

20/20



Firmado electrónicamente por:  
**MARITZA LUCIA  
VACA CARDENAS**



20/20

**LUIS  
EDUARDO  
HIDALGO  
ALMEIDA**

Firmado digitalmente por: LUIS  
EDUARDO HIDALGO ALMEIDA  
DN: cn=LUIS EDUARDO HIDALGO  
ALMEIDA, gn=LUIS EDUARDO  
HIDALGO ALMEIDA, o=Ecuador, |c=EC  
o=Escuela Superior Politécnica del  
Chimborazo ou=Carerra en Ingenieria  
Zootecnica e=L\_hidalgo@esPOCH.edu.ec  
Motivo: Soy el autor de este documento.  
Ubicación:  
Fecha: 2020-08-12 20:07:05:00

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**"SISTEMAS BIODEGRADABLES EN EL LAVADO  
ECOLÓGICO DE FIBRA DE ALPACA"**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Tipo: Proyecto de Investigación

**WILSON  
VITALIANO  
ONATE  
VITERI**

Firmado digitalmente por: WILSON  
VITALIANO ONATE VITERI  
DN: cn=WILSON VITALIANO  
ONATE VITERI, c=EC, o=SECURITY  
DATA S.A., 1 ou=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE  
INFORMACION  
Motivo: Soy el autor de este  
documento.  
Ubicación: Riobamba  
Fecha: 2020-12-01 16:02:05:00

Presentado para optar el grado académico de:  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: SANTIAGO DAVID CÁCERES JIMÉNEZ**  
**DIRECTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA. PhD**

**Riobamba – Ecuador**

**2020**

© 2020, Santiago David Cáceres Jiménez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **Santiago David Cáceres Jiménez**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.


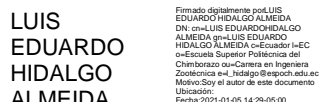

Riobamba, 14 de diciembre del 2020.

**Santiago David Cáceres Jiménez**

**CI:060424645-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Trabajo Investigación Bibliográfico **"SISTEMAS BIODEGRADABLES EN EL LAVADO ECOLÓGICO DE FIBRA DE ALPACA"**, realizado por el señor: **SANTIAGO DAVID CÁCERES JIMÉNEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Guido Gonzalo Brito Zuñiga <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 GUIDO GONZALO BRITO ZUÑIGA - 0601526098 Firmado digitalmente por GUIDO GONZALO BRITO ZUÑIGA - 0601526098 Fecha: 2021.01.07 11:00:48 -05'00'	14-12-2020
Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, Ph.D. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA Firmado digitalmente por LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA DN: cn=LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, o=LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA, ou=Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ou=Carrera en Ingeniería Zootécnica, e=Luis Eduardo Hidalgo Almeida, c=EC Motivo: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2021-01-05 14:29-05:00	14-12-2020
Ing.MC: Maritza Lucia Vaca Cárdenas <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	 MARITZA LUCIA VACA CARDENAS Firmado digitalmente por MARITZA LUCIA VACA CARDENAS Fecha: 2021.01.07 12:02:40 -05'00'	14-12-2020

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPITULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. La alpaca .....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1. Origen .....</i>	<i>4</i>
<b>1.2. Razas de alpacas.....</b>	<b>5</b>
<i>1.2.1. Alpaca Huacaya.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2. Alpaca Suri .....</i>	<i>5</i>
<b>1.3. Importancia de los camélidos sudamericanos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Fibra de alpaca .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5. Estructura de la fibra de alpaca.....</b>	<b>7</b>
<i>1.5.1. Cutícula.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2. Corteza .....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.3. Médula .....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.4. Características de la fibra de alpaca.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.5. Propiedades físicas de la fibra de alpaca.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.5.1. Diámetro.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.5.2. Longitud de la mecha.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.5.3. Resistencia o tenacidad.....</i>	<i>11</i>
<i>1.5.5.4. Lustre o brillo.....</i>	<i>11</i>
<i>1.5.5.5. Suavidad o tacto .....</i>	<i>11</i>
<i>1.5.6. Propiedad térmica, durabilidad y color de la fibra de alpaca.....</i>	<i>12</i>
<i>1.5.7. Propiedades químicas de la fibra de alpaca.....</i>	<i>12</i>
<b>1.6. Clasificación de la fibra de alpaca.....</b>	<b>13</b>
<b>1.7. Procesamiento de la fibra de alpaca .....</b>	<b>15</b>
<b>1.8. Producción de la fibra de alpaca .....</b>	<b>18</b>
<b>1.9. Comercialización de la fibra de alpaca.....</b>	<b>19</b>

110.	Aprovechamiento de la fibra de alpaca .....	20
111.	Lavado de la fibra de alpaca.....	20
112.	Sistemas biodegradables de lavado de fibrade alpaca .....	21
1.12.1.	<i>Cloruro de sodio (sal común)</i> .....	21
1.12.2.	<i>Bicarbonato de Sodio</i> .....	22
1.12.3.	<i>Hidróxido de calcio</i> .....	22
1.12.4.	<i>Detergentes Biodegradables</i> .....	23

## CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	24
21.	Búsqueda de información .....	24
22.	Criterios de selección.....	24
23.	Métodos para sistematización de la información.....	24

## CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
31.	Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para ellavado ecológico.....	26
3.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i> .....	27
3.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i> .....	29
3.1.3.	<i>Solidez a la luz</i> .....	32
3.1.4.	<i>Diámetro de la fibra</i> .....	34
32.	Evaluación de las características sensoriales de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico .....	37
3.2.1.	<i>Color</i> .....	37
3.2.2.	<i>Textura</i> .....	39
33.	Evaluación económica.....	41
	CONCLUSIONES .....	43
	RECOMENDACIONES .....	44
	BIBLIOGRAFÍA	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Clasificación de la fibra de alpaca por su color .....	15
<b>Tabla 2-1:</b> Categorías que presentan los vellones .....	16
<b>Tabla 1-3:</b> Evaluación de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	28
<b>Tabla 2-3:</b> Evaluación del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	30
<b>Tabla 3-3:</b> Evaluación del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	32
<b>Tabla 4-3:</b> Evaluación del diámetro de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico .....	35
<b>Tabla 5-3:</b> Evaluación del color de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico .....	37
<b>Tabla 6-3:</b> Evaluación de la textura de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b> Estructura de la fibra de alpaca .....	7
---	---



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico .....	28
<b>Gráfico 2-3:</b>	Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico .....	30
<b>Gráfico 3-3:</b>	Solidez a la luz de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	33
<b>Gráfico 4-3:</b>	Diámetro de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	35
<b>Gráfico 5-3:</b>	Color de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	38
<b>Gráfico 6-3:</b>	Textura de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.....	40

## RESUMEN

El presente proyecto de revisión bibliográfica, tuvo como objetivo la aplicación de sistemas biodegradables en el lavado ecológico de fibra de alpaca. La búsqueda de información para la investigación tuvo sustento en bases de datos bibliográfica como SciELO, Scopus, Academia.edu, E-libro, tesis experimentales y artículos científicos. Las variables consultadas fueron: resistencia a la tensión (N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (%), solidez a la luz (puntos), Diámetro de la fibra (µm), color (puntos) y textura (puntos). Los análisis físicos de la fibra, reportaron los resultados más altos de tensión (2663.33 N/cm<sup>2</sup>), al utilizar Bicarbonato de sodio más sal en grano y detergente biodegradable, la mejor elongación (76,67%) al aplicar Detergente biodegradable más bicarbonato así como la solidez a la luz (4,50 puntos) por efecto del Detergente, el diámetro de la fibra (23,73 µm) obtuvo la mejor respuesta al emplear Detergente biodegradable. En la evaluación sensorial se aprecia las ponderaciones más altas de color (4.80 puntos) y textura (4.60 puntos) correspondientes a los análisis de la fibra, con Bicarbonato más sal en grano y detergente biodegradable. Al igual que para la evaluación económica ya que la mayor rentabilidad (1.36) se alcanza al aplicar Detergente biodegradable + Bicarbonato de sodio y sal en grano, es decir, que se obtiene una utilidad de 36%. Por lo que se concluye que para el tratamiento (Bicarbonato de sodio más sal en grano y detergente biodegradable), se logró obtener un lavado de calidad.

