena ($11,19 \pm 1,34$ cm), de acuerdo a estos resultados las alpacas después de la primera esquila (dos dientes) es obvio que la longitud de mecha disminuye (Bustanza, 2001).

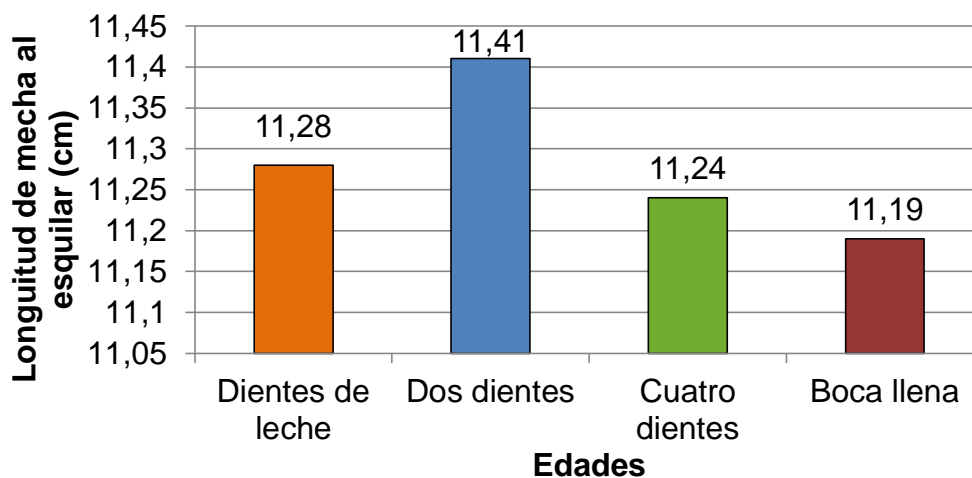


Figura 16. Longitud de mecha por efecto edad, medidas en el cuerpo del animal

Asimismo, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) por efecto de color de fibra con relación a la longitud de fibra antes de la esquila (Figura 17), en efecto el blanco tuvo una longitud de mecha de $11,22 \pm 1,22$ cm, el beige (LF) $11,17 \pm 1,35$ cm, el café $11,35 \pm 1,17$ cm y el negro $11,38 \pm 0,94$ cm, como se observa las diferencias son mínimas.

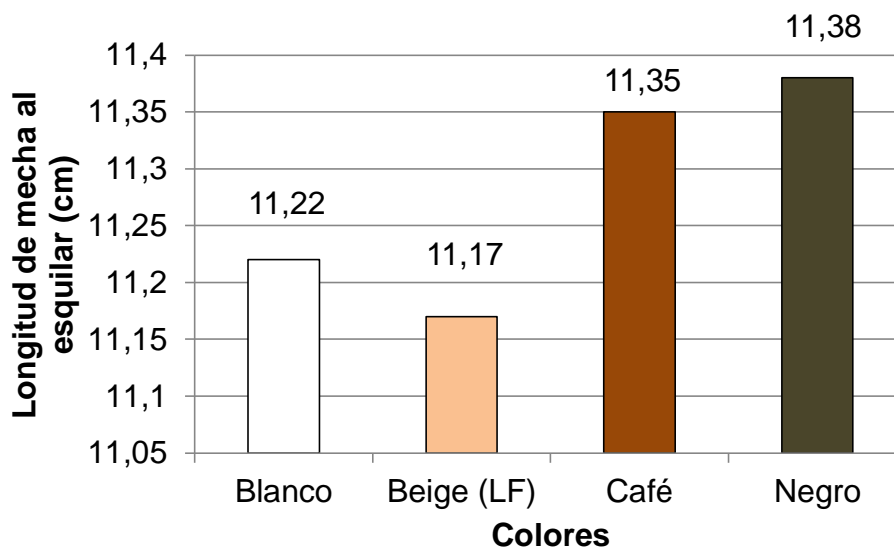


Figura 17. Longitud de mecha por efecto color, medidas en el cuerpo del animal

4.2.6. Longitud de mechas evaluadas en el laboratorio (LMD)

De acuerdo al Cuadro 21 y Figura 18, el promedio de la longitud de mecha medidas en laboratorio fue de 9,83 cm, este valor es inferior al expresado por Mamani (2011), quien encontró 10, 2 a 12,7 cm de longitud de mecha, las mismas son ideales para el proceso de peinado, asimismo menciona que menores a 7 cm de longitud de fibra deben ser destinado al proceso de cardado, de igual manera Alfaro (2006) indica que la longitud de mecha es un factor importante en la industria textil, ya que se clasifica si son aptas para el proceso de peinado o para el cardado.

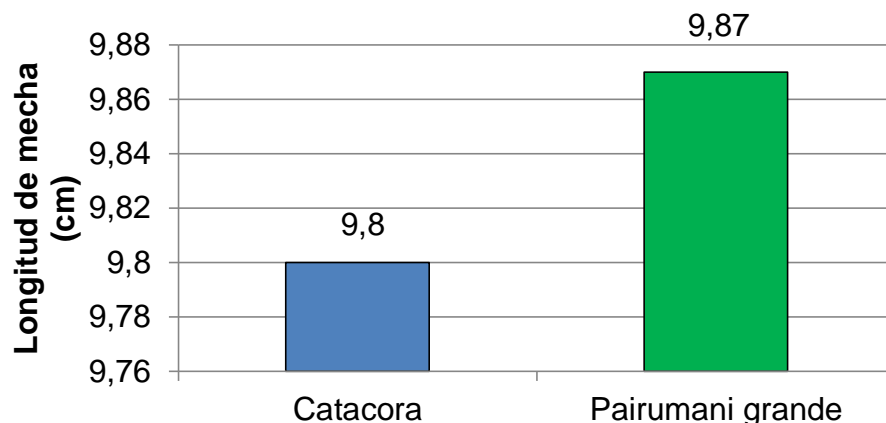


Figura 18. Longitud de mecha por efecto localidad, medidas en laboratorio

La longitud de mecha en alpacas según localidades no presentaron diferencias ($p > 0,05$), es decir que la longitud de mecha en Catacora y Pairumani Grande fueron similares ($9,80 \pm 1,09$ cm y $9,87 \pm 1,13$ cm, respectivamente) (Cuadro 22 y Figura 19). De igual manera, el sexo no tuvo diferencias estadísticas sobre la longitud de mecha en laboratorio, pues los machos ($9,92 \pm 1,11$ cm) obtuvieron similar longitudes de mecha respecto a las hembras ($9,75 \pm 1,09$ cm). Estos valores son análogos a los resultados de Siña (2012) quien halló en alpacas del Perú longitudes de $10,19 \pm 2,70$ cm en machos y $10,19 \pm 2,70$ cm en hembras, sin embargo Quispe J. (2014) obtuvo una longitud de mecha ligeramente superior en hembras ($11,0 \pm 3,4$ cm) con relación a los machos ($9,9 \pm 3,7$ cm), además Siguyayro (2010) obtuvo una longitud de mecha de $10,44$ cm en machos y $10,22$ cm en hembras.

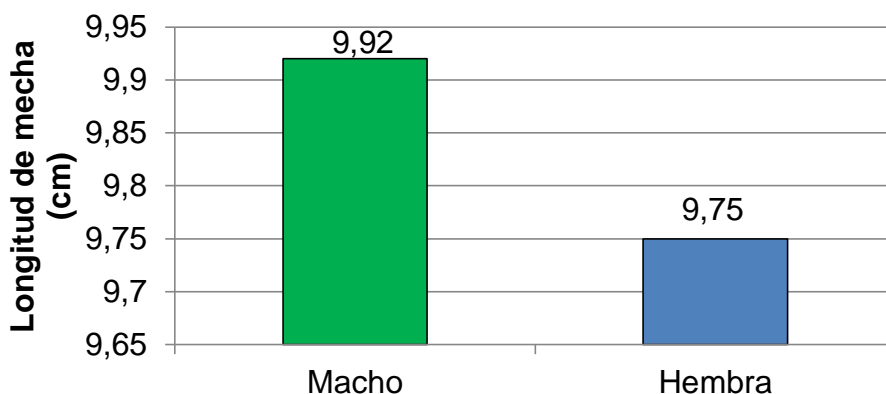


Figura 19. Longitud de mecha por efecto sexo del animal

De acuerdo a la información presentada en los Cuadro 21 y 22 sobre la longitud de mecha, se observa que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$), sin embargo los animales de dos años ($9,92 \pm 1,06$ cm) obtuvieron una ligera superioridad respecto a alpacas de cuatro dientes ($9,82 \pm 1,11$ cm), dientes de leche ($9,82 \pm 1,01$ cm) y boca llena ($9,77 \pm 1,25$ cm) (Figura 20).

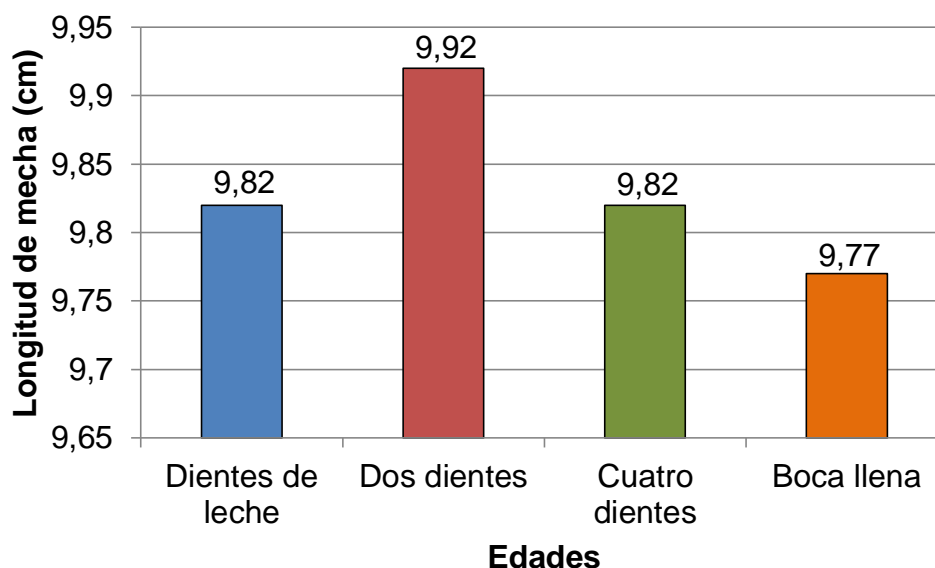


Figura 20. Longitud de mecha según edad del animal

El crecimiento potencial de la fibra es hasta los dos dientes de edad, luego después de la esquila es obvio que decrece la longitud de mecha, esta tendencia es concordante con lo que indica Mamani (2011), que a partir de la primera esquila, la longitud de fibra descende paulatina.

El color del vellón fue un factor que no tuvo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la longitud de mecha (Cuadros 21 y 22). Sin embargo se observó una ligera superioridad de longitud de mecha en alpacas de color negro ($10,0 \pm 0,93$ cm), seguido por el color café ($9,95 \pm 1,09$ cm), blanco ($9,70 \pm 1,14$ cm) y beige ($9,68 \pm 1,22$ cm), estos resultados son semejantes a los reportes de Charcas (1997) quien obtuvo en color negro 12,0 cm, en café 11,3 cm, en LF 11,1 cm y en blanco 11,3 cm, asimismo Loza

(2000) obtuvo longitudes de 11,36 en negros, 11,0 cm en cafés oscuros, 11,13 cm en cafés claros y 11,13 cm en beige.

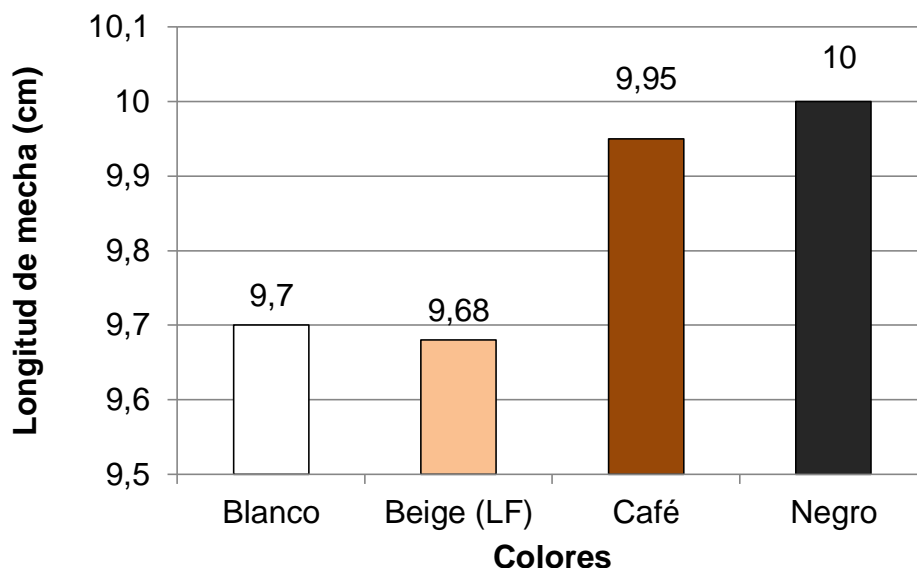


Figura 21. Longitud de mecha según el color de la fibra

La longitud de mecha medidas en el cuerpo del animal fue 1,45 cm mayor respecto a la longitud de mecha medida en laboratorio (Cuadro 23), es evidente que al extraer las muestras de fibra producto de la esquila, se pierde la longitud existente en el cuerpo, dependiendo del uso de instrumentos de esquila.

Cuadro 23. Variación de la longitud de mecha entre los métodos empleados

Método	(n)	Longitud de mecha (cm) $\bar{x} \pm DS$	Min	Max	CV (%)
Medidas en el cuerpo del animal	320	11,28 \pm 1,16	8,00	15,00	10,32
Medidas en el laboratorio	320	9,83 \pm 1,07	7,00	12,90	10,86
Diferencia		1,45	1,00	2,10	0,56

Sd: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, \bar{x} : Promedio, %: Porcentaje, Min: Mínimo, Max: Máximo y n: Número de muestras, cm: Centímetro.

4.2.7. Número de rizos por pulgada en la fibra de alpaca

Como se muestra en el Cuadro 21, el promedio general de número de rizos por pulgada en fibra de alpacas Huacaya fue de $6,9 \pm 0,77$, este valor es menor a los reportes de Mamani (2008) (11,66 rizos por pulgada) y Siña (2012) (13,06 rizos por pulgada) en alpacas Huacaya del Perú. Bustinza (2001) indica, los rizos en la fibra de alpacas Huacaya son de alto grado de 3 a 5 rizos por centímetros (7,6 a 12,7 rizos por pulgada) y baja de 1 hasta 2 rizos por centímetro (2,5 a 5,1 rizos por pulgada). Aliaga (2006) citado por Porras (2011) afirma que a mayor cantidad de rizos existe una mayor elasticidad y torsión en el hilado.

Según los Cuadros 21 y 22, los rizos por pulgada en la fibra de alpacas en las localidades de Catacora y Pairumani Grande no tuvieron diferencias significativa ($p > 0,05$), En efecto, los animales de Catacora presentaron un valor de $6,98 \pm 0,77$ rizos por pulgada, entre tanto las alpacas de Pairumani Grande obtuvieron $6,83 \pm 0,86$ rizos por pulgada.

Por otra parte, las alpacas machos ($6,90 \pm 0,87$) obtuvieron un número de rizos por pulgada similar al de hembras ($6,92 \pm 0,77$), estos resultados son parecidos a los obtenidos por Melo (2006) quien obtuvo 6,99 y 7,12 rizos por pulgada en fibra de alpacas machos y hembras, respectivamente. Por su parte Siguyro (2010), obtuvo en machos 2,91 rizos/cm (7,39 rizos/pulgada) y en hembras 2,94 rizos/cm (7,47 rizos/pulgada). Sin embargo los valores encontrados en el presente estudio fueron diferentes al de Pinazo (2000) quien obtuvo 17,7 y 20,17 rizos por cada longitud de fibra en machos y hembras, esta diferencia fue significativa al 1 %.

4.2.7.2. Efecto edad

Como se observan en el Cuadro 22 y Figura 22, el número de rizos por pulgada fue influenciada significativamente ($p < 0,01$) por la edad, en efecto los animales dientes de leche tuvieron un mayor número de rizos por pulgada ($7,23 \pm 0,85$), seguido de alpacas

de dos dientes ($7,03 \pm 0,75$), cuatro dientes ($6,71 \pm 0,70$) y boca llena ($6,67 \pm 0,85$), con lo que se evidencia que el número de rizos conforme avanza la edad este disminuye.