**PALABRAS CLAVES :** <ZOOTECNIA> <SISTEMAS BIODEGRADABLES> <LAVADO ECOLÓGICO> <FIBRA DE ALPACA> <BICARBONATO DE SODIO> < SAL EN GRANO> <DETERGENTE BIODEGRADABLE> <SOLIDEZ A LA LUZ> <DIÁMETRO DE LA FIBRA> <TEXTURA>



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS**



0429-DBRAI-UPT-2020

## ABSTRACT

This project of bibliographic review aimed at the application of biodegradable systems in the ecological washing of alpaca fiber. The search for information for research was supported by bibliographic databases such as SciELO, Scopus, Academia.edu, E-book, doctoral theses and scientific articles. The variables consulted were: tensile strength (N/cm<sup>2</sup>), percentage of elongation (%), fastness to light (points), fiber diameter ( $\mu\text{m}$ ), color (points) and texture (points). The physical analyzes of the fiber, reported the highest tension results (2663.33 N/cm<sup>2</sup>) when using sodium bicarbonate plus salt in grain and biodegradable detergent; the best elongation (76.67%) when applying biodegradable detergent plus bicarbonate as well as the fastness to light (4.50 points) due to the effect of the detergent; the fiber diameter (23.73  $\mu\text{m}$ ) obtained the best response when using biodegradable detergent. In the sensory evaluation, the highest weightings of color (4.80 points) and texture (4.60 points) corresponding to the fiber analysis can be seen, with bicarbonate plus salt in grain and biodegradable detergent. As for the economic evaluation, since the highest profitability (1.36) is achieved by applying biodegradable detergent plus bicarbonate and salt, that is, a profit of 36% is obtained. Therefore, it is concluded that using the treatment with sodium bicarbonate plus grain salt and biodegradable detergent, it was possible to obtain a quality wash.

**KEY WORDS:** <ANIMAL SCIENCE> <BIODEGRADABLE SYSTEMS> <ECOLOGICAL WASHING> <ALPACA FIBER> <SODIUM BICARBONATE> <GRAIN SALT> <BIODEGRADABLE DETERGENT> <FASTNESS TO LIGHT> <FIBER DIAMETER> <TEXTURE>

TRADUCIDO POR:

GLORIA ISABEL  
ESCUDERO  
OROZCO

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL  
ESCUDERO OROZCO  
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO  
OROZCO, o=EC, ou=SECURITY DATA S.A. 1  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE  
INFORMACION  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2020-11-30 07:54-10:00

Dra. Isabel Escudero  
DOCENTE DE INGLES FCP

## INTRODUCCIÓN

La Alpaca, es considerada un animal multiproductivo, pues es capaz de proporcionar fibra, carne, piel, estiércol (abono) y trabajo, fué domesticada por el hombre desde la más remota antigüedad, desde entonces fue utilizada particularmente por la fibra que es considerada el producto estrella, (Carminedo, 2017, p. 21).

La crianza de Alpacas representa una actividad principal e importante fuente de alimentos e ingresos para numerosas familias que se dedican a ella en la sierra del país. Para otras es una actividad generadora de ingresos complementaria a la agricultura, surten a la industria textil, fibras de gran versatilidad considerándola como una fibra especial y por esta condición una vez transformadas se destinan a la confección de artículos de lujo, (Garrido, 2016, p. 27),

Es característica de la fibra de alpaca sus colores naturales uniformes como son el negro, camel, castaño, color marrón oscuro y una variedad de grises oscuros hasta plata. Suele utilizarse en ropa con tejido de punto, pero también puede encontrarse en chales o tapices. Su poco peso y su capacidad aislante hacen que, cada vez más, se utilice en la creación de ropa deportiva para el uso al aire libre, (FAO, 2005, p. 1).

En el presente trabajo se comparara diferentes investigaciones sobre los sistemas biodegradables en el lavado ecológico de fibra de alpaca, teniendo en cuenta que esta actividad es la primera transformación de la fibra, ya que su aspecto cambia totalmente y además se agrega detergente biodegradable, que al ser un producto que no altera el equilibrio del ambiente se considera un proceso ecológico, este tipo de detergente tiene la ventaja de ser amigable con el medio, puesto que fácilmente se elimina de los residuos líquidos, (Sacchero, 2005, p. 28).

Al no utilizarse detergente biodegradable, se produce eutrofización y consigo la excesiva espuma proveniente de los baños de lavado, que genera capas en la superficie del agua acumulando sedimentos que impiden que el oxígeno atmosférico se diluya en el agua, y de esta manera la dificultad natural de degradación, siendo perjudicial tanto para la vida acuática como para la agricultura con una notoria deficiencia en el crecimiento de cultivos, (Shumyko, 2007, p.87)

El problema es que los artesanos que extraen el pelaje, venden sus fibras a un costo ínfimo o menos al precio al que debería de venderse al igual que sus productos, los cuales después son revendidos en el extranjero a por lo menos 4 ó 5 veces su precio original y se pierde la posibilidad de haber obtenido lo necesario como para que se sustente la crianza de estos animales.

Otra problemática, es debido a que los tops se cotizan por kilos, entonces los artesanos mojan la fibra o la ensucian con la finalidad de ganar más aumentándoles el peso, esto ocasiona que se estén perdiendo fibras finas para la elaboración de los tejidos de las prendas, lo cual implica menos textiles de calidad que pueden ser exportadas, (FAO, 2005, p. 1).

El inconveniente principal que afectan los precios es la variabilidad de la fibra que presenta una mezcla de fibras finas y gruesas que hace trabajoso el peinado en las industrias causando problemas, lo que provoca que el precio al productor (extractor de la fibra) sea menor, haciendo también que el precio final para el consumidor sea caro, (SNAP, 2010, p. 1).

Otro factor resaltante es que las empresas hasta el momento han priorizado la compra de la fibra por volumen, no por calidad, esto implica un alto costo, y así los productores no tienen mayores incentivos para mejorar su caravana, ya que solo les importará ofrecer cantidad y no calidad, (FAO, 2005, p. 1).

La fibra de alpaca recién esquilada suele presentarse muy sucia por lo que, antes de proseguir con su elaboración, es preciso limpiarla convenientemente para lo cual es necesario conocer los diferentes sistemas de lavado y que ellos sean amigables con el ambiente. A fin de ahorrar el costo del flete de las impurezas, se les suele someter a un lavado previo, y luego ya en la fábrica un lavado más profundo que contemplará el retiro de material vegetal, grasa y una parte pequeña de polvo y suciedad residual. Por los criterios presentados anteriormente el objetivo general planteado fue valorar diversos sistemas biodegradables en el lavado ecológico de fibra de alpaca.

Como objetivos específicos, se propusieron:

- Conocer los diferentes sistemas de lavado que han sido utilizados especialmente con cloruro de sodio (sal común), bicarbonato de sodio en combinación con detergente biodegradable, para el lavado de fibra de alpaca, Comparar los resultados de diversas fuentes bibliográficas referentes a la calidad de la fibra de alpaca lavada, por medio de las pruebas físicas y sensoriales, para cotejarlas con las normas de calidad de la de los organismos reguladores, Validar el aspecto económico de la aplicación de los sistemas de lavado por medio de la comparación de la relación beneficio costo para determinar la factibilidad de la aplicación en fibras de alpaca.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. La alpaca

La crianza de alpacas constituye una actividad económica de gran importancia para un vasto sector de la población alto andina, principalmente de Perú y Bolivia, en menor grado de Chile, Ecuador Argentina. La alpaca es una de las cuatro especies de camélidos sudamericanos (CSA) junto a la llama, la vicuña y el guanaco, no encontrándose en Ecuador la última mencionada. La alpaca es un animal doméstico de gran importancia para las poblaciones alto andinas, por su gran contribución en aspectos culturales, sociales y sobre todo económicos, (Carminedo, 2017, p.57).

Se trata de una especie que en Sudamérica se desarrolla en lugares localizados en las zonas altas de las cumbres y cerros, así como en laderas y partes húmedas, que son regidas por condiciones climáticas adversas, donde la principal fuente de alimento son las gramíneas y hierbas que para la alimentación de otras especies zootécnicas sería casi imposible su aprovechamiento. La Alpaca no requiere de una alta inversión económica inicial ni de una infraestructura muy exigente, es un símbolo cultural ancestral y permite la conservación de los páramos, lo que favorece su aceptación por parte de los productores en las comunidades indígenas, (Garrido, 2016, p.29).

La alpaca es una especie de camélido doméstico pequeño con ciertas semejanzas a su antecesor, la vicuña, (FAO, 2005, p. 34).

En la actualidad la alpaca presenta dos fenotipos denominados Huacaya y Suri, la variedad Huacaya se caracteriza por ser la más abundante y por presentar una cobertura total del cuerpo con fibras densas que cubren las extremidades, y cara, en cuanto a la disposición de la fibra, esta se presenta de forma rizada y corta, dando una apariencia esponjosa, (Bertamini, 2017, p.27).