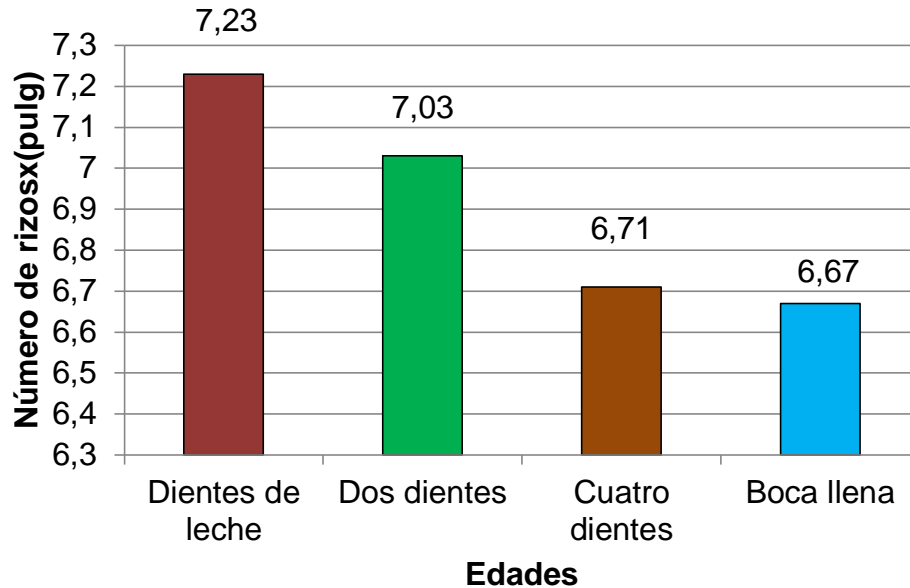


Figura 22. Número de rizos por pulgada según edad

Los resultados encontrados en el presente trabajo son concordantes a los reportes de Melo (2006) quien obtuvo un número de rizos por pulgada de $7,37 \pm 1,34$ en animales dientes de leche; $7,21 \pm 1,21$ en alpacas de dos dientes; $6,86 \pm 1,09$ en cuatro dientes y $6,80 \pm 1,09$ en animales de boca llena. Asimismo Pinazo (2000) observó un declive paulatino en número de rizos al pasar los años de vida de los animales, además indica que la edad de las alpacas influye significativamente ($p < 0,01$) en el número de rizos. Sin embargo Huamani y Gonzales (2004) mencionado por Siguayro, (2010) encontraron promedios de 1,77 rizos/cm en animales de dos, tres y cuatro años de edad, pero no tuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$).

4.2.7.3. Efecto color

En el Cuadro 22 y Figura 23, el número de rizos por pulgada tuvo una diferencia leve ($p < 0,05$) con relación al color de la fibra. Los colores beige o LFs obtuvieron mayores

valores ($7,11 \pm 0,86$) respecto a las fibras blancas ($7,00 \pm 0,72$), cafés ($6,82 \pm 0,91$) y negras ($6,71 \pm 0,74$), de acuerdo a los resultados, los colores claros tienen mayor rizamiento que los colores oscuros, al parecer está relacionada muy bien con la finura, sin embargo no existe información referente sobre este tema.

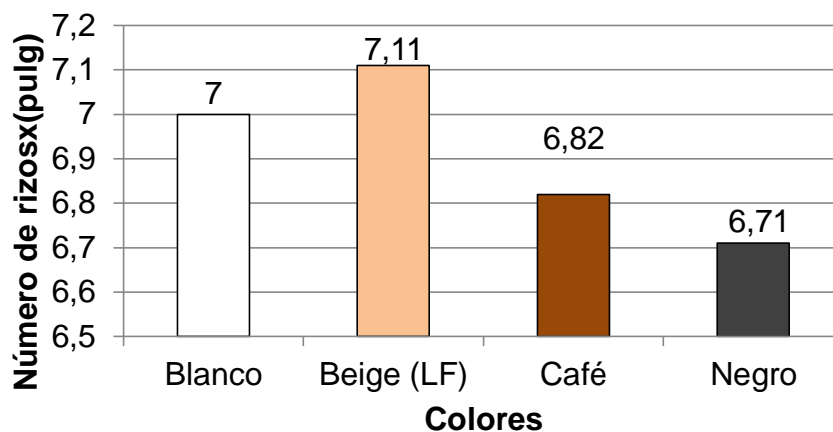


Figura 23. Número de rizos por pulgada en fibra por efecto color

4.3. Análisis del diámetro de fibra por tipos de medulaciones

En el Cuadro 24, se detallan los valores del diámetro de fibra de acuerdo a los tipos de medulación, también se expresan los datos estadísticos asociadas a los factores principales en base al modelo estadístico diseñado.

Cuadro 24. Influencia de los factores y parámetros estadísticos que afectan al diámetro de fibra por tipos de medulación

	DSM (μm)	DPM (μm)	DMC (μm)	DMF (μm)
Factores				
Localidad	NS	NS	NS	NS
Sexo	NS	NS	NS	NS
Edad	**	**	**	NS
Colores	*	*	**	NS
Estadística				
Nro.	320	320	320	105
\bar{x}	19,10	22,09	27,73	46,08
DS	1,53	1,67	2,25	6,04
CV	8,01	7,58	8,10	13,11
Mínimo	14,07	17,17	20,00	36,50
Máximo	25,96	26,78	36,03	62,00

SD: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, \bar{x} : Promedio, μm : Micrómetro, NS: No significativa, ($p > 0,05$), *: Significativo ($p < 0,05$), **: Altamente significativo ($p < 0,01$), Diámetro no medulada (DSM), Diámetro parcialmente medulado (DPM), Diámetro con medulas continuas (DMC), Diámetro fuertemente medulado (DMF).

De acuerdo al Cuadro 25, los diámetros de fibra no medulada y parcialmente medulada fueron influenciados significadamente ($p < 0,01$) por la edad y asimismo ambas variables tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) del color de fibra. Sobre el diámetro de fibra con medula continua, se observó un efecto significativo ($p < 0,01$) de la edad del animal y color de fibra. Entre tanto, el diámetro de fibra fuertemente modulado, no fueron influenciados por ningún factor de estudio.

Cuadro 25. Media de mínimos cuadrados correspondientes a factores que influyen sobre las variables diámetro de fibra no medulado, parcialmente medulado, con medulación continua y totalmente medulados, en fibras de alpaca

Efectos Principales	DIÁMETRO DE FIBRA (μm) \pm SD					
	n	DSM (μm)	DPM(μm)	DMC(μm)	n	DMF(μm)
LOCALIDAD						
Catacora	164	19,04 \pm 1,79 a	22,02 \pm 1,77 a	27,74 \pm 2,58 a	47	45,94 \pm 6,08 a
Pairumani	156	19,17 \pm 1,53 a	22,17 \pm 1,89 a	27,72 \pm 2,52 a	57	46,19 \pm 6,16 a
SEXO						
Macho	160	19,11 \pm 1,58 a	22,04 \pm 1,92 a	27,87 \pm 2,86 a	55	46,27 \pm 5,81 a
Hembra	160	19,09 \pm 1,75 a	22,14 \pm 1,73a	27,60 \pm 2,19 a	49	45,85 \pm 6,47 a
EDADES						
Dientes Leche	80	18,13 \pm 1,53 a	21,21 \pm 1,68 a	26,58 \pm 2,36 a	3	42,44 \pm 4,07 a
Dos Dientes	80	18,87 \pm 1,40 b	21,91 \pm 1,72 b	27,46 \pm 2,57 b	23	43,88 \pm 6,05 a
Cuatro Dientes	80	19,55 \pm 1,53 c	22,71 \pm 1,91 c	28,07 \pm 2,31 c	35	45,80 \pm 5,39 a
Boca Llena	80	19,85 \pm 1,66 ac	22,53 \pm 1,62 d	28,82 \pm 2,43 bc	43	47,74 \pm 6,43 a
COLORES						
Blanco	80	18,90 \pm 1,80a	21,57 \pm 1,80 a	26,96 \pm 2,79 a	24	44,95 \pm 5,77 a
LF	80	18,83 \pm 1,55 a	21,80 \pm 1,97 b	26,89 \pm 2,17 b	26	48,40 \pm 6,75 a
Café	80	19,28 \pm 1,65 b	22,42 \pm 1,63 c	28,43 \pm 2,18 c	27	45,76 \pm 6,22 a
Negro	80	19,40 \pm 1,59 ab	22,58 \pm 1,71 bc	28,65 \pm 2,50 bc	27	45,20 \pm 5,29 a

SD: Desviación estándar, n: Número de muestras y μm : Micrómetro, abc y d: Las letras iguales señalan no significativas y las letras diferentes señalan significativas, Diámetro sin medula (DSM), Diámetro parcialmente medulado (DPM), Diámetro con medulas continuas (DMC), Diámetro fuertemente o totalmente medulado (DMF).

4.3.1. Diámetro de fibra sin médulas

De acuerdo a los Cuadros 24 y 25, el promedio general del diámetro de fibra sin médula (DSM) fue de $19,10 \pm 1,53 \mu\text{m}$ y un coeficiente de variación de 8,01 %, estas fibras poseen alta calidad textil. El DSM de alpacas de la localidad de Catacora ($19,04 \pm 1,79 \mu\text{m}$) fue similar al de Pairumani Grande ($19,17 \pm 1,53 \mu\text{m}$). Con relación al sexo, los machos tuvieron un diámetro de fibra sin medulación ($19,11 \pm 1,58 \mu\text{m}$) similar a las hembras ($19,09 \pm 1,75 \mu\text{m}$).

4.3.1.1. Efecto edad

Según el Cuadro 25 y Figura 24, el diámetro de fibras sin medulación de animales dientes de leche ($18,13 \pm 1,53 \mu\text{m}$) fue inferior a las alpacas de dos dientes ($18,87 \pm 1,40 \mu\text{m}$), de cuatro dientes ($19,55 \pm 1,53 \mu\text{m}$) y de boca llena ($19,85 \pm 1,66 \mu\text{m}$). El diámetro se engrosa a medida que aumenta la edad, sin embargo no existen estudios similares.

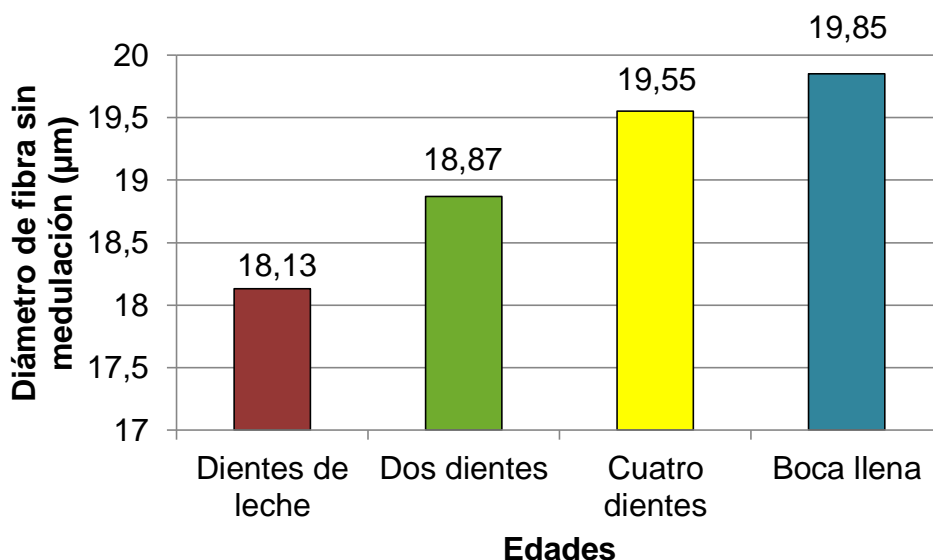


Figura 24. Diámetros de fibra sin medulación por efecto edad

4.3.1.2. Efecto color

Los colores también tuvieron una diferencia leve ($p < 0,05$) en el diámetro de fibra sin medulación (DSM). En efecto, los animales de fibra blanca tuvieron un DSM de $18,90 \pm 1,80 \mu\text{m}$, valor ligeramente inferior a las alpacas de color LF ($18,83 \pm 1,55 \mu\text{m}$), también a los animales cafés ($19,28 \pm 1,65 \mu\text{m}$) y negros ($19,40 \pm 1,59 \mu\text{m}$). Como se evidencia los colores claros son más finos que los oscuros (Cuadro 25 y Figura 25).

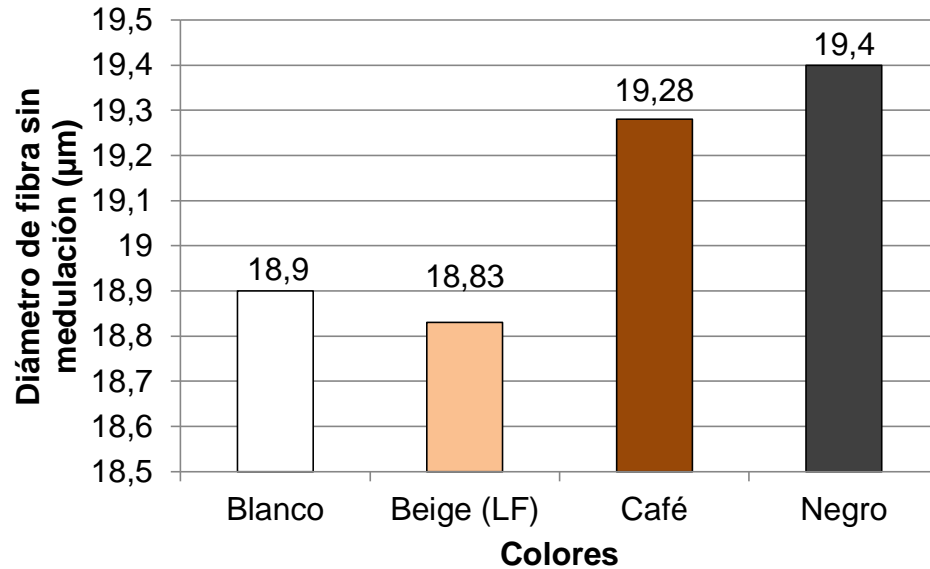


Figura 25. Diámetro de fibra sin medulación por efecto color

4.3.2. Diámetro parcialmente medulado

Según los Cuadros 24 y 25, el promedio general del diámetro parcialmente medulado (DPM) fue de $22,09 \pm 1,67 \mu\text{m}$, el coeficiente de variación de 7,58 % y un rango de diámetro que varía de $17,17 \mu\text{m}$ hasta $26,78 \mu\text{m}$. No existe variación de DPM entre localidades ($p > 0,05$), sin embargo las alpacas de la localidad de Catacora presentaron un promedio de DPM ($22,02 \pm 1,77 \mu\text{m}$) ligeramente inferior al de Pairumani Grande ($22,17 \pm 1,89 \mu\text{m}$), posiblemente porque se encuentran en la misma región. De la misma el DPM no influyó significativamente ($p > 0,05$) en el factor sexo, en efecto los machos obtuvieron un DPM de $22,04 \pm 1,92 \mu\text{m}$, valor levemente inferior a los animales hembras ($22,14 \pm 1,73 \mu\text{m}$).

4.3.2.1. Efecto edad

Como se observa en el Cuadro 25 y Figura 26, el diámetro parcialmente medulado fue altamente significativo ($p < 0,01$) con relación a la edad del animal, efectivamente las alpacas dietes de leche ($21,21 \pm 1,68 \mu\text{m}$) y dos dientes ($21,91 \pm 1,72 \mu\text{m}$), tuvieron

valores inferiores de DPM respecto a cuatro dientes y boca llena ($22,71 \pm 1,91 \mu\text{m}$ y $22,53 \pm 1,62 \mu\text{m}$, respectivamente).

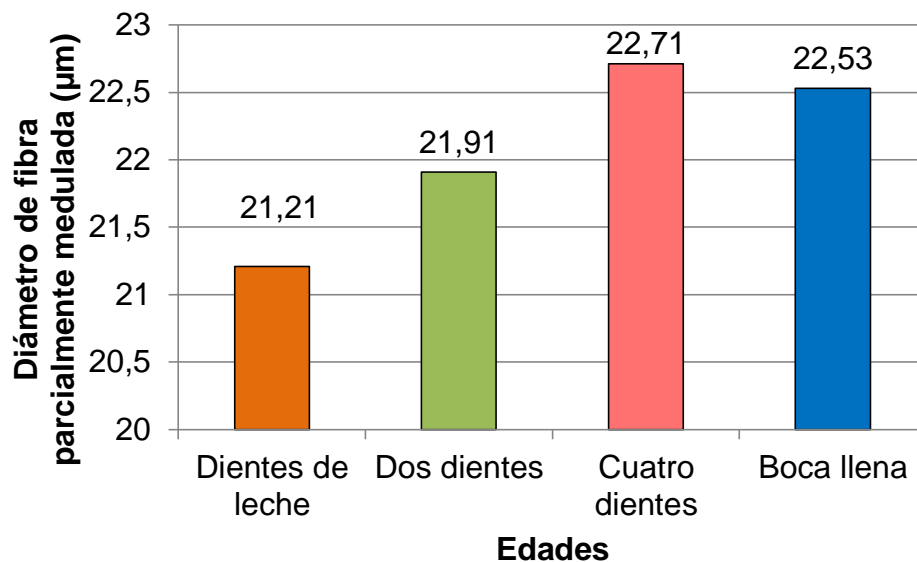


Figura 26. Diámetro de fibra parcialmente medulada por efecto edad

4.3.2.2. Efecto color

En el Cuadro 25 y Figura 27, se observan que el diámetro de fibra parcialmente medulada fue influenciado moderadamente ($p < 0,05$) por el color de fibra. Es así que los animales de fibra blanca obtuvieron un DPM de $21,57 \pm 1,80 \mu\text{m}$, valor inferior a la fibra de color LF ($21,80 \pm 1,97 \mu\text{m}$), café ($22,42 \pm 1,63 \mu\text{m}$) y negro ($22,58 \pm 1,71 \mu\text{m}$), estos datos nos muestra que los diámetros de fibra de tonalidades claros son inferiores a la fibras oscuras.