En el caso de la variedad Suri, las fibras son de aspecto sedoso, lacio y de mayor crecimiento en largo, y por su estructura, cae desde la línea media a ambos lados del cuerpo. La tonalidad de la capa de la alpaca es más uniforme que el de la llama ya que es una especie que ha sido seleccionada artificialmente por su alto valor de la fibra. En cuanto a colores son variados desde

blanco, negro y café, presentando muchas tonalidades intermedias. En las explotaciones se busca un color uniforme y por tal motivo se ha venido realizando una selección de estos animales para evitar animales polícromos, destacando así la preferencia por el color blanco, la alpaca, conocido por su fino y abultado vellón, que ofrece el más extenso rango de tonos naturales; y el Suri conocido por su larga, ondulada, brillante y sedosa fibra, (León, 2008, p. 72).

La selección que se ha realizado a la alpaca ha permitido que las cualidades de finura de su fibra sean semejantes a la calidad de fibra de la vicuña, animal considerado con la mejor calidad de fibra animal del mundo, cuando ocurrió la domesticación de la alpaca, no se vio afectado el comportamiento social como ocurrió en la vicuña; es así que en las caravanas los machos imponen un dominio, pudiéndose mantener éstos con varias hembras, (Carminedo, 2017, p. 21).

### ***1.1.1. Origen***

Los camélidos aparecieron en América del Norte hace aproximadamente 45 millones de años a partir de la especie *Protylopus petersoni*, la cual medía alrededor de 30 cm. Se citan las tribus Camelini y Lamini, originándose esta última hace aproximadamente entre nueve y once millones de años en las praderas del oeste de América del Norte, y dentro de la cual se contemplan los camélidos sudamericanos (CSA), y que su vez evolucionaron a partir el género *Hemiauchenia*, ya extinto, hace aproximadamente diez millones de años, (León, 2008, p. 71).

La alpaca fue domesticada hace más de 7000 años por los pastores andinos, viene de un cruce entre la vicuña y el guanaco, algunas especies de este género migraron hacia América del Sur, acontecimiento que ocurrió en la transición del Plioceno al Pleistoceno hace tres millones de años el pastoreo nómada, lo cual era común en otras regiones del mundo, nunca se estableció en las zonas altas de los Andes, de tal manera que indica que los camélidos no eran una única fuente de alimento, (Elvira, 2017, p. 1).

Cabe indicar que las técnicas de captura de CSA de manera primitiva consistían en el arreo de varios animales hacia un lugar cerrado de forma natural, donde los cazadores sacrificaban a sus presas, especialmente vicuñas. Se cita que también fue utilizado el arco y flecha como herramientas para la captura, lo cual permitió el proceso de domesticación de la vicuña hace 6000-8000 años en la cuenca del lago Titicaca, y mediante la selección se llegó a la especie que hoy conocemos como alpaca, (Garrido, 2016, p. 39)

## **1.2. Razas de alpacas**

La crianza de alpacas y llamas es una actividad económica relevante para las regiones andinas, destacando la producción de fibra fundamentalmente la de alpaca que posee una alta valoración en los mercados internacionales por su fina textura. Las razas de alpacas más comunes se describen a continuación, (Jacome, 2017, p. 36).

### **1.2.1. Alpaca Huacaya**

La raza Huacaya se caracteriza por poseer abundante fibra que cubre el cuerpo, extremidades y cuello. Las patas y cara están cubiertas por fibra corta, mientras que en el resto del cuerpo ésta es más larga y rizada, dando al animal una apariencia redondeada, esponjosa y voluminosa. El crecimiento anual de la fibra es de 9 a 12 cm de longitud, (Agila, 2013, p. 1).

La fibra de la Huacaya crece en forma perpendicular al cuerpo de la alpaca, posee densidad, suavidad, lustre, rizos que le confieren un aspecto esponjoso, las mechass de fibra son más cortas y opacas en comparación con la Suri, la fibra de la raza Huacaya es similar con la lana del ovino Corriedale, (Ariela, 2012, p. 2)

### **1.2.2. Alpaca Suri**

Los ejemplares de la raza Suri tienen una apariencia angulosa. Su fibra, crece en forma paralela al cuerpo en dirección al piso, formando rulos independientes a través de todo el cuerpo, el crecimiento anual oscila entre 10,4 a 20 cm. de longitud, similar al ovino Lincoln; posee densidad, sedosidad, suavidad, y lustre mucho más notorios que en la de la Huacaya, confiriéndole un aspecto sedoso y brillante. Combina la suavidad del cashmere con el brillo y lustre de la seda, (Shumyko, 2007, p. 23)

## **1.3. Importancia de los camélidos sudamericanos**

Es importante mencionar que los camélidos sudamericanos (CSA) son asociados con dos especies domésticas, la alpaca (*Lama pacos*) y la llama (*Lama glama*), y a dos silvestres, la vicuña (*Lama vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*), ya que estas especies constituyen un gran potencial de utilización de grandes extensiones de pasturas naturales y de esta forma se aprovecha esta fuente de alimentación en las zonas más altas, donde se dificulta la agricultura y la crianza de otras especies domésticas de animales, (FAO, 2005, p. 2)



Se destaca que los camélidos sudamericanos convierten de manera eficiente la vegetación existente, en las zonas altas de los páramos andinos transformándolo en carne, fibra, pieles y cueros los cuales son utilizados en diferentes industrias textiles y artesanales. Su utilización también implica el aprovechamiento de estiércol como combustible y fertilizante para las praderas alto andinas al menos un millón y medio de personas dedican gran parte de su tiempo a la crianza de camélidos sudamericanos en dichas regiones, (Barrantes, 2018, p. 23).

Estas áreas comprenden zonas de mayor pobreza y marginalización, se estima que la producción de llamas beneficia a 37.000 – 50.000 familias de productores de escasos recursos; sin embargo, esto no es suficiente para reducir la pobreza, aunque la demanda de productos de camélidos sudamericanos va en crecimiento. Es importante indicar que los camélidos silvestres en los países andinos están protegidos por diversas leyes y normativas, tanto nacionales como internacionales por lo que se limita su explotación comercial, (INEC, 2009, p. 1).

A lo largo y ancho de todo el territorio de Ecuador se han declarado más de 40 áreas protegidas, ubicadas en diferentes zonas que van desde las Islas Galápagos, pasando por la Costa y las altas cumbres andinas, hasta la llanura amazónica. Estas zonas conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), que nace con el objetivo de conservar y manejar de manera sostenible los ecosistemas frágiles del país, (SNAP, 2010, p. 1).

#### **1.4. Fibra de alpaca**

La fibra de alpaca es muy especial ya que posee ciertas características que la hacen única como su suavidad, longitud y bajo peso específico, es el producto animal más importante obtenido de este camélido, el cual es utilizado en la elaboración de prendas textiles de alta calidad y presenta un alto potencial para su exportación, tras la introducción de la alpaca en Ecuador, actualmente existe actividad alpaquera y donde surge la necesidad de una categorización de las fibras obtenidas, (Garrido, 2016, p. 38).

Gracias a la selección para la producción de fibra de alpaca, a través de un proceso de mejoramiento practicado desde épocas precolombinas, en la actualidad contamos con dos razas de alpacas para la producción de fibra, Huacaya y Suri, existen al menos 23 tonalidades de colores de fibra de alpaca clasificadas por la industria textil, que van desde el blanco puro a tonalidades cremas, marrones, plata, grises y negras, (Barella, 2011, p. 24).