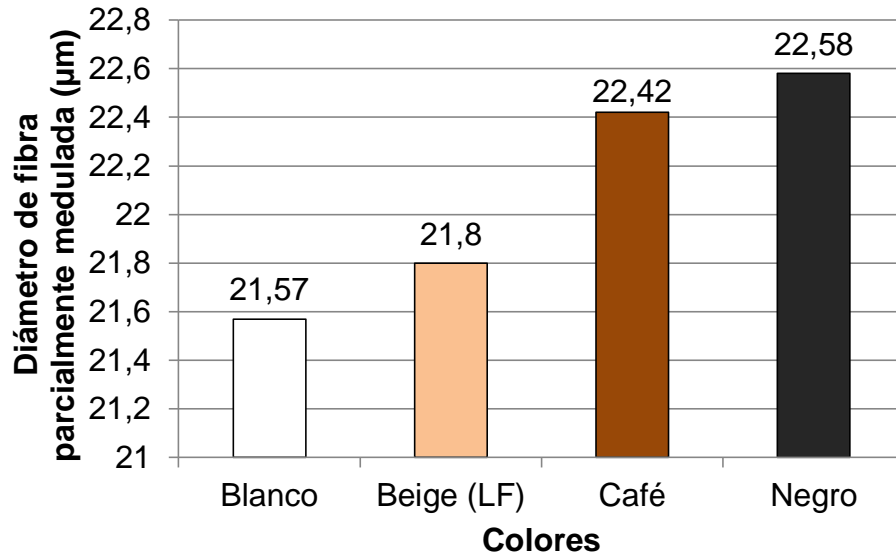


Figura 27. Diámetro de fibra parcialmente medulada por efecto color

4.3.3. Diámetro con medulación continua

De acuerdo a la información presentada en los Cuadros 24 y 25, el diámetro con medulación continuas (DMC) obtuvo un promedio general de $27,73 \pm 2,25 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variación 8,10 % y un rango de $20,00 \mu\text{m}$ hasta $36,03 \mu\text{m}$. El DMC de alpacas de la localidad de Catacora ($27,74 \pm 2,58 \mu\text{m}$) fue similar al de Pairumani Grande ($27,72 \pm 2,52 \mu\text{m}$), posiblemente porque se encuentran en las mismas condiciones. De igual manera el DMC de animales machos también fue similar con $27,87 \pm 2,86 \mu\text{m}$ a los animales hembras ($27,60 \pm 2,19 \mu\text{m}$).

4.3.3.1. Efecto edad

Como se observa en el Cuadro 25 y Figura 28, el diámetro con medulación continua fue altamente significativo ($p < 0,01$) con relación a la edad del animal. Los animales dientes de leche ($26,58 \pm 2,36 \mu\text{m}$) tuvieron un DMC inferior, respecto a las alpacas de dos dientes ($26,89 \pm 2,17 \mu\text{m}$), cuatro dientes ($28,07 \pm 2,31 \mu\text{m}$) y boca llena ($28,82 \pm 2,43 \mu\text{m}$), al parecer se engrosa el diámetro a medida que avanza la edad del animal.

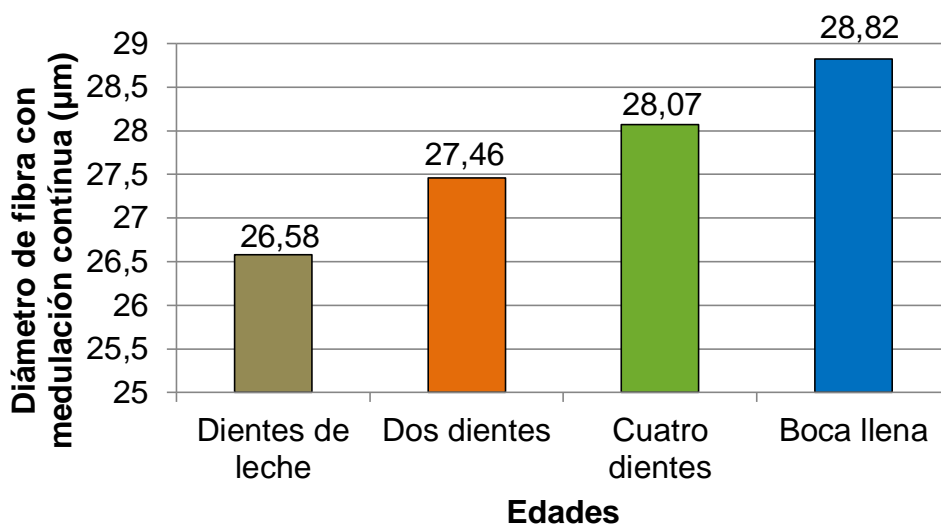


Figura 28. Diámetro de fibra con medulación continua por efecto edad

4.3.3.2. Efecto color

En el Cuadro 25 y Figura 29, se evidencio un efecto significativo debido al color de la fibra de alpacas ($p < 0,01$), las fibras blancas ($26,96 \pm 2,79 \mu\text{m}$) tuvieron un DMC inferior al resto de los colores ($26,89 \pm 2,17 \mu\text{m}$; $28,43 \pm 2,18 \mu\text{m}$ y $28,65 \pm 2,50 \mu\text{m}$ en beiges o LFs, cafés y negros, respectivamente), lo que indica que las tonalidades claras presentaron menores valores respecto a las fibras oscuras.

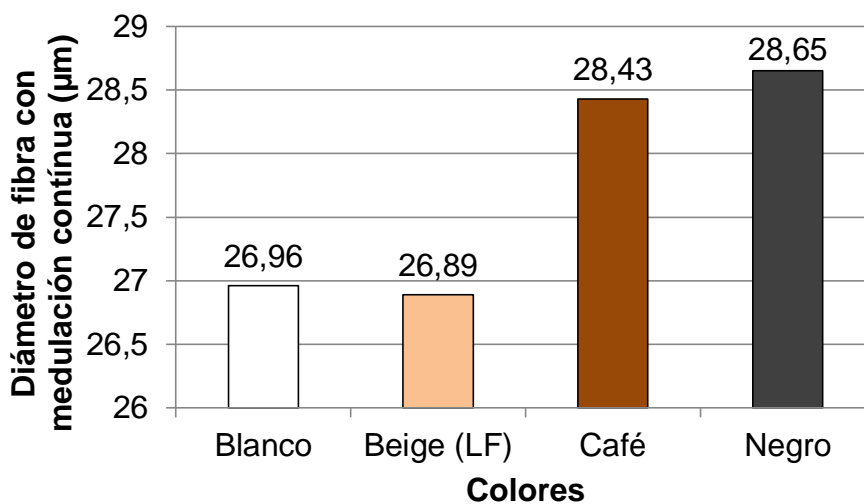


Figura 29. Diámetro de fibra con medulación continua según color de fibra

4.3.4. Diámetro con medulación fuerte

De acuerdo a los Cuadros 24 y 25, del total de muestras de fibra (320), en 105 muestras de fibra se presentaron fibra con medulación fuerte, el promedio general del diámetro con medulación fuerte (DMF) fue de $46,08 \pm 6,04 \mu\text{m}$, con un coeficiente de variabilidad de 13,11 % y un rango de 36,50 μm a 62,00 μm .

El efecto global de localidades no fue significativo ($p > 0,05$), aunque el DMF procedentes de animales de Catacora ($45,94 \pm 6,08 \mu\text{m}$) fue ligeramente inferior a las alpacas de Pairumani Grande ($46,19 \pm 6,16 \mu\text{m}$). Asimismo el factor sexo no tuvo diferencias estadísticas ($p > 0,05$), los machos tuvieron un DMF ($46,27 \pm 5,81 \mu\text{m}$) ligeramente superior a las hembras ($45,85 \pm 6,47 \mu\text{m}$).

Asimismo, tampoco se encontraron diferencias estadísticas con relación a la edad ($p > 0,05$), pues los animales con dientes de leche, dos dientes, cuatro dientes y boca llena, obtuvieron un DMF de $42,44 \pm 4,07 \mu\text{m}$; $43,88 \pm 6,05 \mu\text{m}$; $45,80 \pm 5,39 \mu\text{m}$ y $47,74 \pm 6,43 \mu\text{m}$, respectivamente, en este estudio, tan solo tres animales con dientes de leche presentan un DMF, entre tanto las alpacas con boca llena presentan 43 muestras con DMF, lo que indica que el DMF aumenta según la edad de los animales. El DMF no fue influenciado significativamente por el color de fibra ($p > 0,05$).

4.4. Correlaciones entre las variables de calidad de fibra de alpacas

En el (Cuadro 26), se muestra los coeficientes de correlación (Pearson) entre las variables de calidad de fibra: diámetro de fibra, coeficiente de variación de fibra, porcentaje de medulación, índice de confort y número de rizos.

Cuadro 26. Coeficiente de correlación Pearson entre las principales variables de calidad de fibra de alpacas

	DF	CVDF	PM	IC	NR
DF	1,00	0,009	0,441**	- 0,789***	- 0,244
CVDF		1,00	0,068	- 0,227	- 0,061
PM			1,00	- 0,227	- 0,235
IC				1,00	0,170
NR					1,00

***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$, Número de rizos (NR), Diámetro de fibra (DF), Coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF), Porcentaje de médulas (PM), Índice de confort (IC).

4.4.1. Correlación entre diámetro de fibra y porcentaje de fibras meduladas

El diámetro de fibra con el porcentaje de medulación tuvo un grado de asociación positiva ($r = 0,441$), moderadamente baja, esta variación refleja que cuando los diámetro de fibra son mayores también lo será el porcentaje de medulación y que es muy influyente con la edad de los animales, estos resultados son concordantes al de Loza (2000) quien obtuvo un coeficiente de correlación de 0,572, lo que significa que cuando incrementa el diámetro de fibra también aumentará el porcentaje de fibras meduladas. Pinazo (2000) al respecto, menciona que el grado de asociación entre el

diámetro de fibra versus porcentaje de medulación es altamente significativa para machos y hembras, además existe una alta correlación en edades de uno a seis años.

4.4.2. Correlación entre diámetro de fibra e índice de confort

Según el Cuadro 26, el grado de asociación entre el diámetro de fibra e índice de confort fue negativo y alta ($r = - 0,789$), lo que quiere decir es que cuando aumenta el diámetro de fibra tiende a disminuir el índice de confort, estos valores son similares a los de Cervantes *et al.* (2010), quienes obtuvieron un grado de asociación negativa ($r = - 0,974$) y altamente significativa ($p < 0,001$), asimismo Quispe *et al.* (2013) señala que cuando los diámetro de fibra son menores el índice de confort será mayor, Contreras (2009) indica lo propio, al engrosarse el diámetro de las fibra disminuirá el índice de confort y aumentará el factor de picazón de la fibra.

4.4.3. Correlación entre diámetro de fibra y número de rizos en la fibra

El grado de asociación entre diámetro de fibra y número de rizos en la fibra fue negativa ($r = - 0,244$) y considerada una correlación baja a moderada, lo que significa a menor diámetro de fibra habrá mayor número de rizos, este resultado es concordante al reportado por Melo (2006) quien obtuvo un grado de asociación también negativo ($r = - 0,27$), es decir que a mayor número de rizos menor será el diámetro de fibra. Además Mamani (2008), obtuvo un grado de asociación negativo ($r = - 0,22$), por otra parte Bustinza (2001), menciona que el número de rizos por pulgada es un indicador de la finura de fibra, sin embargo Holt (2006) citado por Siguyro y Aliaga (2010), afirman que la frecuencia de rizos en la fibra no es un indicador confiable en el diámetro de fibra.

4.4.4. Correlación entre el coeficiente de variación del diámetro de fibra e índice de confort

De acuerdo al Cuadro 26, la correlación del coeficiente de variación de la fibra versus índice de confort fue negativa y baja ($r = - 0,227$), esto significa que cuando aumenta el

coeficiente de variación de la fibra disminuye el índice de confort de fibras de alpaca, estos resultados son contrarios a los reportes de Canaza (2009), quien obtuvo una correlación positiva de 0,21 entre las variables de coeficiente de variación del diámetro de fibra e índice de confort.

4.4.5. Correlación entre porcentaje de medulación e índice de confort

Según el Cuadro 26, el grado de asociación entre el porcentaje de medulación y el índice de confort de fibra fue negativa y baja ($r = - 0,227$), es decir que cuando se incrementa el porcentaje de medulación, el índice de confort de fibra disminuye y a su vez se incrementa el factor de picazón, Contreras (2009) encontró similares reportes, además menciona que la edad del animal tiene una fuerte influencia.

4.4.6. Correlación entre porcentaje de fibras meduladas y número de rizos

En el presente estudio se obtuvo un coeficiente de correlación entre porcentaje de fibras meduladas y número de rizos fue de $- 0,235$, el cual es considerado una correlación baja, lo que significa que cuando se incrementa el porcentaje de fibras meduladas disminuye el número de rizos de la fibra, este resultado es concordante a los resultados de Cervantes *et al.* (2011) quien obtuvo una correlación negativa ($r = - 0,30$) entre el porcentaje de medulación y número de rizos.

V CONCLUSIONES

En base a los resultados a partir de los objetivos propuestos en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

Los diámetros de fibra de alpacas tanto de machos como de hembras, se incrementan conforme avanza la edad del animal, cuyas diferencias fueron altamente significativas, asimismo, los colores de fibra beige (LF) y blanco fueron más finos que los colores oscuros: café y negro, esta diferencia fue moderadamente significativa.

En cambio el coeficiente de variación del diámetro de fibra, no tuvo diferencias significativas con relación a los efectos de localidades, sexo, edad y color de fibra.

El porcentaje de medulación de fibra de alpacas Huacaya de ambos sexos de las localidades de Catacora y Pairumani Grande aumenta de acuerdo a la edad, cuyos valores fueron estadísticamente diferentes, entre tanto el efecto color tuvo una diferencia significativa al 5 %, presentando los colores: café y negro valores superiores que los beige (LF) y blanco, es decir los colores oscuros tienden a tener mayor medulación que los colores claros.

Las alpacas hembras de las localidades de Catacora y Pairumani Grande presentaron un índice de confort de fibra mayor al de machos, asimismo a mayor edad de los animales, los valores de índice de confort fueron menores. Mientras que las fibras de colores: blanco, beige (LF), tuvieron un índice de confort levemente superior con relación a la fibra de color café y negro, vale decir que cuanto más oscura es la fibra tiende a disminuir el índice de confort, de igual manera la finura y el valor textil.

La longitud de mecha medidas en el cuerpo del animal y en laboratorio no fueron influenciados estadísticamente por efectos de localidad, sexo, edad y color. Sin embargo la longitud de mecha medidas en el cuerpo del animal fue 1,45 cm mayor respecto a la longitud de mecha medida en laboratorio.

El número de rizos por pulgada en la fibra de alpacas de ambos sexos pertenecientes a las localidades Catacora y Pairumani Grande, disminuye conforme avanza la edad del animal. Entre tanto, los colores claros (beige y blanco) presentaron valores superiores respecto a los colores oscuros (café y negro).

El diámetro de fibra sin médula de alpacas de Catacora y Pairumani Grande tuvieron valores similares entre sexos, por otro lado los animales diente de leche obtuvieron un diámetro de fibra sin médula inferior a las alpacas de dos dientes, cuatro diente y boca llena, entre tanto los colores blanco, beige (LF), café y negro tuvieron una leve variación entre sí.

El diámetro de fibra parcialmente medulada de alpacas tuvo una alta significancia por la edad y levemente por el color de fibra, es decir que los animales diente de leche tuvieron valores inferiores a las alpacas de dos dientes, cuatro diente y boca llena; en tanto que los colores claros fueron más finos respecto a los tonos oscuros.

El diámetro de fibra con medulación continua de alpacas fue influenciada significativamente por la edad del animal y color de fibra, pues la fibra con medulación continua se engrosa a medida que avanza la edad del animal; del mismo modo las fibras de tonalidades claras presentaron menores valores respecto a las fibras oscuras.

El diámetro de fibra con medulación fuerte de alpacas no tuvo efecto significativo respecto a los factores de estudio.

El diámetro de fibra con el porcentaje de medulación tuvo un grado de asociación positiva ($r = 0,441$), moderadamente baja, esta variación refleja que cuando el diámetro de fibra es mayor también lo será el porcentaje de medulación y que es muy influyente con la edad de los animales.

El grado de asociación entre el diámetro de fibra e índice de confort fue negativo y alto ($r = - 0,789$), lo que quiere decir es que cuando aumenta el diámetro de fibra tiende a disminuir el índice de confort.

El grado de asociación entre diámetro de fibra y número de rizos en la fibra fue negativo ($r = - 0,244$) y considerado una correlación baja a moderada, lo que significa a menor diámetro de fibra habrá mayor número de rizos.

La correlación del coeficiente de variación de la fibra versus índice de confort fue negativa y baja ($r = - 0,227$), esto significa que cuando aumenta el coeficiente de variación de la fibra disminuye el índice de confort de fibras de alpaca.

El grado de asociación entre el porcentaje de medulación y el índice de confort de fibra fue negativo y bajo ($r = - 0,227$), es decir que cuando se incrementa el porcentaje de medulación, el índice de confort de fibra disminuye y a su vez se incrementa el factor de picazón.

En el estudio se obtuvo un coeficiente de correlación entre porcentaje de fibras meduladas y número de rizos de $- 0,235$, el cual es considerado una correlación baja, lo que significa que cuando se incrementa el porcentaje de fibras meduladas disminuye el número de rizos de la fibra.