La fibra de alpaca, de naturaleza proteica, se clasifica como una fibra textil especial, hay que tomar en cuenta que las características de la fibra van a depender de factores como edad, sexo,

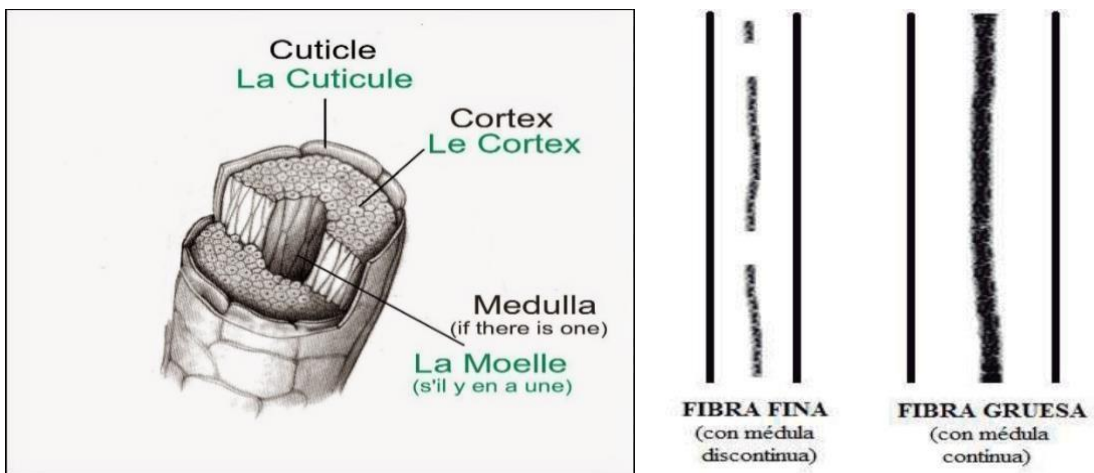
altitud y alimentación, entre otros, así como de las razas anteriormente mencionadas. La fibra de alpaca es considerada una de las fibras más lujosas y finas del mundo, no sólo por sus atributos físicos, capacidad térmica, suavidad y resistencia, sino porque es escasa en el mercado, haciéndola más exclusiva, el vellón de la alpaca está compuesto de fibras finas y gruesas, (FAO, 2005, p.26).

La fibra de menor diámetro se localiza en la zona del lomo y flancos del animal, mientras que fibras de mayor diámetro se centralizan en su mayoría en la región del pecho, extremidades y cara. Estas fibras son suaves al tacto, con un alto grado de higroscopicidad, que permite la absorción de la humedad ambiental de un porcentaje de 10-15, sin afectar su aspecto. La capacidad de mantener la temperatura corporal es una de sus características más importantes, indiferentemente de las acciones de la temperatura externa, (Agila, 2013, p. 23)

La fibra igualmente puede ser combinada entre sí para conseguir un sin número de colores naturales, puesto que es más fuerte y resistente que otras fibras animales, citándose que es tres veces más fuerte que el de la oveja. Al disminuir el diámetro la fuerza de la fibra no se ve afectada, lo cual es muy apreciado el proceso de industrialización, a pesar de su crianza en la zona alto andina donde predominan las temperaturas bajas, la alpaca ha perfeccionado un mecanismo superior de capacidad térmica con respecto a otros animales, (Quispe, 2009, p. 12).

### 1.5. Estructura de la fibra de alpaca

La fibra de alpaca, es, naturalmente, repelente al agua y difícil de encender, es de naturaleza proteica, es clasificada por la FAO como una fibra textil especial. Hay que tomar en cuenta que las características de la fibra van a depender de factores como edad, sexo, altitud y alimentación, entre otros. La estructura de la fibra de alpaca está compuesta de cutícula, corteza y médula. como podemos apreciar en la figura 1-1, (Ariela, 2012, p. 52).



**Figura 1-1.** Estructura de la fibra de alpaca.  
Fuente: (Burton, 2015 pág. 21)

La estructura de la fibra de alpaca es similar a otras fibras de origen animal, presentando así tres partes características: cutícula, corteza y médula, su estructura celular produce un tacto suave inigualado por otras fibras especializadas, (Burton, 2015, p. 21).

### **1.5.1. Cutícula**

La cutícula en la fibra de alpaca es a manera de escamas de un pescado, y una de las razones de la mejor suavidad de la fibra, constituye la parte externa de la fibra, formada por un conjunto de células fibras, las cuales se superponen unas sobre otras como las escamas de un pez en cuanto a la forma y finura. Su forma y disposición va a depender de acuerdo a la finura de la fibra. La cutícula de la fibra de alpaca está compuesta células de márgenes suaves ordenados en forma semi-coronal igual que las de la lana. En este caso, en fibras finas tendremos escamas unidas unas con otras brindando así mayor suavidad al tacto, y en cambio, las fibras más gruesas presentan escamas que se separan de sus márgenes, (Burton, 2015, p. 23).

Las escamas cuticulares de la fibra de animales jóvenes es mucho más delgadas frente a los adultos, al comparar la fibra de alpaca Suri y Hucaya, se aprecia que la fibra de la primera es suave en la capa externa de la cutícula, en contraste con la segunda de superficie áspera. Estas desigualdades observadas se explican porque la fibra de alpaca Huacaya presenta escamas con bordes más sobresalientes, (Quispe, 2009, p. 707)

### **1.5.2. Corteza**

La corteza es la parte de mayor proporción en las fibras, siempre y cuando estas no sean demasiado gruesas. Las células de la corteza representan una parte variable de toda la masa de la fibra, en proporción creciente a medida que el diámetro de la fibra disminuye, (Chavez, 2015, p. 65)

Existen fibras que sólo presentan cutícula y corteza, en éstas, las células corticales forman más del 90% de la masa de la fibra, similar al caso de las fibras finas en ovinos. En cuanto a estructura, en la corteza de las fibras rizadas, se ha encontrado dos secciones diferenciadas, las mismas que se distinguen unas de otras por sus propiedades químicas y físicas. Las células de ambas secciones corticales, se conocen como células orto y para, las mismas que originalmente se denominan células blandas y duras, respectivamente, (Abares, 2015, p. 1)

### **1.5.3. Médula**

La médula es la parte más interna de la fibra, y al ser observada en un lanómetro se puede apreciar como una marcación de color oscura de formas variables, siendo ésta más amplia e irregular a medida que la fibra aumenta en diámetro. En fibras gruesas, el 60% corresponde al total del volumen de la fibra, (Chavez, 2015, p. 16)

La fibra de alpaca que presenta una parte importante de medulación, identificada como gruesa, posee una médula continua. El porcentaje de medulación en estas fibras, puede llegar hasta un 85%, siendo este un factor muy importante a tener en cuenta en el proceso de teñido, dado que dificulta este proceso, (Agila, 2013, p. 21)

Las fibras gruesas tienen médula sólida y de gran tamaño, presentan en su forma transversal un entorno arriñonado, triangular y en algunos casos, la médula toma la forma de S o T. En términos generales, se ha notado que fibra Suri de 25 micras de diámetro, presenta mayor medulación que las fibras Huacaya de similar finura, mientras que en las fibras gruesas, las dos variedades muestran similar medulación, (Carminedo, 2017, p. 17)

### **1.5.4. Características de la fibra de alpaca**

La fibra se caracteriza por su flexibilidad y suavidad al tacto, poco inflamable e hipoalérgica. El vellón resultante puede ser de colores únicos o mezclados, presentando alta variabilidad de sus fibras en color, diámetro medio, longitud, resistencia a la tensión, elasticidad, flexibilidad, entre otras características, en cuanto al color es variado, aunque más uniforme que el de la llama, variando del blanco al negro, presentando tonalidades del marrón claro y oscuro, así como el gris plata, todos ellos como colores naturales, (Peralta, 2008, p. 23).

La producción media de vellón rinde 85% de fibra limpia, cuando se ha realizado un buen lavado presenta poca calidad afieltrante, con un diámetro promedio de 22 a 24 micras, cuyo color blanco es la mejor cotizada en el mercado, tanto la fibra de la alpaca como vicuña comparten ciertas características como la suavidad y alta resistencia a la tracción, siendo una condición importante en el proceso industrial, así como su poca capacidad de absorción de humedad ambiental con un máximo de 10 al 15 %, no afecta su apariencia, (Shumyko, 2007, p. 32).

Las prendas elaboradas con fibra de alpaca destacan por que permite mantener la temperatura corporal, gracias a que posee bolsillos microscópicos de aire en la médula, lo que permiten su uso de diferentes climas, las características principales de la fibra de alpaca son, (Peralta, 2008, p.26).

- La superficie por ser de por ser de origen natural repele el agua.
- Su superficie presenta escamas.
- Presencia de rizos naturales.
- No es inflamable.
- Mantiene el calor y a su vez actúa como aislante
- De gran resistencia y durabilidad.
- Severidad al ensuciado y es de limpieza fácil.
- Mantiene su forma y apariencia.
- Impermeabilidad natural a la lluvia de la superficie de la fibra.
- No se pudre fácilmente.

#### **1.5.5. Propiedades físicas de la fibra de alpaca**

Entre las propiedades físicas de la fibra de alpaca se encuentran el diámetro, la longitud de mecha, la resistencia o tenacidad, lustre o brillo, suavidad o tacto, propiedad térmica, durabilidad y color. A continuación, se pasará a describir cada una de estas propiedades, (Jacome, 2017, p. 16).