VI RECOMENDACIONES

1. Empezar programas de mejoramiento genético de alpacas Huacaya, según color por las instituciones públicas del estado y regionales, con el fin de mejorar las características físicas de fibra y rendimientos de fibra por animal.
2. Realizar estudios similares sobre la fibra de alpaca por tonalidades de color en el municipio de Catacora.
3. Estudiar las características de las propiedades químicas de la fibra de alpaca.
4. Implementar los registros individuales de camélidos de las tams de las Unidades Productivas de alpacas del municipio de Catacora.
5. Realizar estudios sobre resistencia, elongación, extensibilidad de fibra que son de mucha importancia para la industria textil.
6. Mejorar el manejo productivo y reproductivo de las tams de alpacas Huacaya del municipio de Catacora.

VII LITERATURA CITADA

- AGUILAR, 2012. Esquila y categorización de la fibra de alpaca. Manual práctica Desco - Programa Regional Sur, 2012 Arequipa, Perú. Consultado el 12 abril 2015. Disponible en; <http://www.descosur.org.pe>; <http://www.desco.org.pe>
- ALFARO, S. 2006. Producción de alpacas alternativa rentable para las familias andinas de zonas centro de Ayacucho. (Tesis de Grado Economista), Universidad Nacional de San Marcos. Lima, Perú. 1 – 22 pp.
- ALZAMORA, H. 2007. Producción y exportación de la fibra de camélido. Universidad de San Martín de Porres Lima, Perú 2007. 17 pp. Consultado 13 mar. 2015. Accesible en; <http://www.minag.gob.pe/>
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 1982. Métodos para la determinación de diámetro de fibras meduladas por microproyector. ASTM estándar, part 33: D 2130-72, D 1113 – 72 y USA – D 1234-54 para longitud de mecha. Textiles Materials, fibers and Zippers. Philadelphia – USA. 442 – 434; 135 – 185 pp.
- ANDRES, J. P. 2006. Producción y comercialización de camélidos sudamericanos monografías Lima, Perú. Consultado el 18 de mayo 2013, disponible en; http://www.monografias.com/usuarios/perfiles/Javier_paul_andres_pere.
- ANTEPROYECTO DE NORMA BOLIVIANA. APNB 92007 (IBNORCA). Fibra de Camélido – Clasificación y especificaciones de finura, consultado el 20 mar. 2015. Disponible en; www.ibnorca.org/subidas/.../APNB%2092007.
- ARTEAGA, 2004. Diseños experimentales. Escuela Militar de Ingeniería (EMI). Facultad de Agronomía - UMSA. La Paz, Bolivia. 85 p.

- AYNI BOLIVIA, (SA). World fair trade organization, Consultado mar. 2015. Revista disponible en: www.aynibolivia.com/fair.trade/es/content/37-la-fibra-de-alpaca.
- BARRETA, J. 2012. Estudio de la variabilidad genética en camélidos Bolivianos. (Tesis Doctoral), Universidad del León. Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal. León - España. 9 – 48 pp.
- BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA S.A. (BTA), 2008. Estudio de mercado de fibras finas de camélidos sudamericanos. Informe FIA, noviembre de 2008. Disponible en; www.avsf.org/.../folleto_mercado_mundial_alpacas_feb2013_avsf.pdf..
- BRUCE, A., MC GREGOR, 2012. Recent advances in knowledge of alpaca fibre structure, fibre quality and production; an Australian perspective; Institute for Frontier Materials, Deakin University, Geelong, Victoria, 3220, Australia; VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Arica – Chile. Disponible en; www.congresocamelidos.cl/img/libro_resumen_final.pdf. Consult. 11 mar. 2015.
- BUSTINZA, V. 1998. Diversidad de colores. UNA. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno - Perú. 228 – 290 pp.
- _____,. 2001. La alpaca conocimiento del gran potencial andino. UNA Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 20 – 40 pp.
- CABALLERO, W. A. 1975. Introducción a la estadística. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 276 – 279 pp.
- CALLE, R. 1982. Producción y mejoramiento de la alpaca. Banco Agrario del Perú, Lima Perú. 57 – 77 pp.

- CANAZA, A. 2009. Evaluación cuantitativa y cualitativa de la fibra de Alpaca mediante el Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS), (Tesis de Magíster), Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 40 – 59 pp.
- CARPIO, M. 1978. Tecnología de lanas y comercialización. Programa de ovinos y camélidos americanos, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 62 p.
- _____,. 1985. Proyecto de industrialización de la fibra de vicuña. Arequipa – Perú.
- CARPIO, P. 1989. Diámetro de fibra, longitud de fibra y rendimiento del vellón de alpacas Huacayas a diferentes niveles altitudinales, (Tesis Médico Veterinario y Zootecnia). Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 29 – 55 pp.
- CASTRO, I. 1988. Análisis del vellón comercial de las camélidas alpaca y llama. (Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 79 p.
- CEPEDA, D. 2010. Características físicas de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) en tres comunidades de la Provincia Abaroa del Departamento de Oruro. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Oruro. Oruro - Bolivia. 1–15 pp.
- CERVANTES, I.; GOYACHE, F.; PEREZ – CABAL, M.; NIETO, B.; SALGADO, C.; BURGOS, A. y GUTIERRES, J. 2010. Parámetros genéticos y tendencias genéticas asociados a caracteres productivos y de apariencia del vellón en alpacas; Departamento de Producción Animal. Universidad Complutense de Madrid. Consultado 21 may. 2015. Disponible en; <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- CHARCAS, H. 1997. Identificación de alpacas para producción de fibra de un rebaño élite. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia. 19 – 17 pp.

- CHAVES, L. 2008. Fibra de alpaca, revista textiles Peruanos - Comex, INCA, TOP Perú. Consultado 18 abril 2015. Disponible en PDF; (<http://www.comexperu.org.pe/archivos%5Crevista%5Cmayo08%5C portada.pdf>)
- CISNEROS, H. 2008. Correlación entre el diámetro de fibra y porcentaje de pelos en alpacas Huacaya de la provincia de Canchis región Cusco, (Tesis, Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Nacional Altiplano. Puno – Perú. 47 p.
- CONGRESO MUNDIAL DE CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS (VI), 2012. Ciencia y Conciencia para la producción, gestión e innovación en la ganadería Andina; Conferencias, Resúmenes y Trabajo; Parinacota 21 al 23 de Noviembre, Arica-Chile. Consultado 11 mar. 2015. Disponible en; www.congresocamelidos.cl/img/libro_resumen_final.pdf.
- 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 Ingeniero Zootecnista), Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica – Perú. 1– 50 pp.
- CORDERO, A.; CONTRERAS, J.; MAYHUA, P.; JURADO, M.; CASTREJÓN, M. 2011. Correlaciones fenotípicas entre características productivas en alpacas Huacaya. Revista de Investigación Veterinaria. FOCAM, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica – Perú. Sitio consultado el 11 mar. 2015. Disponible en; <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172011000100003...sci...>
- CRUZ, L. 2011. Estimación de parámetros genéticos para caracteres productivos en alpacas (*Vicugna pacos*). (Tesis de Magíster en Mejora Genética Animal y Biotecnología de la Reproducción). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España. 53 p. Consultado el 12 abr. 2015. Disponible en; riunet.upv.es/bitstream/handle/.../TesinaMaster_LeyfengAlanCruz.pdf?...

- DE LOS RIOS, E. 2006. Producción textil de fibra de camélidos Sudamericanos en el área Alto - andina de Bolivia, Ecuador, y Perú Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDOS). Consultado 20 mar. 2013. Disponible en PDF; https://www.unidos.org/file-storage/download/?file_id=58563.
- DIAGNÓSTICO NACIONAL BOLIVIA, 2010. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI. Andean Products, La Paz, Bolivia. 32 pp.
- ESPEZUA, R. 2004. Los camélidos Sudamericanos de los Andes, Primera Edición, Editado por Matiz Graf. Puno, Perú. 187 p.
- FAO, 2005. Situación actual de los camélidos Sudamericanos en el Perú, Proyecto de cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos Sudamericanos en la Región Andina. Consultado sep. 2014. Disponible en PDF; <http://www.fao.org/regional/Lamerica/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914per.pdf>.
- FAO, 2009. International year of natural fibres, background note on natural fibres. Consultado 25 abr. 2015. Disponible en; http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/322/en/Background_Note_on_Natural_Fibres.pdf.
- FERNHOLZ, (2006). Producción animal. Consultada el 11 mar. 2015. Disponible en; www.produccionbovina.com/...de_camelidos/.../41_camelidos_bolivia.p.
- FRANK E.N.; HICK M.V.H.; GAUNA C.D.; LAMAS H.E.; RENIERE C. y ANTONINI M. 2006. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). Small Ruminant Research. 61,113 129.
- FRANK, E. N. 2008. Producción de fibra en camélidos sudamericanos. Avances En su procesamiento y mejoramiento genético. Programa (SUPPRAD) - Universidad Católica de Córdoba, Córdoba – Argentina. Consultado 25 abr. 2015. Disponible en; www.alpa.org.ve/ojs.index/php.

_____ 2011. Producción de fibra en camélidos Sudamericanos, avances en su procesamiento y mejoramiento genético. Revista Argentina de Animal. Conferencia en el Simposio de Camélidos, del 31° Congreso Argentino de Producción Animal. SUPPRAD – Universidad Católica de Córdoba, Argentina. Consultado 25 abr. 2015. Disponible en; <http://www.alpa.org.ve/ojs.inedx/php>.

_____ (1); ADOT, O.G. (2); HICK, M.V.H. (1); PRIETO, A. (1) y CASTILLO, M.F. (1), 2012. Relación entre el diámetro de la fibra y el factor de picazón en alpaca y llama. VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos Arica, Chile; Córdoba Argentina, SUPPRAD. Consultado 23 abr. 2015. Disponible en; oscaradot@fundacionhabitat.org.ar.

FUNDACION SUYANA, 2010. Manual de crianza y manejo de alpacas y llamas. Programa de Fortalecimiento Integral. La Paz, Bolivia. Consultado 13 jun. 2014. Disponible en; Info@suyana.org. www.suyana.org.

GONZALEZ, H.; LEON VELARDE, C.; ROSARIO, R.; GARCÍA, W.; GAVIDIA, C., 2008. Evaluation of numeric method for alpaca fibre diameter measurement Inca Tops S.A. Grupo Inka, Arequipa, Peru. Consultado 15 ene. 2015. Disponible en; E-mail: haydeegonzalez@gmail.com.

GROSSMAN, B. 2009. Estudio del sector textil de Bolivia, Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, La Paz, Bolivia. 15 - 27 pp.

HUANCA, T. 2006. Camélidos, Dirección de Investigaciones Agraria INIA – Perú. Consultado el 12 ene. 2015. Disponible en; thuanca@inia.gob.pe.

_____.; APAZA, N.; LAZO, A. 2007. Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa - Puno, Perú. 1 – 8 pp. Consultado 18 mar. 2015. Disponible en; www.produccion-animal.com.ar/.../Alpacas/142-HUANCA-Diametro.pdf.

_____.; APAZA, N.; GONZALES, M. 2007. Experiencia del INIA en el fortalecimiento del banco de germoplasma de camélidos domésticos, XX Reunión ALPA, XXX Reunión. APPA – Cusco, Perú. Consultado el 19 mar. 2015. Disponible en; www.bioline.org.br/pdf?la0705.

idh.pnud.bo/usr_files/odms/capitulos/lineabaselpz/Camelidos.pdf. (*Camélidos – Informe sobre Desarrollo Humano en Bolivia - (PNUD)*). Consultado 25 abr. 2015.

INKA-ALPACA. 2009. La alpaca, consultado 23 jul. 2015. Disponible en; <http://www.alpacainca.com/UntitledFrameset-14.htm>.

INE, 2009. Instituto Nacional de Estadística. Consultado 13 ene. 2015. Disponible en; <http://www.ine.gov.bo/indice/general.aspx?codigo=40116>.

IPAC, 2006. (Instituto Peruano de la Alpaca y Camélidos); Industria textil camélidos del Perú, Entorno y características propias de la fibra de alpaca. Consultado 20 mar. 2015. Disponible en; <http://www.lamolina.edu.pe/.../2.->.

KUONEN, 2007. La alpaca se integra en los Alpes-Worldnews.comarticle.wn.com/view/2002/03/21/La_alpaca_se_integra_en_los_Alpes, consultado 11 mar. 2015.

LENCINAS, M. Y TORRES, D. 2010. Desarrollo de competencias en buenas prácticas de esquila y valor agregado de la fibra de alpaca. Programa Regional Sur – descosur Manual Técnico – Lima. 59 p. Consultado 20 abr. 2013. Disponible en; <http://www.desco.org.pe>; www.descosur.org.pe.

LEÓN - VELARDE, Y GUERRERO J. 2001. Improving quantity and quality of Alpaca fiber; using simulation model for breeding strategies. Consultado 24 sept. 2014. Disponible en; <http://inrm.cip.cgiar.org/home/publicat/01cpb023.pdf>.

- LEQQUE, E. 2009. Estándar racial en el juzgamiento de alpacas. Consejo Nacional de Camélidos sudamericanos (CONACS). Consultado 25 abr. 2015. Disponible en; http://riunet.upv.es/bitstream/handle/.../TesinaMaster_LeyfengAlanCruz.pdf?...
- LIU, X.; XUNGA, W.A. 2010. Comparative study on the felting propensity of animal fibers. Accesado 01 mar. 2014. Disponible en; (<http://trj.sagepub.com/cgi/content/abstract77/12/957>).
- LOZA, J. 2000. Características físicas de la fibra de la alpaca Huacaya de color del CIP La Raya UNA-Puno. (Tesis Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 70 p.
- MACA, 2003. (Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios). Políticas de desarrollo en camélidos. Dirección de Ganadería. La Paz, Bolivia.
- MAMANI, A. 2008. Correlación entre el diámetro, densidad y rizo de la fibra de alpaca Huacaya hembra según región corporal. (Tesis, M.V.Z.), Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 54 p.
- MAMANI, R. H. 2011. Situación actual y las perspectivas de los camélidos Sudamericanos del distrito de Torata región de Moquegua, Perú. 106 p.
- MANSO, C. 2011. Determinación de la calidad de fibra de alpaca en Huancavelica - Perú. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Pública de Navarra. Huancavelica, Perú. 1 – 70 pp.
- MARÍN, J; ZAPATA, B; GONZÁLES, B; BONACIC, C; WHEELER, J; CASEY, C; BRUFORD, M; PALMA, R; POULIN, E; ALLIENDE, M; SPORTONO, A. 2007. Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. Consultado 23 mar 2013. Disponible en; http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2007000200001&script=Sci_arttext.

- MARTÍNEZ, Z. 1994. Características de la calidad y determinación de zonas corporales de muestreo más representativas del vellón de llamas. (Tesis Licenciatura Ing. Agr). Universidad Mayor de San Simon. Cochabamba, Bolivia. 96 p.
- MELO, C. 2006. Diámetro de fibra en alpacas Huacaya ganadoras en ocho ferias agropecuarias y su relación con el porcentaje de medulas y número de rizos. (Tesis. M.V.Z.), Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 55 p.
- MÉNDEZ, C.E., 2003. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ra Edición Mc Graw Hill, Bogotá - Colombia. 24 pp.
- MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL AGROPECUARIO Y MEDIO AMBIENTE (MDRAY MA), 2005. Estudio, identificación y mapeo de la cadena productiva en Camélidos sudamericanos. La Paz, Bolivia.
- MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL AGROPECUARIO Y MEDIO AMBIENTE Y UNIDAD DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, AGROFORESTAL Y PESCA (UPAAP/MDRA y MA), 2008. Política para el desarrollo con identidad del sector camélido, (PARTE II Caracterización de la estructura familiar y de los sistemas de producción con Camélidos), La Paz, Bolivia. 5 – 19 pp.
- MONTENEGRO, V. 2010. Mecanismo de herencia y parámetros genéticos de carácter ligados a la producción de fibra en alpacas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú. Consultado 13 abr. 2014. Disponible en; http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_fibra_alpaca_montenegro.pdf.
- MONTES, M., 2007. Caracterización de la fibra de alpaca producida en la región de Huancavelica, Perú. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Pública de Navarra. Huancavelica, Perú. 1 – 40 pp.

- MONTES M., QUICAÑO I., QUISPE R., QUISPE E. AND L. ALFONSO, 2008. Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), 6(1), 33-38. Consultado 4 jul. 2015. Disponibles en; www.inia.es/sjar.
- MONTESINOS, R. 2000. Características Físicas de la fibra de alpacas Huacaya y Suri de color en el banco de germoplasma Quimsachata, Illpa INIA, Puno. (Tesis, Médico Vet. Zootecnista), Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 50 p.
- NAVARRO, R.; AGUILERA, M.; BORQUEZ, F. 2008. Producción de fibra de guanacos en Magallanes, Proyecto de Innovación en la XII Región de Magallanes, Chile. Biotecnología Agropecuaria S.A. (BTA). Consultado 24 abr. 2015. Disponible en; http://bibliotecadigital.fia.cl/gsd/collect/.../26_Libro_GuanacosMagallanes.pdf
- ONUUDI, 2006. Primera conferencia regional. (El futuro de los productos Andinos en la región alta y los valles centrales de los Andes). Producción textil de fibras de camélidos Sudamericanos en el área Altoandina de Bolivia, Ecuador y Perú, Lima, Perú. Consultado 15 abr. 2015. Disponible en; http://www.unido.org/fileadmin/import/58586_pres_camelidos.pdf
- ORIA, I.; QUICAÑO, I.; QUISPE, E.; ALFONSO, L. 2009. Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona alto andina de Huancavelica, Perú. Universidad Pública de Navarra, Pamplona - España, DESCO (Huancavelica), PROCASUD. (Universidad Nacional de Huancavelica). Consultado 25 abr. 2015. Disponible en; oa.upm.es/9315/1/libro_de_actas-CONGRESO.pdf.
- PAREDES, M. 2012. Caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de alpaca (*Vicugna pacos*) de las comunidades Alto Andinas y aplicación al programa de mejora de la calidad de la fibra. (Tesis Doctoral), Universidad de Córdoba. Córdoba, Argentina. 139 p.