##### *1.5.5.1. Diámetro*

El diámetro de la fibra se refiere al grosor o finura que va determinar el uso textil dentro de la industria. De este modo, las fibras más finas presentan una mayor resistencia a la compresión y son más flexibles; además el rendimiento y velocidad de procesamiento se incrementa con la mayor finura. La suavidad, alta calidad y pesos livianos de los tejidos son también aspectos importantes que se logran con fibras finas. El diámetro de la fibra es el principal determinante del precio en el mercado mundial, (Jacome, 2017, p. 16)

##### *1.5.5.2. Longitud de la mecha*

La longitud de la fibra de alpaca es la característica que sigue en importancia a la finura y ambas determinan las propiedades manufactureras del material textil y decidir si se someterá al cardado

o peinado. En cuanto a la longitud de mecha, es muy importante dentro de la industria textil. Este factor determina a cuál sección de la industria será destinada la fibra, ya sea al peinado o cardado. El largo recomendable de mecha recomendable para la esquila es de 8 a 10 cm, la longitud de fibra adquiere su máximo valor a la primera esquila, y en esquilas posteriores tiende a descender gradualmente, (Trejo, 2006, p. 87).

#### *1.5.5.3. Resistencia o tenacidad*

Se refiere a la fuerza que posee la fibra, al ser estirada por una fuerza externa sin que esta se rompa o sufra algún daño. Se estima que la fibra debe soportar una extensión del 15 % durante todos los procesos industriales, los cuales son medidos con instrumentos especializados. Varios factores internos como externos afectan la resistencia de la fibra, como son la edad, enfermedades cutáneas, gestación, deficiencias nutricionales y factores climáticos. En general se cita que la fibra de alpaca exhiben una alta resistencia a la tracción, siendo ésta una condición importante en el proceso industrial, (Trejo, 2006, p. 87).

#### *1.5.5.4. Lustre o brillo*

Se refiere a la coloración normal que presenta la fibra, la cual está determinada por factores raciales, ambientales y nutricionales, entre otros. En el caso de las fibras blancas, se cita que deben poseer un brillo o lustro como muestra de un crecimiento normal, escaso daño ambiental y una protección natural alta proporcionada por la grasa de la misma. Como consecuencia de la refracción de la luz sobre la superficie libre de las células cuticulares de las fibras, estas ofrecen diferentes grados de brillo, fenómeno al que se le llama lustre. La alpaca tiene un brillo natural que le dan a las prendas de 100% alpaca gran apariencia visual, una de las principales diferencias entre las dos variedades de alpaca es el lustre debido a que el huacayo tiene un brillo plateado similar a las lanas gruesas mientras que el Suri tiene un lustre sedoso semejante al mohair de una cabra angora, (Bustinza, 2001, p. 28).

#### *1.5.5.5. Suavidad o tacto*

La suavidad o tacto está dado por la plasticidad y elasticidad que presente la fibra. Las alpacas criadas bajo condiciones óptimas de alimentación y limpieza presentan una suavidad mayor al tacto, siendo el resultado de la calidad en crianza por parte de los productores. Las fibras de alpaca y vicuña comparten características de suavidad, (Yaranga, 2006, p. 23)

La suavidad al tacto o “a mano” (conocido en la industria textil como “handle”) reúne en sí mismo varios atributos: confort sobre la piel (picazón), rigidez, lisura y suavidad. En relación a la suavidad de la fibra de alpaca se utiliza el término ‘prickle’ (prurito) y se aplica solo para las prendas que se usan en contacto con la piel (directa o indirectamente), y cada vez resulta más importante, (Becerra, 2012, p. 14)

#### ***1.5.6. Propiedad térmica, durabilidad y color de la fibra de alpaca***

La fibra de alpaca, actúa como un aislante térmico, y mantiene la temperatura corporal en sus niveles normales. Esta propiedad térmica es debido a que atrapa el aire en la cavidad o estructura fibrilar que posee cada una de las fibras, haciendo que las prendas en invierno sean abrigadas y en verano son frescas, (León, 2008, p. 15)

La durabilidad se refiere a la vida útil de la fibra, en este sentido, cabe destacar que la fibra de alpaca se conserva admirablemente en el tiempo, no sufriendo daños por hongos u otros microorganismos, la estructura de la alpaca hace más durable las prendas, especialmente después del proceso del lavado, la fibra de alpaca es tres veces más fuerte que el de la oveja y siete veces más caliente, (Velarde, 2008, p. 35)

La gama de colores naturales es muy amplia, existen más de veinticinco colores naturales en fibra de alpaca, tonos que van desde blancos, grises, marrones hasta llegar al negro, seleccionado manual y visual de las diferentes tonalidades. Los rebaños de alpaca han sido seleccionados a favor del color blanco por su mayor precio de venta en el mercado, dada la preferencia mostrada por la industria por su interés en el teñido con cualquier color, (Carminedo, 2017, p. 12)

#### ***1.5.7. Propiedades químicas de la fibra de alpaca***

La naturaleza ha sido magnífica con la alpaca y ha dotado a sus fibras con características que la hacen únicas, este animal posee en su vellón componentes naturales como, grasa, sales provenientes del sudor, materia vegetal, polvo, residuos epiteliales. Las propiedades químicas son las mismas que las de la lana, el contenido graso en la fibra de alpaca es de 2 al 4%, considerada baja en comparación con el contenido de grasa del ovino, que es de 15 a 20%, Al tener bajo contenido graso se caracteriza como relativamente seca es decir carente de suarda o grasa, (Pinazo, 2000, p. 34).

Los ácidos diluidos no perjudican a la fibra de alpaca, ni los ácidos orgánicos volátiles como el fórmico y el acético, los ácidos concentrados como el sulfúrico, clorhídrico, y nítrico atacan la fibra de alpaca destruyéndola. Posee gran afinidad hacia los álcalis. El efecto de degradación

depende de su concentración en iones OH<sup>-</sup>. Los álcalis fuertes como el hidróxido de sodio, en solución al 5% destruyen por completo la fibra proteica, (Barella, 2011, p. 62).

En general, la fibra de alpaca contiene mayor contenido de cistina, no obstante, en cuanto a la composición química, se han citado diferencias entre las dos variedades de este camélido. Es así que en la raza Suri encontramos en gran cantidad el aminoácido cistina; en cambio la raza Huacaya posee mayor cantidad del aminoácido arginina. Es importante tomar en cuenta la presencia de aminoácidos, ya que en el caso de la cistina contiene azufre, y le proporciona una mayor resistencia, (Bertamini, 2017, p. 1)

Con respecto a la acción del agua en la fibra menciona, que los enlaces iónicos entre los grupos terminales de aminoácidos ácidos (COO<sup>-</sup>) y básicos (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) de las cadenas laterales contribuyen, junto con los enlaces de hidrógeno, a estabilizar la estructura de la queratina seca, mientras que ambos tipos de enlace se van rompiendo a medida que la queratina absorbe agua (hasta un 34% de su peso en seco), (Barella, 2011, p. 12).

La fibra se vuelve más susceptible al daño químico en medio acuoso, debido a que las cadenas proteicas pueden ser ionizadas y atraer pequeñas moléculas de ácidos y álcalis. Las condiciones alcalinas son más dañinas que las condiciones ácidas. Dado que las fibras bien lavadas en un medio alcalino débil poseen un pH de extracto acuoso de 9 y que la temperatura no suele superior a 50°C, durante esta operación no se puede producir una alteración significativa de la fibra, (Yaranga, 2006, p. 16)

## **1.6. Clasificación de la fibra de alpaca**

La clasificación consiste en la separación de la fibra en grupos que presenten iguales características, separando partes finas de las gruesas. Para la clasificación por grupos de calidades de fibra de alpaca, se tienen en cuenta criterios de tipo subjetivo, realizado por personal calificado, que debe realizar una selección manual y visual los principales factores que se toman en cuenta en la clasificación son: raza, finura, color, longitud, suavidad y limpieza; sin clasificación, hay una mezcla de fibras de diferentes longitudes y finuras, la clasificación de la fibra de alpaca se describe a continuación, (Velarde, 2008, p. 310).

### **1.6.1. Por la finura**

La finura de la fibra está directamente relacionada con la media del diámetro de fibra (MDF), se la clasifica de acuerdo al micronaje de la fibra, su unidad de medida es el micrómetro (µm) se



puede apreciar como varía la finura de acuerdo a las diferentes zonas del cuerpo del animal, (Velarde, 2008, p. 310).