- PARRAGUEZ, V.H.; SALES, F.; NOVOA, R. y RAGGI L.A., 2004. Comercialización interna y externa de productos de rumiantes pequeños y camélidos sudamericanos en Chile. Revista Electrónica de Veterinaria 5 (13). Consultado 15 abr. 2015. Disp. en; <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121204B.html>.
- PAVEZ, H.; FUENTES, R.; RAGGI, L.; PARRAGUEZ, V.H. 2012. Caracterización de calidad de fibra de alpacas de la región de Arica y Parinacota, Chile. VI Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Consultado 12 ago 2015. Disp. en; [www.produccion-animal.com.ar/...camelidos/camelidos.../83-VI congres](http://www.produccion-animal.com.ar/...camelidos/camelidos.../83-VI%20congres).
- PEREZ, J. 2003. Estudio de las principales características de calidad de la fibra de llamas hembras según su morfotipo. (Tesis, Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 18 – 19 pp.
- PINAZO, R. 2000. Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri en el CIP, La Raya - UNA - Puno. (Tesis, M.V.Z.), Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno, Perú. 1– 73 pp.
- PINEDA, M. 2004. Curso producción de camélidos Sudamericanos, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Perú. 3 – 16 pp.
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2007 – 2011. Municipio de Catacora. La Paz, Bolivia. 15 – 45 pp.
- PONZONI, R.W.; GRIMSON, R.J.; HILL, J.A.; HUBBARD, D.J.; MCGREGOR, B. A.; HOWSE, A.; CARMICHAEL, I.; JUDSON, G.J., 1999. The inheritance of and association among some production traits in young Australian alpacas. Consultado 27 abr. 2015. Disponibles en; <http://www.alpacas.com/AlpacaLibrary/InheritanceTraits.aspx>.

PORRAS, O. D., 2011. Variación del diámetro promedio y rendimiento al lavado de fibra de alpaca Huacaya blanca clasificada en diferentes regiones del Perú, (Tesis, Ing. Zootecnista), Universidad Nacional de San Marcos. Lima, Perú. 99 p.

PRODUCCION DE RUMIANTES MENORES Y CERDOS F.C.V. – UNNE (SA). Sistemas de producción de lana, sección 2. pp. 16 – 26. Consultado 20 sep. 2015. Disponible; <https://ppryc.files.wordpress.com/2011/06/ap-ov-2-lana1.pdf>.

PROGRAMA REGIONAL DE CAMÉLIDOS & FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO (2004). Estudio identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de camélidos. Consultaría elaborada por el PRORECA. La Paz, Bolivia. 70 p.

PRORECA, 2003 - 2005. Identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de camélidos. MACA, SIBTA, FDTA. La Paz, Bolivia. 151 pp.

PROYECTO 2007. Centro de Tecnología e Innovación (CTI) del Complejo productivo de camélidos, Oruro-Bolivia. 36 – 39 pp. Consultado 13 sep. 2015. Disponible en; intranet.produccion.gob.bo/c/document_library/get_file?p_l...

QUISPE, J. 2002. Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano Sur de Bolivia. (Tesis Ing. Agr.). Universidad Mayor de San Andres. La Paz- Bolivia. 1 – 8 pp.

_____, y CONDORI, G. 2013. Conservación in situ de camélidos sudamericanos domésticos y pastos y pastos nativos, Oruro – Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDR y T). Boletín (unidad de recursos genéticos) Oruro – Bolivia. 1 – 16 pp.

_____,. 2014. Caracterización fenotípica de llamas del tipo T'amphulli conservadas en condición *in situ* en las regiones de Quetena Grande – Potosí y Calientes – Cochabamba, (Tesis Maestría en Manejo y Conservación en Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 4 – 26 pp.

_____,. 2014. Caracterización de fibra de alpacas Huacaya conservadas en condición *in situ* en la región de Sajama, Oruro – Bolivia. 1– 6 pp.

_____,. 2014. Caracterización de fibra de alpacas Huacaya conservadas en condición *in situ* en la región de Sajama, Oruro – Bolivia. En Memoria de Congreso Nacional de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). La Paz – Bolivia. 205 – 209 pp.

QUISPE, E.C.; ALFONSO, L.; FLORES, A.; GUILLEN, H.; RAMOS Y., 2008. Bases to an improvement program of the alpacas in highland region. Huancavelica, Perú. 705 – 716 pp. Consulta oct. 2014. Disp.; <http://www.produccion-animal.com.ar>.

_____.; RODRIGUEZ, T.C.; IÑIGUEZ, L.R. y MUELLER, J.P., 2009. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. Información de Recursos Genéticos del Animal, FAO; Boletín de información sobre recursos genéticos animales. 44 pp. Consultado 13 ago. 2014. Disponible en; email:edgarquispe62@yahoo.com.

_____.; POMA, A. Y PURROY, A., 2013, Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya, Revista Complutense de Ciencias Veterinaria, 7(1): 1 – 29 pp. Consultado el 2 sep. 2015. Disponible; revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/download/41413/39528.

- RODRÍGUEZ, T. (2000). Calidad de fibra de llama descordada y clasificada. En curso nacional de camélidos Sudamericanos. Cochabamba, Bolivia. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias y Forestales, 16 al 18 de nov. 83 – 93 pp.
- RODRÍGUEZ, T. Y QUISPE, J. 2007. Domesticated camelids, the main animal genetic resource of pastoral systems in the region of Turco, Bolivia. In Pople and animals; Traditional livestock keepers: guardians of domestic animal diversity. FAO. Rome, Italy. 33 – 45 pp.
- ROJAS, B., 2011. Tecnología de fibras animales. Texto universitario. Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno – Perú. 17 – 18 pp.
- ROSAS, A., 2012. Estudio de las principales características de la fibra de alpaca grasienta y de las condiciones de lavado. Tesis Ing. Textil. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química y Textil, Lima – Perú. 150 p.
- SACCHERO, D. 2005. Utilización de medidas objetivas para determinar calidad en lanas. Memorias de VII curso de actualización ovina INTA. Bariloche, Argentina 2005. Consultada 13 jul. 2015. Disponible en; (http://www.produccionbovina.com/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/69-calidad_lanas.pdf).
- SAN MIGUEL, L y SERRAHINA, L. 2004. Camélidos sudamericanos de la región andina, editorial – Lexus. Lima, Perú. 245 – 239 pp.
- SANCHEZ, C. 2004. Crianza y producción de alpacas” Editorial. RIPALME. Lima – Perú. 20 – 35 pp.
- SEGURA, J. C. (SA). Manual de SAS para principiantes, Protocolo, boletín. Consultada el 28 jul. 2015. Disponible en; www.angelfire.com/ar/iagg101/docum/sastxt.

- SENAHAMI, 2002. Boletín agroclimatológico. M.T.C.A.N., La Paz – Bolivia. 2 p.
- SIGUAYRO, R. y ALIAGA, J. 2010. Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku y la alpaca huacaya. Consultada el 18 de julio de 2015, Disponibles en; www.produccionanimal.com.arg.
- SIÑA, M. A. 2013. Caracterización física de la fibra en alpaca Huacaya del distrito de Susapaya, Provincia de Tarata, (Tesis Medico Veterinario Zootecnista). Universidad Nacional Jorge Grohmann. Tacna -Perú. 56 – 73 pp.
- SOSA, 2006. Determinación de receptores para prolactina en células epiteliales de folículos pilosos primarios y secundarios de piel de alpaca (*Lama pacos*) mediante inmuno histoquímica, (Tesis, Médico Veterinario). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú. 17– 34 pp.
- STEEL R.D.G. Y TORRIE, J.H. 1979. Manual práctico para el análisis de experimentos de campo. San José, Costa Rica. CIDIA. 269 – 277 pp.
- WANG, X.; WANG, L. y LIU, X., 2003. The quality and processing performance of alpaca fibers. a report for the rural industries research and development corporation. Noviembre 2003. Consultado 17 abril 2015. Disponible en PDF; <http://www.rirdc.gov.au/reports/RNF/03-128>.
- WARTHON, J. 1995. Crianza familiar y empresarial de la alpaca. Centro de Estudios Regionales Andinos, Bartolomé de las Casas. Cusco – Perú. 132 pp.
- www.thealpacamark.info/es/zip_fibra.php. Consultado 12 feb. 2014.
- www.senasag.gob.bo/.../distribucion-de-camelidos-en-bolivia.html, Distribución de camélidos en *Bolivia... población* de camélidos. Departamento productores total camélidos *Alpacas*. Consultado 16 feb. 2014.

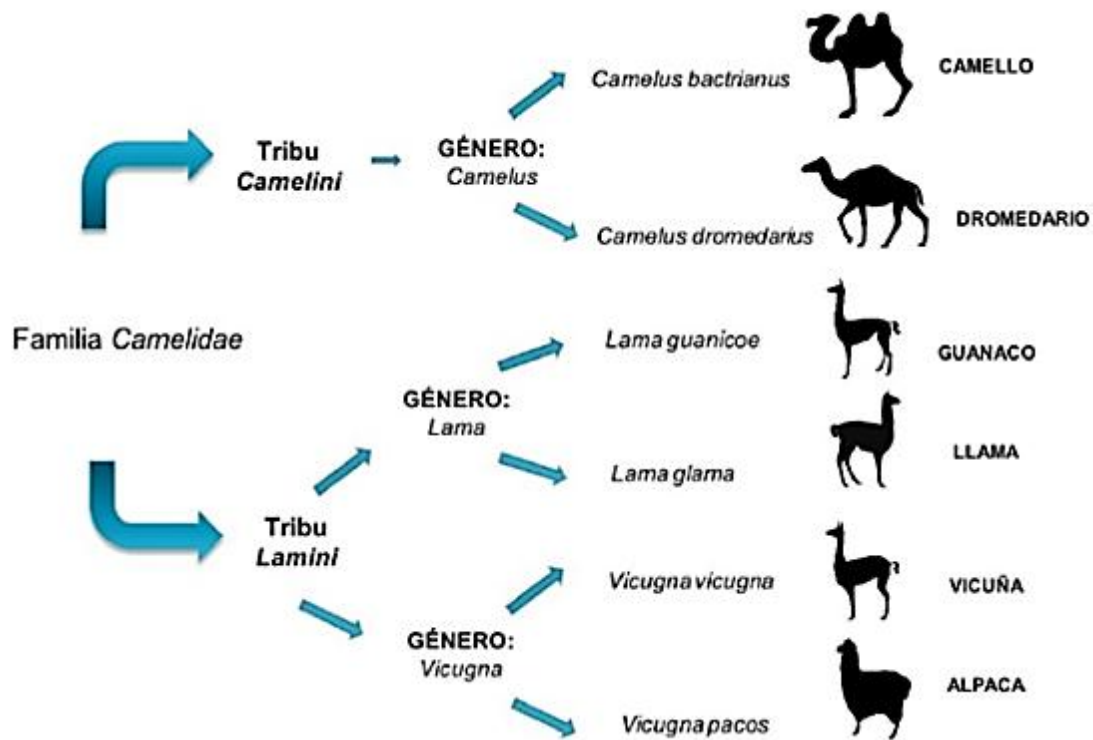
www.produccion-animal.com.ar, Consultado 26 de abril 2015.

www.pci-bolivia.org/documents/.../8_CelsoAyalaINIAF.pdf (Llamas – PCI) *Bolivia*.
Consultado 29 abr. 2015.

ZEGARRA, R. 2008. Producción y comercialización de las prendas de alpaca, una Alternativa para el desarrollo económico del altiplano. (Tesis Licenciatura Economista). Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Ciencias Económicas y Financieras, La Paz - Bolivia. 45 – 75 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación taxonómica de los camélidos



Fuente: Mamani, (2011)

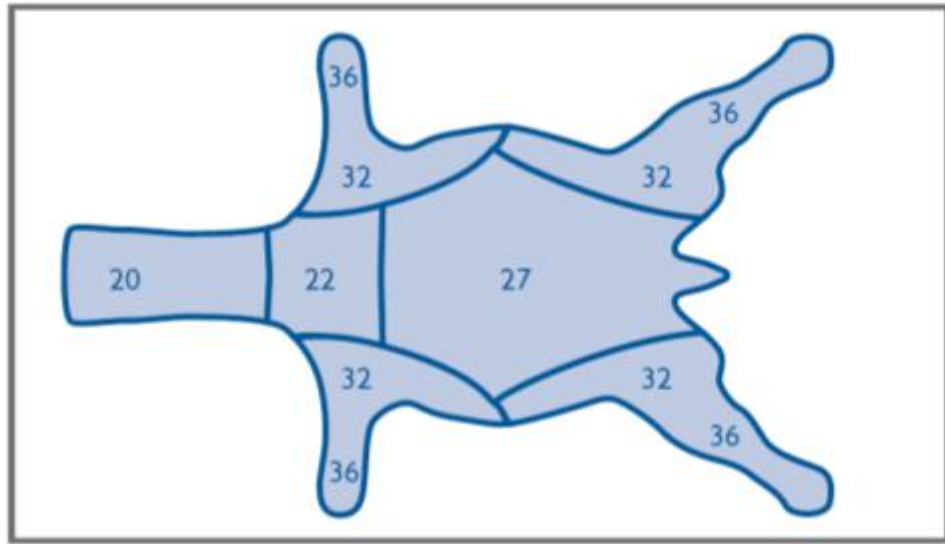
Anexo 2. Partes del vellon en la alpaca



Figura:

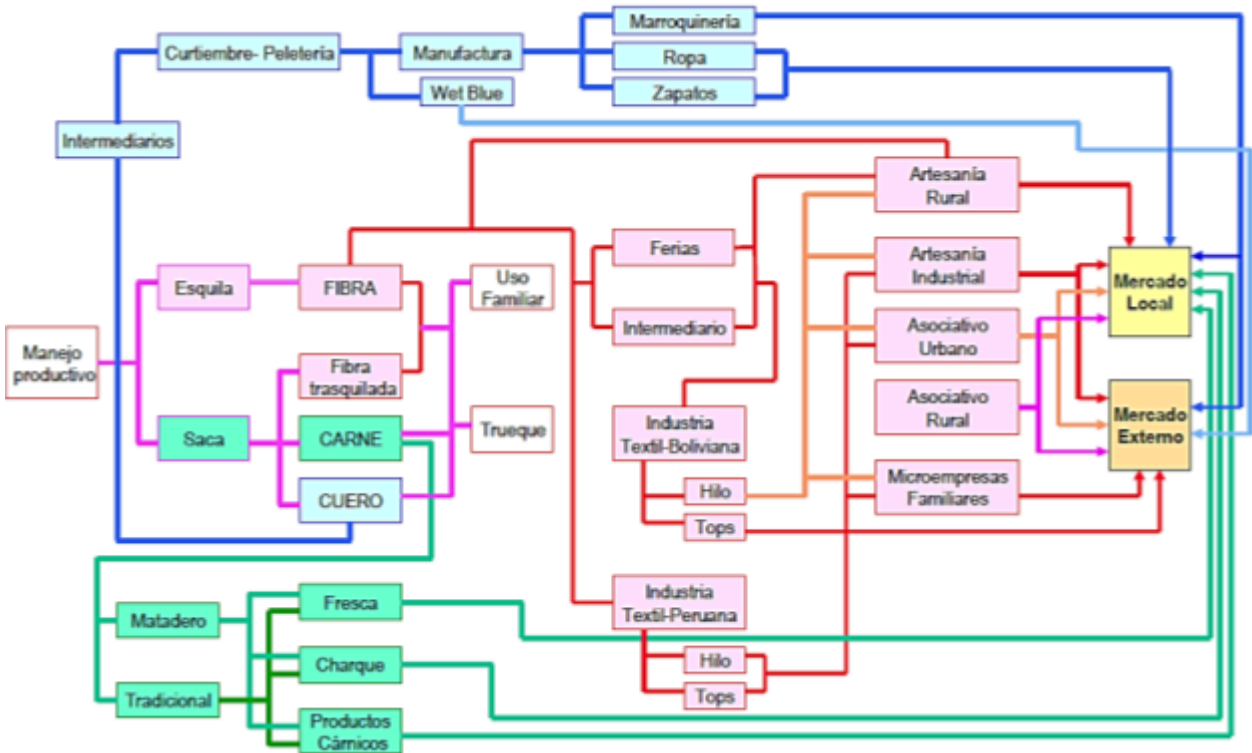
Fuente: DESCO; Lencinas (2010) y Aguilar, (2012)

Anexo 3. Calidades del vellón expresado por regiones



Fuente: Revista Inca Tops S.A. (2008)

Anexo 4. Flujograma del sistema productivo de camélidos sudamericanos.