- Alpaca Baby (BL): Es la fibra más fina, con diámetros que van desde 14 a 23 micrómetros, y es obtenida generalmente de la primera esquila de animales jóvenes. Es considerada la fibra de mayor calidad y cotización en el mercado. En esta calidad, la longitud inferior a 7 cm es aceptable por provenir de animales de edad pequeña.
- Alpaca fleece (FS): Se caracteriza porque su diámetro está comprendido entre 23.1 y 26.5 micrómetros, y su longitud promedio es de 7 cm. La cantidad y calidad en el vellón de la misma depende de la edad y del trabajo genético del hato de procedencia. Se encuentra en animales tuis o adultos. Es la fibra de mayor volumen en la clasificación, y de mayor demanda en el mercado.
- Alpaca médium fleece (FSM): Se encuentran fibras con un diámetro comprendido entre 26.6 y 29 micras y una longitud fibras de 7 cm.
- Alpaca huarizo (HZ): Se incluyen fibras comprendidas en un diámetro de 29.1 a 31.5 micras y con una longitud de 7cm. La calidad de esta categoría es menor que la de las anteriores. La cantidad de este tipo de fibra aumenta si el animal no es mejorado o es muy viejo.
- Alpaca gruesa: (AG) Esta categoría, cuya nomenclatura comercial se conoce como AG, se caracteriza por presentar el mayor diámetro, mayor a 31.5 micras, y una longitud mínima promedio de 7cm. Esta calidad de fibra corresponde a las bragas del animal. Su cantidad debe de ser mínima si la alpaca es mejorada.

### ***1.6.2. Por su longitud***

La longitud de mecha y de fibra juegan un papel importante como factor de calidad, ya que estas características permiten clasificar como apta para el proceso textil en el sistema de peinado o en el cardado. La unidad de medida para la longitud de fibra es en centímetros o milímetros. En el concepto general y en la comercialización de la fibra de alpaca, el término longitud se refiere a la mecha, que es el promedio de longitud desde la base de la mecha hasta las fibras más largas, (Cordova, 2015, p. 25)

Debido a que la fibra no crece uniformemente desde que se origina en la piel, como consecuencia de varios factores, entre los cuales está la edad del animal y la raza que influyen

determinadamente; pero hay otros como el sexo, pero cuyos efectos no son significativos; y finalmente están los efectos del medio ambiente, (Bustinza, 2001, p. 21)

### 1.6.3. Por el color

La fibra de alpaca presenta una amplia gama de colores que va desde el blanco hasta el negro pasando por todas las tonalidades intermedias como vicuña, café y otras más, es seleccionado de forma visual. Existen colores básicos (blanco, beige, café, gris y negro) y tonalidades intermedias, esta variabilidad de colores naturales es la que le hace aún más atractiva a estas fibras en el mercado textil, pero que aún no son abiertamente reconocidas. Estos colores naturales han demostrado alto grado de inalterabilidad frente a los efectos de los rayos solares, por más fuertes que estos sean o por más tiempo que a ellos se expongan, en la tabla 1-1, se indica la clasificación de la fibra de alpaca por su color, (Bustinza, 2001, p. 42).

**Tabla 1-1:** Clasificación de la fibra de alpaca por su color

COLORES CLAROS	COLORES CANOSOS
B Blanco	BMC Blanco manchado claro
LFX Beige	BMO Blanco manchado oscuro
LFY Vicuña	GC Gris claro
LFZ Vicuña intenso	NM Negro manchado
CC Café claro	COLORES INDEFINIDOS
COM Café oscuro marrón	
CON Café oscuro negro	Colores de diferentes tonalidades no determinado
GP Gris plata	
GO Gris oscuro	
N Negro	

**Fuente:** (Bustinza, 2011 pág. 42)

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

## 1.7. Procesamiento de la fibra de alpaca

Para el procesamiento de la fibra de alpaca se tomarán en consideración los siguientes aspectos descritos a continuación, (Burton, 2015, p. 17):

- Acopio de la fibra de alpaca: En el acopio, la materia prima se compra en vellones de fibra de alpaca. Un vellón equivale a la fibra producida por un animal esquilado. La fibra sucia comprada sin clasificar es inspeccionada para ser separada de acuerdo a su procedencia como a su calidad
- Categorización: Para realizar esta actividad se debe contar con un lugar adecuado y de buena iluminación, con equipos y mesas, ya que los vellones son transportados a la sala de desbrague. Para la categorización el vellón es colocado en una mesa de forma extendida. Para realizar un trabajo eficiente se debe tomar en cuenta las diferentes zonas de la fibra presentes en los vellones. Para entender dicha clasificación, con respecto a las calidades superiores e inferiores, hay que atender a la definición de dichos términos, del siguiente modo: Calidades superiores: conjunto de fibras, cuyo micronaje es menor a 26,5  $\mu\text{m}$  y que no sean quebradizas. En cambio calidades inferiores esta contemplado por el conjunto de fibra, con un micronaje mayor a 26,5  $\mu\text{m}$ , como se indica en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Categorías que presentan los vellones

Categoría	Superiores (%)	Inferiores (%)	Longitud mínima de mecha (mm)	Color	Contenido mínimo de Baby (%)
Extrafina	70 o más	30 o menos	65	Entero	20
Fina	55 a 69	45 a 31	70	Entero	15
Semi fina	40 a 55	60 a 45	70	Entero	5
Gruesa	menos de 40	más de 60	70	Entero Canoso	

**Fuente:** (Burton, 2015 pág. 17).

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

- Batido: Durante este proceso se extraen materias extrañas tales como polvo, residuos vegetales y excrementos, antes de que la fibra grasienta ingrese al lavado. Debido al hecho de que la alpaca le gusta estar en el pasto, y que presenta un bajo contenido de grasa en el vellón, este puede contener una mayor cantidad de polvo. La remoción de polvo de la fibra de alpaca podría mejorar el rendimiento de lavado. En esta estación se puede aprovechar para hacer las mezclas, se realizan dependiendo las especificaciones del cliente, éstas pueden darse para crear combinaciones de colores naturales, mezclar diferentes lotes de la misma finura, o combinar grados de finura, entre otros. Las mezclas pueden variar en un rango máximo de entre 3 a 4

micrones. El batido de las fibras animales busca minimizar en la materia no lavada (así como en la lavada) la contaminación mineral y, en menor medida, la suciedad orgánica no proteica.

- **Apertura:** También denominado “escarminado”, “piquer” o “diablo”, en este proceso el vellón es despedazado con el fin de: i) facilitar su carga al lavadero, ii) abrir la materia para un eficaz y eficiente lavado; y iii) eliminar, al mismo tiempo, la mayor cantidad posible de contaminación mineral y vegetal. En la abridora las fibras dejan de estar paralelas unas a otras volviéndose más propensas al enredo y afieltrado. Las partículas sólidas que se encuentran adheridas a la fibra caen, son succionadas y depositadas en recipientes en un ambiente contiguo.
- **Lavado:** El lavado de la fibra es el proceso de lavar con agua caliente y detergente, con la finalidad de eliminar las impurezas naturales que tiene la fibra (grasa y suintina), así como, las adicionales (polvo, suciedad, etc.) y luego secarlo. Después de lavar la fibra, el nivel de contaminantes y de afieltrado en la fibra causará rotura y afectará la eficiencia de las operaciones posteriores de transformación, especialmente durante el cardado. Por lo tanto, los objetivos del lavado son un mayor grado de eliminación de contaminantes (hasta un 40% del peso inicial) y un mínimo daño a la fibra.
- **Ensimado:** Inmediatamente a la salida del lavadero la fibra debe pasar por el ensimado que le provee al material la grasa perdida durante el lavado a fin de lubricarla y facilitar su procesamiento. Luego del ensimado el material lavado permanece un par de días para que el porcentaje de agua sobre el peso seco de la fibra se homogenice. El aceite puede ser una mezcla de derivados de ácidos grasos naturales y polioxietilenos (aniónicos y productos iónicos compatibles con tensoactivos aniónicos), con alto poder de lubricación fibra/fibra y fibra/metal que se pueden eliminar fácilmente con agua fría.
- **Cardado:** La carda cuenta con una faja que hace que gire un rodillo (con púas a su alrededor), añadido a esto, la maquina cuenta con un cepillo que peina la fibra mientras el rodillo gira, desenredando y separando las cerdas con la finalidad de obtener una plancha de fibra. La merma promedio de la fibra durante el cardado varía entre 4 y 7%.
- **Peinado:** Posterior a la carda y con el fin de obtener un producto de mayor calidad textil la fibra pasa al proceso de peinado, previo a esto existe un acondicionamiento que se conoce como prepeinado. Las maquinas encargadas de prepeinar la fibra se llaman pasajes. Estas comienzan a paralelizar las fibras para luego poder peinarlas. Para asegurar un óptimo peinado se efectúan tres prepeinados de la fibra, donde cada pasaje contiene un campo de peinescada

vez más fino. En el proceso de peinado propiamente dicho intervienen las peinadoras, usualmente modelo rectilíneo, estas terminan de paralelizar la fibra y eliminar la de menor longitud, esta fibra corta se denomina Blousse o Noils y son considerados desperdicios, tiene un valor comercial bajo y se venden para la fabricación de paños, sombreros y rellenos. Así mismo en este proceso se termina de eliminar los residuos remanentes de materia vegetal procedente del cardado. Debido al exigente proceso del peinado, la longitud de las fibras es uno de los factores más importantes. Este sistema no puede procesar fibras de longitudes muy cortas o muy largas. El promedio de longitud de mecha debe fluctuar entre 60 y 175 mm.