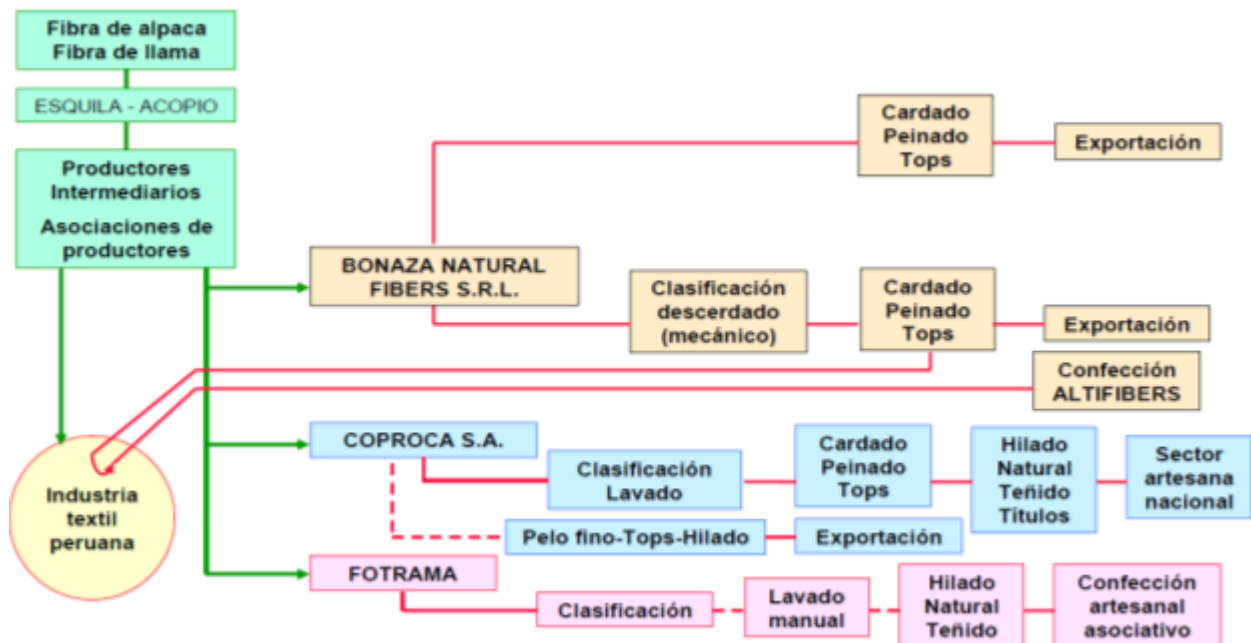
Fuente: PRORECA, 2000 a 2005 citado por Zegarra, (2008)

Anexo 5. Flujograma esquema de administración de la unidad productiva (U.P.)



Fuente: PRORECA (Programa Regional de Camélidos Sudamericanos) Estudio Identificación, Mapeo y Análisis Competitivo de la Cadena Productiva de Camélidos, 2000 – 2005, citado por Zegarra (2008)

Anexo 6. Flujograma de funcionamiento del sector textil



Fuente: PRORECA (2000 – 2005), citado por Zegarra (2008)

Anexo 7. Flujograma caracterización de la industria textil de camélidos en Bolivia

COPROCA SRL.	BONANZA – ALTIFIBERS SRL	MICHELL & CIA. SA	GRUPO INCA
<p data-bbox="272 348 461 373">Integración Vertical</p> <p data-bbox="298 422 435 709"> Acopio ↓ Clasificación ↓ Lavado ↓ Cardado ↓ Peinado ↓ Hilo ↓ Teñido </p> <p data-bbox="256 852 461 953"> Producción Actual =20 Tm./año Hilo – Un turno. Valor Bruto = US\$266.000 </p>	<p data-bbox="630 348 818 373">Integración Vertical</p> <p data-bbox="656 422 792 632"> Acopio ↓ Clasificación ↓ Lavado ↓ Cardado ↓ Peinado </p> <p data-bbox="672 642 776 674">Tops</p> <p data-bbox="516 684 919 751"> INCATOPS INCALPACA COPROCA </p> <p data-bbox="565 779 873 810"> Hilo Tela Hilo </p> <p data-bbox="623 852 818 884">CONFECCIONES</p> <p data-bbox="500 894 948 1033"> Exportación Pelo Fino = 83 Tm. promedio 96-01 Valor Bruto de Pelo = US\$619.550 Exportación de Tops = 220 Tm. promedio 0.1-03 Valor Bruto de Tops = US\$990.000 promedio. Exportación de Confec. = 7.937 u/promedio. 96-2000. Valor Bruto Confecciones = US\$246.763 </p>	<p data-bbox="980 348 1169 373">Integración Vertical</p> <p data-bbox="1006 422 1143 709"> Acopio ↓ Clasificación ↓ Lavado ↓ Cardado ↓ Peinado ↓ Hilo ↓ Teñido </p> <p data-bbox="954 800 1175 974"> Capacidad mensual de Tops = 350 Tm. Capacidad mensual de hilado = 150 Tm. Comercializa Tops e Hilado de alpaca hacia Europa y Latinoamérica. </p>	<p data-bbox="1235 348 1424 373">Integración Vertical</p> <p data-bbox="1261 422 1398 758"> Acopio ↓ Clasificación ↓ Lavado ↓ Cardado ↓ Peinado ↓ Hilo ↓ Tejidos punto y plano ↓ Confección </p> <p data-bbox="1209 800 1446 1020"> Inca Tops Inca Alpaca TPX. Producción anual en tejido de punto = 360.000 unidades. En tejido plano = 60.000 mts. Cadena de boutiques. Alpaca 111: Facturación anual = más deUS\$ 40 mil anuales. </p>

Fuente: PRORECA (2000 – 2005), citado por Zegarra (2008)

Anexo 8. Ficha de registro individual para el muestreo de fibra de alpaca

**FACULTAD DE AGRONOMIA-UMSA,PROYECTO
DIVERGEN-CARFICAM**

FECHA.....

PROPIETARIO.....

CANTON.....

ESTANCIA.....

DATOS GENRALES

NUMERO	
L. DE MECHA (cm)	
ESPECIE	
TIPO	
RAZA	
CRUZA	
EDAD	
SEXO	
COLOR CAPA	
Nº ESQUILA	
OBSERVACIONES	

Anexo 9. Ficha de registro de la unidad de crianza familiar

**FACULTAD DE AGRONOMIA-UMSA, PROYECTO
DIVERGEN-CARFICAM**

FECHA.....

PROPIETARIO.....

CANTON.....

ESTANCIA.....

DATOS GENRALES

ESPECIE O HIBRIDO		
CATEGORIA DE EDAD	MACHO	HEMBRA
CRIAS		
TUIS DE 1 AÑO		
TUIS DE 2 AÑOS		
ADULTOS		
TOTALES		
COLORES		
BLANCOS		
CAFES		
NEGROS		
LF		
API		
CAFÉ / BLANCO		
BLANCO / NEGRO		
TRES COLORES		
TOTALES		

Anexo 10. Planilla para determinar diámetro y medulaciones de fibra de alpaca

PLANILLA PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO Y PORCENTAJE DE MEDULACIÓN DE FIBRA DE ALPACA

DIPGIS - PROYECTO (DIVERGEN - CARFICAM)
LABORATORIO DE FIBRA - CEC (Choquenaira), UMSA

Nro. DE MUESTRA
CALIDAD
Edad:

	μ	DF	n	μ	DF	n	μ	DF	TM	n
	4			15			19			
	5			16			20			
	6			17			21			
	7			18			22			
	8			19			23			
	9			20			24			
NM	10			21			25			
	11			22			26			
	12			23			27			
	13			24			28			
	14			25			29			
	TOTAL				SD:			30		
NUMERO DE LECTURAS:				CV:			31			
PROMEDIO:							32			
	4			17			33			
	5			18			34			
	6			19			35			
	7			20			36			
	8			21			37			
	9			22			38			
PM	10			23			39			
	11			24			40			
	12			25			41			
	13			26			42			
	14			27			43			
	15			28			44			
	16			29			45			
TOTAL				SD:			46			
NUMERO DE LECTURAS:				CV:			47			
PROMEDIO:				%M:			48			
	8			30			49			
	9			31			50			
	10			32			51			
	11			33			52			
	12			34			53			
	13			35			54			
	14			36			55			
	15			37			56			
	16			38			57			
	17			39			58			
M	18			40			59			
	19			41			60			
	20			42			61			
	21			43			62			
	22			44			63			
	23			45			64			
	24			46			65			
	25			47			66			
	26			48			67			
	27			49			68			
	28			50			69			
	29			51			70			
	TOTAL				SD:			71		
NUMERO DE LECTURAS:				CV:			72			
PROMEDIO:				%M:			TOTAL			
FINAL	NUMERO TOTAL DE LECTURAS						NUMERO DE LECTURAS:			
	PROMEDIO:						PROMEDIO:			
	SD:						SD:			
	CV:						CV:			
%M:						%M:				
TEMPERATURA				DESCERDADO			FECHA			
OBSERVACIONES:				%CONFORT						

Anexo 11. Alpacas Huacaya de Catacora



Anexo 12. Muestreo de la fibra de alpacas Huacaya del municipio de Catacora



Anexo 13. Muestras de fibra extraídas alpacas, categorizadas por localidad, sexo, edad, color



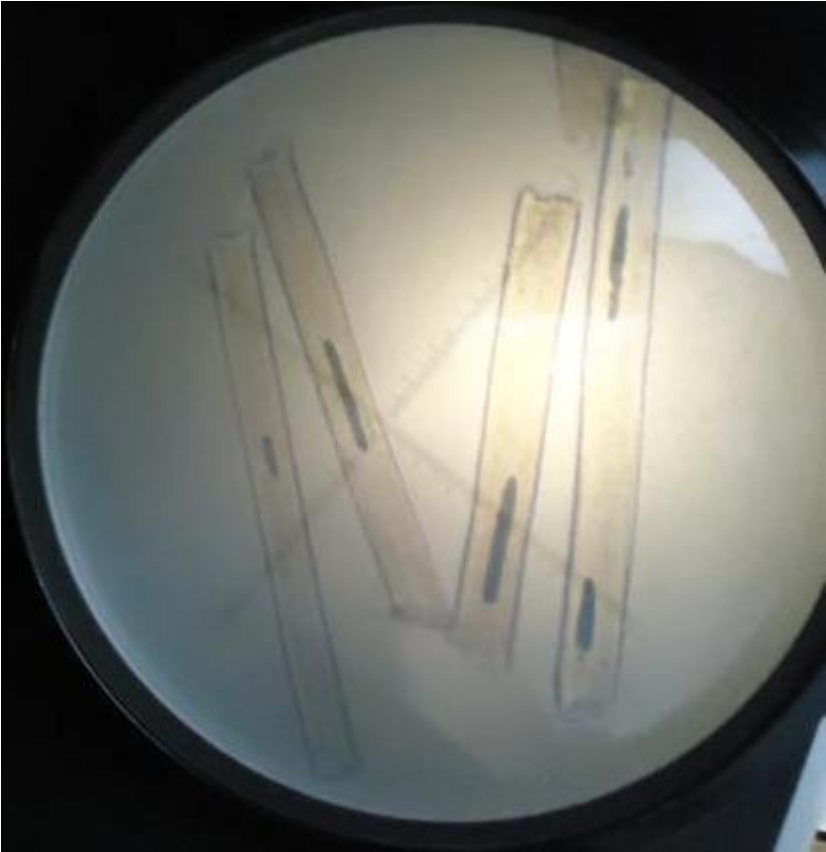
Anexo 14. Preparacion de las muestras en el laboratorio para su analisis en el
microtomo



Anexo 15. Analisis de la fibra en el Laboratorio con Microscopio de proyección



Anexo 16. Muestras de fibra en la pantalla del Microscopio de proyección



Anexo 17. Base de datos de las variables de la fibra de alpacas Huacaya

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMS	DMF
1	1	1	1	19.87	21.29	17.24	99.01	11.50	10.10	7.60	17.79	21.06	26.86	.
1	1	1	1	20.34	24.68	24.00	98.04	11.40	9.60	6.70	16.45	19.27	25.01	.
1	1	1	1	19.93	17.25	22.83	100.00	11.00	9.50	7.80	17.13	19.73	24.08	.
1	1	1	1	17.45	16.16	19.00	100.00	12.50	11.00	7.95	16.92	20.92	22.60	.
1	1	1	1	18.33	19.58	20.00	94.15	12.00	10.60	6.87	16.00	19.00	20.00	.
1	1	1	1	21.20	18.93	14.00	97.12	10.50	9.63	6.99	18.96	20.00	26.25	.
1	1	1	1	19.58	25.93	12.74	94.34	12.50	10.80	8.25	17.47	21.75	30.30	.
1	1	1	1	20.62	17.13	20.50	98.50	11.00	10.00	6.45	19.08	19.95	25.76	.
1	1	1	2	17.54	21.58	30.00	98.11	10.50	9.10	6.45	16.52	21.43	29.11	.
1	1	1	2	18.93	23.11	17.67	100.00	11.50	9.65	8.35	16.93	20.81	24.47	.
1	1	1	2	19.15	20.74	15.57	99.53	12.00	10.50	8.25	17.89	25.60	24.85	.
1	1	1	2	21.57	23.33	24.79	97.01	10.00	8.70	6.15	19.27	21.87	26.55	.
1	1	1	2	19.37	17.01	13.93	100.00	9.50	8.20	7.76	18.27	20.25	23.36	.
1	1	1	2	22.02	19.85	23.00	98.07	13.50	11.50	7.95	19.57	20.68	26.07	43.33
1	1	1	2	17.24	24.90	13.00	98.50	13.00	10.70	7.35	15.16	18.25	24.38	.
1	1	1	3	22.18	25.29	25.00	92.57	10.50	8.20	6.10	17.84	19.40	28.57	.
1	1	1	3	19.42	21.29	20.00	100.00	12.00	10.40	8.20	17.80	21.92	25.63	.
1	1	1	3	22.56	22.40	21.65	93.51	11.50	10.50	6.15	20.01	22.36	29.68	.
1	1	1	3	23.57	14.85	20.00	97.76	11.00	9.80	8.40	21.70	21.87	26.46	.
1	1	1	3	19.34	18.47	17.00	99.55	12.00	10.50	6.95	17.92	20.59	25.85	.
1	1	1	3	22.22	25.43	24.00	92.12	10.00	8.80	8.20	17.97	19.26	28.39	.
1	1	1	3	20.31	21.58	27.36	97.64	13.50	11.10	7.15	17.71	19.95	24.91	.
1	1	1	4	23.52	18.81	21.00	95.98	11.50	10.20	6.00	20.49	20.98	27.29	.
1	1	1	4	23.72	21.96	35.50	91.00	10.00	8.00	7.20	20.23	24.00	29.21	.
1	1	1	4	21.17	15.91	19.16	100.00	11.00	10.50	7.65	19.59	20.46	26.34	.
1	1	1	4	19.46	24.35	17.50	97.50	12.00	10.50	6.25	17.76	20.50	27.14	.
1	1	1	4	21.52	23.45	28.50	94.50	11.50	9.90	6.65	18.39	20.29	28.00	.
1	1	1	4	18.81	18.61	25.00	99.51	11.00	9.50	6.15	17.55	21.71	26.10	.
1	1	2	1	22.01	15.85	26.79	100.00	12.00	10.10	6.95	19.84	21.71	25.39	.
1	1	2	1	23.40	17.12	30.00	95.59	10.50	9.50	7.75	21.03	21.69	24.91	.
1	1	2	1	22.68	23.69	34.74	94.37	12.00	11.10	6.85	18.05	22.12	28.57	.
1	1	2	1	22.49	24.82	25.00	94.67	12.50	10.00	6.65	17.97	21.03	25.73	.
1	1	2	1	21.24	23.01	24.20	96.35	13.00	11.00	6.57	18.85	21.11	27.58	.
1	1	2	2	23.68	18.38	35.00	94.31	10.00	8.00	6.90	20.32	23.36	27.08	.
1	1	2	2	22.59	21.53	26.73	93.55	10.50	8.00	7.45	20.11	22.00	27.83	.
1	1	2	3	21.74	23.89	14.62	95.75	12.00	10.80	7.15	19.88	24.25	30.32	.
1	1	2	3	18.63	30.06	23.00	98.01	12.00	10.80	6.85	15.95	19.42	29.03	.
1	1	2	3	22.67	24.42	14.94	90.46	11.00	10.60	7.15	18.56	23.47	32.72	.
1	1	2	3	25.33	18.90	39.00	93.50	13.00	10.30	8.70	20.40	24.49	29.05	43.00

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
1	1	2	4	22.06	35.70	23.77	90.13	11.00	9.60	6.70	17.16	21.45	34.23	.
1	1	3	1	20.87	22.06	20.96	97.38	10.00	9.80	6.90	18.45	23.03	25.42	44.67
1	1	3	1	20.61	26.11	24.56	98.25	10.00	9.40	6.15	17.39	19.48	26.36	56.00
1	1	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	1	3	3	20.15	23.15	15.88	98.28	12.00	11.00	6.55	18.59	19.87	25.51	43.00
1	1	3	4	22.34	18.51	29.29	96.65	12.00	10.00	5.89	19.73	23.23	23.80	38.33
1	1	3	4	30.45	24.86	23.00	48.78	12.50	10.90	6.87	20.39	25.33	34.20	40.50
1	1	3	4	24.35	23.92	34.00	88.18	12.00	10.40	7.50	18.90	24.38	28.76	.
1	1	4	1	24.69	22.31	25.00	87.31	12.50	11.50	5.20	18.86	23.00	29.25	42.00
1	1	4	1	25.19	21.50	29.44	87.85	10.00	8.30	7.85	21.23	23.66	31.05	43.00
1	1	4	1	29.11	15.74	20.00	72.14	10.00	9.10	6.85	20.00	22.63	29.96	.
1	1	4	1	22.92	17.93	30.54	95.57	10.00	8.90	6.85	19.43	22.05	27.13	.
1	1	4	1	26.21	16.68	37.00	86.12	14.00	12.70	7.35	22.24	24.04	29.28	.
1	1	4	1	23.09	17.75	21.95	96.59	10.00	8.50	5.70	20.39	23.94	27.82	.
1	1	4	2	28.99	23.63	23.00	70.00	12.50	11.80	5.90	18.00	23.00	30.47	.
1	1	4	2	25.16	21.57	22.00	86.58	11.50	9.10	6.05	19.00	22.28	29.28	.
1	1	4	2	26.27	23.85	29.00	87.06	10.50	8.90	6.10	20.47	22.94	26.96	52.00
1	1	4	2	21.81	23.31	28.77	93.15	10.00	9.10	6.60	16.33	19.64	27.27	54.00
1	1	4	2	28.16	20.20	28.00	83.62	13.50	12.70	5.75	21.37	24.73	28.83	56.00
1	1	4	2	32.58	26.85	28.00	94.12	13.00	12.20	6.75	20.00	24.33	32.08	53.33
1	1	4	2	19.78	25.66	27.45	94.12	11.00	10.04	5.55	16.39	17.91	25.71	.
1	1	4	3	27.73	20.82	30.00	76.05	9.50	8.00	6.15	20.90	24.69	31.53	.
1	1	4	3	22.72	20.54	21.00	94.34	10.00	8.80	5.40	17.52	21.25	24.88	42.00
1	1	4	3	27.55	20.88	39.00	94.00	10.50	8.80	5.70	20.72	22.52	30.80	.
1	1	4	3	21.91	22.36	18.01	96.21	12.00	10.40	9.25	18.95	23.08	28.79	.
1	1	4	4	29.92	26.00	36.00	93.62	11.00	9.50	6.00	19.35	22.44	34.38	48.67
1	1	4	4	24.10	20.02	33.00	91.71	11.50	10.40	7.41	19.17	21.22	27.64	.
1	1	4	4	22.91	25.86	24.82	90.78	11.50	9.60	6.90	18.91	23.23	30.94	.
1	1	4	4	30.85	25.00	32.00	57.59	11.00	9.90	6.70	22.09	23.79	33.56	52.00
1	1	4	4	29.46	21.98	33.00	60.00	10.50	9.20	7.50	21.82	23.39	32.17	42.00
1	1	4	4	28.05	23.65	36.00	63.93	10.50	9.50	6.80	21.00	22.21	32.70	.
1	2	1	1	17.43	23.16	19.83	99.16	10.00	9.30	7.75	15.43	18.60	22.17	.
1	2	1	1	17.70	22.41	22.00	99.55	12.00	10.80	6.05	16.11	19.84	25.73	.
1	2	1	1	18.20	21.36	20.00	99.09	12.00	10.50	6.60	16.46	21.89	26.00	.
1	2	1	1	22.00	21.64	22.50	96.50	10.00	8.40	7.45	18.52	22.48	28.09	.
1	2	1	1	18.93	18.77	14.88	100.00	10.00	8.70	7.60	17.04	20.29	24.75	.
1	2	1	1	21.86	17.81	18.00	98.57	11.00	9.30	7.30	18.29	21.53	25.21	.
1	2	1	1	21.31	21.69	18.00	96.79	11.50	10.65	8.75	17.51	20.28	26.44	.
1	2	1	1	19.58	22.82	21.00	98.10	12.00	10.70	7.10	17.62	18.78	21.86	46.00
1	2	1	1	21.91	17.12	21.00	99.03	11.00	9.80	7.05	20.10	21.55	25.80	.

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
1	2	1	1	16.71	20.49	12.00	99.50	12.00	10.00	7.75	16.11	21.20	28.00	.
1	2	1	2	17.43	20.38	10.05	99.54	9.00	8.40	8.40	16.99	20.67	26.82	.
1	2	1	2	17.70	27.33	19.00	98.21	10.00	9.00	7.20	16.76	20.62	26.35	.
1	2	1	2	18.20	22.57	27.98	92.20	12.00	8.80	6.00	19.05	22.25	28.00	.
1	2	1	2	22.00	21.98	15.00	91.82	10.00	9.00	7.75	20.21	24.38	28.90	.
1	2	1	2	21.86	23.55	14.56	97.57	9.00	8.00	7.95	17.03	21.38	26.60	.
1	2	1	2	21.31	14.17	16.00	100.00	10.00	8.10	6.83	18.79	23.23	26.13	.
1	2	1	3	17.47	19.79	15.00	99.50	11.00	10.10	7.00	16.78	24.00	27.33	.
1	2	1	3	22.72	20.00	21.00	94.58	12.10	10.20	8.65	19.68	21.40	27.06	.
1	2	1	3	23.63	18.71	30.50	96.50	11.00	10.18	7.10	20.27	24.52	27.80	.
1	2	1	3	20.10	20.72	11.96	98.56	11.00	9.70	7.05	18.86	23.00	27.84	.
1	2	1	4	21.28	20.04	23.96	97.70	13.00	11.00	6.30	19.36	20.21	26.92	.
1	2	1	4	17.72	37.11	20.42	93.77	11.50	10.16	6.90	14.07	19.82	28.75	.
1	2	1	4	19.85	22.75	20.00	96.77	12.50	10.50	7.95	18.36	24.00	29.64	.
1	2	1	4	21.53	23.41	19.37	94.14	13.00	10.60	5.75	18.84	22.37	29.21	.
1	2	1	4	20.62	23.33	20.94	98.29	10.50	9.60	7.30	18.13	20.49	28.04	.
1	2	1	4	19.68	15.96	28.00	100.00	10.00	8.90	6.85	18.54	21.55	24.95	.
1	2	1	4	20.63	17.28	22.00	98.70	11.00	10.00	7.50	19.33	20.61	27.00	.
1	2	2	1	20.37	23.62	23.00	97.12	10.00	8.60	7.60	15.15	19.67	22.18	42.00
1	2	2	1	24.52	21.81	21.00	89.81	13.00	10.50	6.40	20.44	19.86	28.54	.
1	2	2	1	19.78	22.09	21.43	98.66	10.00	8.20	7.55	17.49	21.33	26.00	.
1	2	2	1	23.21	18.56	37.95	96.43	11.50	10.00	6.65	20.34	20.50	27.84	.
1	2	2	1	21.71	20.15	18.00	96.62	12.50	10.60	7.60	17.95	21.81	24.12	.
1	2	2	1	24.96	20.59	19.00	92.31	10.00	8.60	7.20	19.61	24.76	28.06	44.50
1	2	2	1	20.73	17.10	20.00	99.05	12.00	10.50	7.70	17.95	18.67	22.97	.
1	2	2	2	24.26	21.51	22.00	94.02	12.00	10.10	7.20	19.57	22.88	27.03	40.00
1	2	2	2	24.38	25.88	23.00	85.84	12.00	10.50	6.35	18.64	22.23	27.63	54.00
1	2	2	2	23.15	17.36	17.29	94.39	10.00	9.00	7.35	20.85	24.30	29.14	.
1	2	2	3	23.23	21.35	39.36	93.98	12.50	11.70	6.60	16.80	22.68	26.84	46.00
1	2	2	3	20.66	23.76	25.00	96.43	11.50	10.80	6.80	18.30	23.41	27.71	.
1	2	2	3	25.34	22.82	20.00	86.90	11.00	9.40	6.65	20.56	21.81	28.62	.
1	2	2	3	23.21	22.53	21.70	94.81	12.00	10.60	6.85	18.03	23.88	29.17	.
1	2	2	3	21.82	21.54	26.00	96.15	10.50	9.50	6.45	20.38	19.80	30.41	39.00
1	2	2	4	25.30	21.96	36.63	86.42	10.00	8.48	6.15	20.76	23.58	30.88	.
1	2	2	4	23.00	28.41	28.19	94.27	12.00	10.44	7.90	18.67	22.23	29.09	54.00
1	2	2	4	22.62	21.21	27.00	96.00	10.50	8.60	6.85	16.82	20.30	24.53	40.40
1	2	2	4	24.09	20.26	23.00	93.50	12.00	10.67	5.20	19.77	24.19	26.58	.
1	2	3	1	27.91	18.27	26.00	79.39	11.00	9.80	7.75	25.50	23.14	29.38	44.86
1	2	3	1	22.07	24.29	26.53	93.88	10.50	8.80	7.27	18.35	22.10	27.54	52.00
1	2	3	1	27.17	26.38	37.74	91.98	9.50	8.10	6.10	20.99	24.80	31.45	42.57

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
1	2	3	1	21.87	21.84	25.00	94.81	12.00	9.70	6.10	20.45	21.77	33.89	.
1	2	3	1	22.29	23.94	23.30	94.17	10.00	8.10	6.40	19.38	20.70	25.54	42.86
1	2	3	1	24.80	18.83	24.15	93.24	14.00	12.70	7.55	21.26	25.48	30.68	.
1	2	3	1	22.33	19.94	37.00	94.17	12.00	10.70	6.05	20.53	25.39	31.83	.
1	2	3	1	23.70	22.32	25.00	91.83	9.00	8.10	7.75	19.84	22.28	25.70	.
1	2	3	1	21.32	30.19	26.85	90.74	11.50	9.60	7.55	17.88	20.00	29.69	.
1	2	3	1	22.45	18.39	30.00	95.77	8.00	7.00	6.70	19.08	21.45	24.76	.
1	2	3	2	21.07	23.59	21.63	95.67	10.00	8.40	6.65	18.57	20.99	26.40	.
1	2	3	2	21.90	19.19	38.00	95.58	12.00	11.60	7.45	19.32	20.59	24.09	40.00
1	2	3	2	25.70	20.26	35.00	85.22	12.00	10.00	6.45	20.80	25.14	29.33	40.00
1	2	3	2	21.06	18.97	23.88	98.51	10.50	9.40	6.60	18.61	20.79	26.25	.
1	2	3	2	23.16	24.17	23.00	93.81	10.00	8.60	6.55	18.75	20.31	27.15	52.00
1	2	3	3	23.62	21.08	24.31	93.06	13.00	8.70	6.40	20.17	23.70	29.71	.
1	2	3	3	23.93	21.87	27.23	97.18	12.50	11.00	8.05	20.09	23.29	28.52	51.00
1	2	3	3	24.00	15.77	36.00	94.32	11.00	10.30	7.05	20.61	22.84	26.80	.
1	2	3	4	22.14	25.47	34.50	93.80	12.50	10.90	6.90	17.33	22.11	28.27	.
1	2	3	4	22.47	20.47	22.22	97.33	12.50	11.00	7.55	20.09	24.00	26.92	42.00
1	2	3	4	25.84	23.06	27.00	79.58	12.00	11.30	6.80	20.91	24.58	29.82	.
1	2	4	1	23.32	24.30	30.00	96.41	10.80	7.70	5.50	19.24	21.63	25.73	62.00
1	2	4	1	22.64	25.19	23.33	90.48	10.50	8.90	6.40	19.24	21.45	30.82	.
1	2	4	1	29.64	23.39	25.00	59.62	12.00	8.50	6.95	21.92	24.25	32.51	.
1	2	4	1	24.09	21.72	34.00	93.16	12.50	9.60	7.95	20.82	22.26	27.59	.
1	2	4	1	22.65	22.16	31.53	94.09	11.00	9.60	6.25	19.22	21.09	28.44	.
1	2	4	1	26.18	22.37	27.00	80.30	10.50	9.60	7.15	19.19	22.82	29.44	43.33
1	2	4	1	24.25	16.01	35.44	95.15	10.00	8.80	7.15	21.21	23.92	27.04	41.33
1	2	4	1	24.06	23.99	29.00	89.16	10.50	9.00	7.30	16.82	19.52	25.57	38.00
1	2	4	1	26.38	16.98	23.00	87.79	13.50	10.20	6.60	20.73	24.97	29.27	.
1	2	4	2	22.56	25.23	23.13	94.31	12.00	10.40	6.70	19.86	22.13	26.68	45.00
1	2	4	2	20.37	20.89	18.30	98.21	13.00	11.40	7.35	18.35	20.11	26.15	.
1	2	4	2	23.52	20.45	37.00	92.67	9.50	9.00	8.05	18.56	22.11	25.40	39.33
1	2	4	2	24.02	24.01	31.00	89.74	12.50	10.60	5.70	20.21	20.95	25.25	55.33
1	2	4	2	25.39	22.06	37.38	82.04	12.30	11.00	7.80	20.16	26.24	30.91	.
1	2	4	3	26.47	28.20	43.98	85.48	11.00	8.60	5.70	25.96	21.44	29.45	53.60
1	2	4	3	26.33	17.19	24.00	85.22	9.50	8.80	7.60	22.16	24.06	29.22	.
1	2	4	3	23.76	26.90	29.00	85.15	10.00	9.10	6.55	16.58	21.50	29.12	.
1	2	4	3	24.60	21.26	19.05	88.49	9.50	8.70	6.05	20.65	24.36	31.58	40.00
1	2	4	3	23.22	22.26	22.00	92.44	11.50	9.70	7.00	19.97	22.14	28.83	42.29
1	2	4	3	21.47	28.01	30.00	92.50	12.50	11.40	8.35	16.94	21.45	26.86	.
1	2	4	3	24.91	23.04	36.00	88.44	9.00	8.60	7.30	20.53	22.28	29.20	.
1	2	4	3	23.49	23.95	32.00	91.93	12.50	11.80	7.95	18.00	19.68	26.14	.

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
1	2	4	3	24.56	22.22	41.39	87.91	11.00	9.40	7.15	18.18	21.90	29.81	.
1	2	4	3	22.31	22.53	22.03	95.34	12.00	11.00	6.60	19.83	21.70	27.65	40.00
1	2	4	4	28.53	23.85	21.00	73.66	11.40	10.00	7.99	20.34	25.68	31.79	.
1	2	4	4	25.78	24.65	41.15	83.19	9.50	8.80	7.10	19.41	23.31	30.56	52.00
1	2	4	4	23.32	14.30	30.26	97.37	11.50	10.30	6.60	20.49	22.36	26.55	.
1	2	4	4	26.78	18.04	32.00	81.12	11.00	9.80	6.12	22.78	24.40	27.18	.
2	1	1	1	22.02	20.04	23.00	96.57	13.00	10.90	7.69	16.71	20.32	22.75	.
2	1	1	1	19.66	21.57	21.00	94.06	10.00	8.80	6.68	17.03	17.82	24.30	.
2	1	1	2	18.89	18.77	9.50	100.00	10.00	8.80	7.85	17.31	20.81	23.05	.
2	1	1	2	21.57	22.03	22.00	95.59	10.50	8.40	7.75	20.35	21.05	22.88	.
2	1	1	2	19.27	23.00	20.00	98.08	12.50	9.00	8.30	16.48	21.03	25.91	.
2	1	1	3	23.57	14.85	23.00	97.76	11.00	9.70	5.65	21.70	21.87	26.46	.
2	1	1	3	18.76	21.53	25.00	99.08	13.00	11.20	5.25	17.08	23.95	29.25	.
2	1	1	3	17.22	28.79	14.10	98.68	11.50	10.80	8.25	15.56	18.67	26.19	.
2	1	1	4	19.11	14.91	25.00	100.00	12.00	10.40	8.00	18.44	20.02	23.60	.
2	1	1	4	18.81	28.13	14.66	94.29	12.00	10.50	8.50	16.63	21.58	29.17	.
2	1	1	4	20.92	22.32	19.00	97.26	11.50	10.90	6.10	19.88	20.19	26.90	.
2	1	1	4	25.83	23.03	23.00	81.77	12.00	10.80	5.80	21.05	22.29	31.25	.
2	1	2	1	22.45	18.25	24.38	95.02	10.50	9.20	7.35	20.04	22.57	27.39	.
2	1	2	1	19.14	22.65	21.00	99.54	10.00	8.30	6.40	15.87	18.98	21.80	40.00
2	1	2	1	20.17	21.59	21.00	97.22	13.50	11.99	7.85	17.48	19.29	23.29	40.00
2	1	2	1	21.59	21.83	25.00	97.18	11.00	9.50	7.65	17.31	21.57	24.80	38.00
2	1	2	1	23.18	20.74	24.31	90.83	11.50	9.00	6.90	20.14	21.38	30.15	.
2	1	2	2	19.83	22.91	32.37	96.62	11.50	9.70	7.77	17.33	18.25	23.73	.
2	1	2	2	20.33	16.26	26.82	100.00	12.00	9.63	6.90	19.13	19.38	23.29	.
2	1	2	2	23.75	16.23	25.00	92.92	10.50	8.60	7.90	20.81	23.04	25.58	.
2	1	2	2	21.05	19.61	25.00	96.21	10.50	9.00	8.10	19.54	22.24	29.37	.
2	1	2	2	22.68	28.42	19.00	89.50	11.00	9.10	8.95	18.75	21.67	33.37	.
2	1	2	2	20.84	18.17	13.36	99.57	10.50	9.00	7.40	18.75	21.42	27.29	.
2	1	2	2	20.61	18.60	13.62	97.87	9.50	8.40	6.60	19.01	21.05	26.63	.
2	1	2	2	20.03	22.59	18.50	98.00	12.00	9.40	9.45	17.60	21.69	26.43	.
2	1	2	3	24.26	18.53	25.62	94.09	13.50	11.50	7.05	20.02	25.56	29.73	.
2	1	2	3	27.21	23.54	30.00	94.89	13.00	11.80	7.50	20.11	22.85	30.70	.
2	1	2	3	20.23	20.92	26.02	97.52	12.50	11.30	7.80	18.40	21.69	32.22	38.00
2	1	2	3	21.82	24.42	31.00	95.31	11.50	10.60	6.80	19.88	24.25	30.32	40.00
2	1	2	3	24.52	17.45	30.00	91.50	12.50	10.50	6.40	21.03	24.51	26.39	39.00
2	1	2	3	22.34	23.13	28.00	96.19	10.50	9.60	6.80	19.24	20.21	25.89	.
2	1	2	4	19.71	20.51	21.53	99.52	12.50	11.40	9.05	18.08	20.45	24.49	.
2	1	2	4	20.08	24.07	29.00	97.29	12.00	11.00	6.85	18.29	21.60	28.94	.
2	1	2	4	24.71	20.26	41.38	97.13	11.50	10.30	6.80	20.29	25.52	27.78	46.67