- Botabase: Se realiza con pasajes como los del prepeinado y se utilizan para terminar de regularizar la mecha o cinta que sale de las peinadoras, ya que según el requerimiento de los clientes, se debe entregar una mecha que oscila los 35 a 25 gramos por metro. El primer pasaje es realizado en tachos de peinadora y sale en tachos de peinadora.
- Bolera: También denominado bobinado. Una vez que la mecha esta 100% paralelizada, libre de impurezas y con el gramaje requerido, se procede a formar bobinas (bumps) de aprox. 10 Kg., esto se hace con un pasaje que tiene adaptado un bobinador. Este segundo y último pasaje dispone de un autorregulador y sale a bobina o, si se busca producir “bumps”, a un tacho con falso fondo para que la prensa de “bumps” pueda actuar.
- Prensado: El embalaje o enfardelado se hace con una prensa neumática que produce fardos de entre 350 y 500 Kg. dependiendo del tipo de fibra. Una vez hecho el fardo se estiba a la espera de su despacho.

### **1.8. Producción de la fibra de alpaca**

De acuerdo a la información proporcionada, Perú es el principal país productor y exportador de fibra de alpaca, como consecuencia de que cuenta con el 85% de la población mundial de alpacas, en el año 2006 Perú produjo 3,530 TM de fibra de alpaca, y exportó 3,190 TM, lo cual generó un valor de 20 millones 500 mil dólares americanos. Los principales países a los que exporta la fibra de alpaca son: Reino Unido, Singapur, Taiwán, China, Italia, Corea del Sur, Japón, (Barrantes, 2018, p. 17).

En el 2001, la producción peruana de fibra de alpaca y llama fue de 3900 y 711 toneladas respectivamente. El 90% de la producción interna de fibra de alpaca es utilizada en elaboración de productos textiles destinados al mercado internacional. En el 2001 las exportaciones de fibra en sus diversos niveles de procesamiento, alcanzaron un valor de 38 millones de dólares americanos y para el año 2003 se registró una producción de 6440 toneladas con un valor por

encima de los 82 millones de dólares, (Barella, 2011, p. 21)

### **1.9. Comercialización de la fibra de alpaca**

La fibra ha venido siendo comercializada a través de almacenadores (70%), productores de hilados artesanales (10%), agentes comerciales (17%) y el 3% restante es destinado al autoconsumo del productor, (Velarde, 2008, p. 13).

La comercialización de la fibra en los centros de producción se realiza en volumen, modalidad conocida como, en donde la determinación de precios sigue criterios tradicionales manteniéndose en niveles muy bajos convenientes para el intermediario o “rescatista”, con lo cual el productor se ve poco estimulado para producir y ofertar fibra fina, promoviendo la oferta de vellones contaminados y de poca calidad para ganar peso, (MINAGRI, 2012, p. 1).

Este sistema es la forma más eficiente de acopio para las empresas. Sin embargo este sistema prioriza la adquisición tomando como variable principal el volumen y no la calidad, lo cual ha incidido para que en la oferta del producto se busque entregar peso no interesando la finura de la fibra, lo que a su vez posibilita la alteración de la fibra con materias extrañas para incrementar su peso. Esto conlleva a una distorsión en los objetivos de la cadena de valor, ya que al productor le es indiferente producir una fibra fina o gruesa, (Jacome, 2017, p. 36).

La forma más general de comercialización de la fibra grasienta es la indirecta (80 %), que abarca acopiadores minoristas y acopiadores mayoristas, ya sea en las propias unidades productivas, pueblos y principalmente en las ferias periódicas que se realizan en cada zona. La otra modalidad de comercialización es la directa (20 %), es decir entre el productor y la empresa textil.

A partir del año 2003 en el Perú, con la preparación y luego aprobación de las normas técnicas, se está realizando la comercialización de la fibra por categorías en Centros de Acopio y lo que es más importante con precios diferenciados, (MINAGRI, 2012, p. 1).

Los criadores llevan su fibra a los Centros donde personal especializado categoriza su fibra y luego se preparan lotes por categorías y colores que son ofertados a los industriales y comerciantes para en subasta pública venderla a quien ofrezca el mejor precio. En el proceso se les brinda a los criadores asistencia técnica y capacitación en técnicas de esquila, envellonado, categorizado, entre otros aspectos que agreguen valor a su fibra, (Heifer, 2019, p. 1).

### **1.10. Aprovechamiento de la fibra de alpaca**

En cuanto al aprovechamiento de la fibra la misma es influenciada por varios factores: ambientales, nutricionales y fisiológicos propios de cada animal. La fibra de la llama no es muy aprovechada por los productores, debido a la baja calidad por la presencia de pelos sin rizos. De esta forma se aprovecha apenas el 20 % de animales para la esquila por año, obteniéndose aproximadamente 1 kg de fibra al año por animal. Sin embargo la fibra de alpaca es de buena calidad, por tal motivo es de gran aprovechamiento por parte de los productores, que esquilan a los animales una vez por año llegando a obtener 5 libras por animal, (Bertamini, 2017, p. 16).

Los incentivos proporcionados por el estado ecuatoriano han permitido que la fibra de CSA pueda llegar a mercados internacionales, ya que en donde son valoradas las fibras de origen animal, especialmente la alpaca. Sin embargo, el inconveniente del aprovechamiento total de la fibra, es la gran cantidad de intermediarios existentes dentro de la cadena de comercialización, existe un 60.42% de productores de CSA que de ninguna manera aprovecha la fibra, un 16.67% que aprovecha la fibra a través de la comercialización en bruto, y por otro lado únicamente el 2.08 % de productores aprovechan la fibra hasta obtener hilo. El porcentaje restante (cerca del 20 %) corresponde a productores que aprovecha la fibra, hasta la obtención de un producto terminado, siendo su ingreso económico mucho mayor, (Bertamini, 2017, p. 16).

Pocos son los productores particulares que se dedican a la cosecha y comercialización de la fibra de alpaca, exportación y la venta a hilanderías nacionales (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Universidad del Azuay, Productores de Bolívar y Chimborazo). Actualmente a nivel nacional, existen varias industrias dedicadas a la hilandería, y una de ellas es la hilandería “Guijarro” ubicada en el cantón Guano, provincia de Chimborazo, donde se hila 100 % fibra de alpaca de forma netamente tradicional, (FAO, 2005, p. 1).

### **1.11. Lavado de la fibra de alpaca**

El correcto lavado de la fibra es un proceso de extrema importancia para no dañar la fibra y evitar que esta se rompa en el cardado y en las otras operaciones de la hilatura, es necesario considerar las ventajas e inconvenientes de las dos alternativas de lavado más usadas, lavado neutro o alcalino. Los detergentes a usar, la temperatura, la agitación mecánica, los tiempos y las etapas de lavado son los parámetros más importantes a tener en cuenta. Los contaminantes proteicos, derivados principalmente de restos y células de piel, están distribuidos irregularmente sobre las fibras. En el baño de lavado estos restos proteicos forman un “gel” que se adhiere a la fibra

atrapando suciedad, grasa y “suint” que es muy difícil de retirar, (Pinazo, 2000, p. 28).