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
2	1	2	4	27.80	21.08	28.00	72.99	12.00	10.90	5.75	19.75	23.20	31.06	.
2	1	2	4	19.11	23.15	33.00	98.59	11.00	9.70	6.40	17.93	21.50	27.50	41.00
2	1	2	4	19.88	26.59	16.82	96.82	12.00	10.80	6.70	17.56	23.38	29.30	.
2	1	2	4	24.86	22.46	35.29	94.96	10.00	9.20	6.55	20.23	24.95	29.10	49.33
2	1	2	4	22.48	16.40	19.81	97.64	12.80	11.13	7.15	20.60	22.48	27.86	.
2	1	2	4	28.52	21.52	30.00	63.26	12.00	10.80	7.00	20.06	22.57	30.74	.
2	1	3	1	20.61	20.60	27.50	98.50	10.00	8.80	7.05	18.74	18.06	25.93	.
2	1	3	1	20.45	24.48	27.00	96.12	12.00	10.11	7.80	17.30	20.97	29.06	.
2	1	3	1	24.71	22.10	24.67	83.70	10.00	9.00	6.45	20.37	25.04	31.89	.
2	1	3	1	20.72	22.16	29.95	96.77	11.00	9.60	5.65	18.53	19.69	23.48	47.33
2	1	3	1	22.69	22.21	28.00	94.00	12.00	11.90	7.30	20.10	21.22	27.22	40.50
2	1	3	1	23.84	17.90	25.49	93.63	12.00	10.60	7.95	21.19	22.83	29.08	.
2	1	3	1	24.95	20.57	35.00	90.50	10.50	8.80	6.15	19.72	23.43	26.67	40.50
2	1	3	1	23.90	22.77	34.00	90.50	12.00	10.20	6.05	19.24	22.44	27.23	.
2	1	3	2	19.50	22.82	20.82	96.33	11.30	10.30	7.10	17.38	19.93	24.51	.
2	1	3	2	18.83	22.50	22.00	97.50	11.00	9.70	6.85	16.86	20.36	25.56	.
2	1	3	2	24.31	23.61	23.00	90.37	9.50	8.50	6.79	18.55	21.30	28.72	54.00
2	1	3	2	27.63	21.66	24.00	74.31	9.00	8.20	6.78	20.52	24.32	31.11	.
2	1	3	2	23.51	23.78	31.25	86.46	12.00	11.00	7.00	18.82	24.25	29.53	.
2	1	3	2	24.03	22.14	39.00	89.90	10.00	8.80	7.69	20.46	26.20	27.27	52.00
2	1	3	2	21.61	24.23	21.67	94.09	10.00	8.60	6.65	18.06	21.64	29.05	.
2	1	3	2	21.47	25.35	36.29	95.56	10.50	9.10	7.45	17.43	19.53	26.76	.
2	1	3	2	25.66	22.17	22.00	87.00	10.00	9.00	7.90	20.00	24.17	26.31	46.00
2	1	3	2	21.39	17.84	20.90	98.51	10.00	8.40	6.65	18.04	20.80	26.71	.
2	1	3	3	23.26	26.06	28.91	93.84	13.00	10.40	6.63	19.73	22.17	27.64	59.33
2	1	3	3	22.26	21.93	39.74	96.15	12.50	10.70	7.00	20.50	20.31	24.71	52.00
2	1	3	3	22.82	21.07	20.00	95.22	11.00	10.20	5.25	20.08	23.43	30.21	45.33
2	1	3	3	28.17	19.69	19.00	71.86	11.20	10.00	6.45	22.38	24.54	31.04	42.00
2	1	3	3	27.55	19.50	33.83	84.36	12.50	11.40	5.55	20.76	25.38	29.34	49.33
2	1	3	3	23.68	20.46	22.00	91.78	13.50	10.20	5.60	19.58	23.51	25.88	.
2	1	3	3	23.19	21.51	37.74	94.16	12.50	11.80	7.35	18.85	21.83	28.16	.
2	1	3	3	24.33	25.18	39.50	94.00	11.50	10.80	6.25	19.93	23.51	29.39	.
2	1	3	3	24.55	22.68	38.00	87.00	10.50	8.70	5.58	20.84	23.69	28.16	.
2	1	3	4	22.30	22.17	26.44	92.79	10.00	8.90	7.00	19.59	20.76	28.65	.
2	1	3	4	23.70	24.04	32.27	91.24	10.20	8.98	6.90	19.21	23.16	27.88	42.00
2	1	3	4	26.81	18.14	21.00	90.00	11.00	9.70	6.30	22.14	25.61	29.04	48.00
2	1	3	4	25.89	19.15	40.00	90.68	13.00	11.70	5.85	21.76	23.97	28.48	44.00
2	1	3	4	25.07	16.99	22.00	92.14	12.50	11.80	5.90	20.78	23.59	28.07	.
2	1	3	4	23.29	19.08	43.75	95.19	11.50	9.50	6.05	19.48	24.55	26.55	38.00
2	1	3	4	28.77	31.46	23.00	59.57	11.00	9.00	7.05	19.17	26.78	34.80	42.40

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
2	1	4	1	25.47	28.52	25.00	83.65	11.00	9.50	7.45	20.47	24.41	29.50	45.67
2	1	4	1	23.99	25.97	43.89	89.14	10.00	9.00	6.05	17.89	21.34	29.40	.
2	1	4	1	28.87	22.01	22.00	66.80	10.00	8.40	6.80	21.64	22.80	30.85	46.00
2	1	4	1	22.90	21.14	43.80	95.45	13.00	12.00	5.80	19.62	21.21	25.77	.
2	1	4	2	26.94	24.16	33.00	79.60	10.00	8.60	6.50	20.24	23.56	30.09	.
2	1	4	2	22.89	22.57	31.00	94.95	9.50	8.20	7.45	18.93	19.18	24.34	48.67
2	1	4	2	22.04	29.92	30.00	93.59	14.50	12.90	5.20	16.74	18.42	25.48	54.00
2	1	4	3	25.84	28.80	40.00	83.56	12.50	10.00	6.20	18.77	22.21	28.89	46.00
2	1	4	3	25.32	23.86	35.00	85.59	12.00	10.30	6.15	18.33	22.08	28.88	52.00
2	1	4	3	24.26	20.94	37.00	93.75	9.00	7.90	5.35	19.85	21.40	27.08	42.00
2	1	4	3	31.15	29.34	21.00	57.44	10.00	8.50	6.75	21.36	23.77	36.03	52.00
2	1	4	3	26.58	20.66	31.00	83.64	11.00	10.00	6.95	20.00	22.19	27.88	54.00
2	1	4	3	27.53	24.53	40.00	79.56	12.00	11.20	8.25	20.18	24.20	31.15	58.00
2	1	4	4	29.17	20.79	37.00	64.76	9.50	8.00	6.65	22.00	23.77	31.33	47.50
2	1	4	4	23.39	23.27	22.00	90.50	12.00	11.30	6.05	18.74	20.62	27.02	39.00
2	1	4	4	31.03	23.52	32.00	49.62	10.50	9.70	5.95	21.63	25.83	34.66	52.67
2	1	4	4	24.56	21.82	40.00	90.54	11.00	9.50	6.70	19.56	23.06	27.37	45.33
2	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	2	1	2	18.93	20.30	20.00	96.50	12.50	11.50	9.00	19.39	23.17	28.25	.
2	2	1	2	19.58	18.36	16.59	98.54	9.50	8.90	7.35	19.12	21.75	26.94	.
2	2	1	2	21.91	17.76	18.00	100.00	13.00	12.00	7.95	17.24	23.44	27.67	.
2	2	1	2	16.71	23.85	22.00	97.04	11.00	9.50	7.24	16.55	18.37	22.95	.
2	2	1	3	20.84	18.64	22.00	97.13	9.50	7.80	6.90	18.92	24.18	31.00	.
2	2	1	3	21.34	24.65	21.00	96.79	12.00	10.80	6.65	19.22	20.25	23.93	.
2	2	1	3	19.91	14.51	23.50	97.50	8.50	7.00	6.95	16.81	20.71	27.19	.
2	2	1	3	20.89	21.75	18.93	100.00	11.00	9.80	6.75	19.84	22.35	24.31	.
2	2	1	3	23.37	22.57	30.00	93.22	12.50	10.60	9.00	19.79	25.50	28.52	.
2	2	1	3	21.53	20.63	16.00	96.62	10.00	8.80	6.65	19.05	22.85	33.37	38.00
2	2	1	4	20.60	23.56	17.00	97.06	12.00	10.00	7.05	19.04	19.53	29.03	.
2	2	1	4	21.24	28.92	22.71	92.75	12.50	11.00	6.80	17.80	21.55	29.74	.
2	2	1	4	21.00	25.53	22.00	95.93	11.50	10.00	6.55	17.03	19.14	26.96	.
2	2	2	1	20.77	21.44	35.29	98.04	11.00	10.70	6.70	17.96	19.94	25.00	.
2	2	2	1	22.75	23.54	28.24	93.33	12.50	10.00	7.90	19.30	23.46	28.50	.
2	2	2	1	22.63	19.38	18.00	97.08	10.00	8.20	6.10	18.92	22.71	24.92	46.00
2	2	2	2	20.17	22.17	10.22	92.44	11.50	10.00	6.95	19.40	19.00	27.22	.
2	2	2	2	19.20	25.51	21.00	97.75	12.50	11.10	6.55	15.37	17.17	23.48	.
2	2	2	2	22.28	21.34	27.91	96.28	11.00	10.46	7.00	20.38	20.94	25.83	62.00
2	2	2	2	21.69	20.91	28.81	97.12	10.50	9.80	7.40	19.05	21.18	25.00	43.33
2	2	2	2	22.11	23.28	35.00	93.22	14.00	12.00	7.40	18.29	20.45	26.27	.
2	2	2	2	21.37	15.02	22.50	100.00	11.50	9.50	6.50	20.01	23.68	26.59	.

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
2	2	2	2	18.39	20.03	24.00	99.55	9.50	8.60	6.70	17.24	21.05	24.19	44.00
2	2	2	3	22.20	25.97	26.53	89.80	10.00	8.10	5.45	18.91	22.63	29.79	.
2	2	2	3	22.83	24.98	28.00	92.95	10.00	8.40	6.65	17.07	21.69	27.90	.
2	2	2	3	20.09	18.56	20.54	100.00	12.50	11.20	7.05	18.18	21.14	25.40	.
2	2	2	3	20.18	23.90	32.88	99.09	10.50	9.60	6.45	16.36	20.50	25.69	.
2	2	2	3	22.63	23.48	21.36	92.73	11.00	9.68	6.45	18.70	22.67	30.26	.
2	2	2	4	22.36	17.04	15.57	93.85	10.00	8.10	7.80	20.41	21.88	28.95	.
2	2	2	4	22.62	17.02	26.00	96.98	12.50	11.20	7.90	20.06	22.52	24.50	.
2	2	2	4	22.45	27.09	32.00	93.72	11.00	9.80	6.70	17.54	21.09	28.84	.
2	2	2	4	23.68	22.95	34.16	89.71	10.50	8.80	5.65	20.03	23.43	29.28	.
2	2	2	4	22.20	22.01	31.20	95.60	12.00	11.10	6.25	19.07	21.83	27.36	39.00
2	2	2	4	23.10	20.44	24.00	92.82	11.00	9.50	6.10	18.28	22.37	26.91	.
2	2	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	2	3	2	21.76	18.91	30.00	97.21	11.50	10.10	6.85	19.69	22.46	26.26	.
2	2	3	2	25.05	17.37	25.45	90.63	10.00	8.80	7.45	21.61	24.42	30.21	.
2	2	3	2	25.72	27.22	19.00	82.18	11.00	9.20	7.75	18.88	23.89	29.21	54.67
2	2	3	2	25.31	20.27	37.00	95.24	12.00	9.90	6.40	21.84	23.77	27.49	47.50
2	2	3	2	18.85	17.73	13.86	99.50	13.00	11.40	6.35	17.07	19.33	24.36	.
2	2	3	3	23.35	19.11	28.95	92.98	10.00	8.30	7.05	20.41	22.93	28.27	.
2	2	3	3	19.43	23.21	18.00	98.09	9.50	8.70	7.47	17.12	23.25	27.91	.
2	2	3	3	25.13	21.61	41.18	88.73	12.00	10.60	5.90	19.63	24.30	29.31	.
2	2	3	3	22.06	30.76	21.83	89.68	11.50	10.20	5.15	18.78	20.50	27.35	43.38
2	2	3	3	23.92	21.90	24.00	90.15	10.50	9.50	6.15	19.41	20.29	27.08	.
2	2	3	3	23.88	22.50	29.21	90.59	12.00	9.60	6.15	19.27	23.63	30.34	.
2	2	3	3	24.24	21.91	41.75	94.17	11.50	10.00	7.15	19.19	23.17	27.47	45.33
2	2	3	4	21.03	24.29	16.10	95.12	12.00	10.30	6.60	17.70	21.61	30.48	.
2	2	3	4	26.92	20.71	35.00	77.15	11.50	10.50	6.00	21.03	25.14	30.97	.
2	2	3	4	27.17	18.23	25.00	80.84	12.50	10.18	5.50	21.84	24.31	28.97	.
2	2	3	4	24.09	16.65	46.50	97.50	11.00	9.90	7.95	20.89	22.04	27.12	.
2	2	3	4	20.67	36.55	23.28	89.31	10.80	9.40	7.40	15.86	23.21	27.97	42.17
2	2	3	4	20.93	24.61	29.35	97.51	10.50	8.60	6.55	17.76	20.38	26.68	.
2	2	3	4	22.79	29.94	39.69	93.39	12.50	11.00	5.70	17.98	24.64	25.96	43.40
2	2	4	1	24.00	31.26	40.30	89.55	13.00	11.00	7.35	18.86	20.94	27.65	54.67
2	2	4	2	24.64	22.31	25.00	87.88	11.00	10.50	5.70	19.64	21.65	27.00	39.33
2	2	4	2	26.68	21.02	16.00	80.38	12.50	11.10	6.15	20.00	23.22	28.28	52.00
2	2	4	2	23.98	22.15	25.00	91.50	15.00	10.80	8.85	18.63	22.03	28.62	.
2	2	4	2	24.78	20.01	34.00	89.75	12.50	10.70	6.50	19.69	23.66	26.01	36.50
2	2	4	2	26.09	14.74	32.00	94.63	10.50	9.00	5.95	23.27	23.47	27.75	.
2	2	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	2	4	4	25.80	21.21	38.31	86.57	8.00	7.00	5.78	22.00	22.91	30.73	52.00

Loc	Sex	Eda	Col	DF	CVDF	PM	IC	LMA	LMD	NR	DSM	DPM	DMC	DMF
2	2	4	4	23.63	20.93	22.91	94.71	10.40	9.00	6.00	20.11	23.63	28.19	42.40
2	2	4	4	24.12	25.47	27.00	85.46	12.00	9.50	6.90	18.49	20.70	28.12	.
2	2	4	4	27.01	28.40	25.00	84.03	11.50	10.60	5.95	20.22	23.07	28.81	55.75
2	2	4	4	24.21	18.27	32.00	94.34	10.50	9.60	6.05	20.59	23.72	25.16	.
2	2	4	4	23.29	19.48	43.46	94.09	11.50	10.50	6.80	18.75	21.74	26.70	.

CODIFICACIONES

LOCALIDAD	SEXO
1.-Catacora	1.-Macho
2.-Pairumani Grande	2.-Hembra
EDADES	COLORES BASICOS
1.-Dientes de Leche (DL)	1.-Blanco
2.-Dos Dientes (2D)	2.- Beige o Light fawn (LF)
3.-Cuatro Dientes (4D)	3.-Café
4.-Boca Llena (BLL)	4.-Negro

Procedimientoy formulación de datos en el programa (SAS)

PROC GLM;

CLASS loc sex eda col;

MODEL DF = loc sex eda col loc*sex loc*eda loc*col sex*eda sex*col eda*col sex*eda*col/SS3;

MEANS loc sex eda col loc*sex loc*eda loc*col sex*eda sex*col eda*col sex*eda*col/duncan tukey;

MEANS loc sex eda col;

LSMEANS loc sex eda col loc*sex loc*eda loc*col sex*eda sex*col eda*col sex*eda*col/pdiffstder;

run;