Durante el lavado se produce la primera transformación de la fibra, ya que su aspecto cambia totalmente y además se agregan los primeros agentes químicos del proceso. El lavado se realiza generalmente en 5 tinas. La función principal de la primera tina es la de eliminar impurezas sólidas, una gran proporción de suint y una pequeña proporción de grasas con agua caliente. La segunda y tercera tina son tinas de lavado con detergente en agua caliente, para penetrar en los intersticios y bordes de los sedimentos de las fibras, poros y hendiduras de la superficie de la fibra, removiendo contaminantes mediante la disolución y emulsificación. Las dos últimas tinas son de enjuague, aquí se terminan de eliminar los contaminantes. El lavadero de fibras animales está compuesto por, (Pinazo, 2000, p. 28).

- Un cargador inicial, y una abridora con dos o más cilindros con púas
- Cinco o más baños de lavado, con su correspondiente juego de cilindros exprimidores a la salida de cada uno de ellos. Un secadero a telera continua o tambores perforados (entre el último baño y el secadero se coloca un cargador de manera de alimentar lo más uniformemente posible al secadero).
- El transporte de la fibra a lo largo de las tinas por sistema de rastrillos trata a la fibra más suavemente, por lo que se minimiza el afieltrado. El tratamiento de detergentes dependerá del tipo de material, de la mezcla de los lotes, de la especie, de la calidad del material, entre otros aspectos.

## **1.12. Sistemas biodegradables de lavado de fibra de alpaca**

Las condiciones de lavado de fibra de alpaca son menos drásticas, esto debido a su menor contenido de impurezas. Para realizar este proceso de lavado se emplean los siguientes sistemas biodegradables, (Sacchero, 2005, p. 16).

### ***1.12.1. Cloruro de sodio (sal común)***

El cloruro de sodio está formado por cristales, fácilmente solubles en agua, los cuales tienen la propiedad de atraer y mantener el agua líquida o en vapor, y se pueden obtener en el mercado tamaños grandes de cristales o polvo fino y de diferente tamaño de pureza, (Peralta, 2008, p. 47).

El cloruro de sodio (NaCl) se obtiene por tres métodos diferentes, el primero mediante la



utilización de los rayos solares, que consiste en colocar agua salada (agua de mar) en lugares donde la energía del sol evapora el agua y el resultado son residuos de sal, (Shumyko, 2007, p. 65).

El segundo método consiste en la extracción de minas de sal que existen en el país y el tercero mediante la utilización de hornos industrializados que evaporan el agua del océano y recopilan los residuos que son convertidos en sal, cuando el sodio elemental reacciona con cloro elemental, un electrón se transfiere de un átomo neutro de sodio a uno neutro de cloro, formando un ión  $\text{Na}^+$  y un ión  $\text{Cl}^-$  y con esto las partículas con cargas opuestas se atraen, uniéndose para generar el compuesto cloruro de sodio. En el proceso de lavado de la fibra de alpaca la sal es utilizada en forma de soluciones saturadas (salmueras) se emplea para separar los contaminantes orgánicos de las fibras, (Peralta, 2008, p. 47).

### **1.12.2. Bicarbonato de Sodio**

El bicarbonato también llamado bicarbonato sódico, es un compuesto sólido cristalino de color blanco muy soluble en agua, con un ligero sabor alcalino, estable al aire seco, pero se descompone al aire húmedo se puede encontrar como mineral en la naturaleza o se puede producir artificialmente debido a la capacidad del Bicarbonato de Sodio de aumentar el  $\text{CO}_2$ , se han compartido muchas fórmulas de limpieza que ayudan a remplazar los productos químicos dañinos y ayudan a cuidar el medioambiente, (Sacchero, 2005, p. 16).

El bicarbonato de sodio es un detergente efectivo para el lavado, siendo amigable con el ambiente y no afecta la salud. En el lavado de fibras, generalmente se usan sales inorgánicas carentes de poder de detergencia para aumentar la potencia de los detergentes usados. “En la práctica, la adición de bicarbonato de sodio incrementa la tasa de remoción de “grasa” y potencia la eliminación de la suciedad, previniendo, de esta manera, el amarillamiento y deterioro de la fibra durante el secado”, (Altmajer, 2004, p. 59).

### **1.12.3. Hidróxido de calcio**

Es un compuesto inorgánico cuya fórmula química es  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se ha utilizado como regulador de pH para distintos materiales o alimentos, además de ser una buena fuente de calcio en lo que respecta a su masa. Tiene aplicaciones en la industria de desinfección de las aguas servidas, en productos depiladores y comestibles, (Peralta, 2008, p. 47).

Por su bajo costo ha sido usado ampliamente como primer paso en la sedimentación, promueve la coagulación debido al incremento del pH en las aguas de desecho y reacciona con los bicarbonatos y fosfatos formando los precipitados de carbonato de calcio, hidroxapatita de calcio e hidróxido de magnesio, (Altmajer, 2004, p. 59).

#### ***1.12.4. Detergentes Biodegradables***

La fibra lavada en solución neutra, independientemente de su pH original, va a entrar al secadero con un pH cercano a 7,0 y, por lo tanto, tendrá, respecto a las fibras lavadas en un medio alcalino, ventajas en lo que hace al color y menor posibilidad de ser dañadas por el álcali. Los detergentes no-iónicos pueden ser enjuagados de manera fácil y rápida, de todas maneras, hay que tener en cuenta que es muy eficiente el agente antiestático en la fibra, (Barrantes, 2018, p. 15).

Para cada tipo de fibra se requerirá una cierta cantidad de detergente para un adecuado lavado, y esta cantidad no parece estar afectada por los procedimientos de lavado dentro de un normal rango de variación. Una vez que la sustancia extraña ha sido removida, las partículas deben ser mantenidas en solución para evitar su redeposición sobre el material. Si la partícula extraña era líquida o ha sido licuada por efecto de la temperatura usada en la remoción necesita ser emulsionada; mientras si la partícula era sólida necesita ser dispersada, por lo que se podría decir que un detergente requiere poseer propiedades emulsionantes y dispersantes, (Yaranga, 2006, p. 26)

Estos tipos de detergentes son actualmente los más empleados prefiriéndose en razón a su mejor biodegradabilidad. Los compuestos no iónicos son poco sensibles a la dureza del agua y pueden ser empleados en medio alcalino, neutro y ácido, se prefiere el medio débilmente alcalino por razones económicas ya que consume menos detergente que los otros. La concentración depende del tipo de fibra a lavar, de la máquina y del número de unidades de lavado, El proceso de detergencia envuelve el uso de una solución acuosa de un tensoactivo para eliminar sustancias extrañas como grasas, aceite y tierra. La remoción depende de la interacción de tres componentes: fibra, sustancia extraña y la solución detergente, por lo que un detergente deberá poseer propiedades humectantes, (Burton, 2015, p. 37)

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Búsqueda de información

Para la presente investigación se realizó una revisión descriptiva de diferentes investigaciones publicadas con la herramienta tecnológica (internet), revistas científicas, tesis experimentales, artículos científicos, documentos online y libros web, los cuales exponen sistemas biodegradables en el lavado fibra de alpaca utilizando cloruro de sodio (sal común), bicarbonato de sodio en combinación con detergente biodegradable.

#### 2.2. Criterios de selección

Los criterios de selección que permitieron determinar el proyecto a investigar fueron basados en los siguientes subapartados:

**En lo que concierne a fibra de alpaca:** Roque, (2018): Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno; Pinazo, (2000): Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri ; Agila, (2013): Características de la fibra de Alpaca; Aguirre, (2011): Producción comercial de fibra fina de alpaca mediante tecnologías de reproducción asisitida y crianza semiintensiva; Barros, (2015): La fibra de alpaca mejorada; Cardozo, (2012): Avances en conocimiento de la fibra de alpaca; Chavez, (2015): Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Empresa Productora y Comercializadora de Prendas tejidas en Hilado de Fibra de Alpaca en la Región Arequipa; Contreras, (2009): Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) de color blanco; León, (2008): Efecto del ambiente controlado y no controlado sobre el diámetro de lana y fibra de alpaca en verano e invierno.

**A lo que corresponde sistemas de lavado de fibra:** Altmajer, (2004): Formulaciones detergentes biodegradables ensayos de lavado en fibra; Carillo & Salgado, (2017): Implementación de un Sistema de Lavado de Lana en el Laboratorio de Fibras y Lana de la Facultad de Ciencias Pecuarias; Mendoza, (2018): Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (Vicugna pacos) con aliso (*Alnus acuminata* H.B.K); Huebla, (2019): Industrialización, Diseño y elaboración de artículos terminados con las fibras de alpaca.

### **Periodo revisado (últimos 5 años):**

Año 2019: Abares, (2019): Cultural Commodities; Barros, (2019): La fibra de alpaca mejorada; Burton, (2019): Teñido de Lana de Oveja Con Tintes Naturales; Chavez, (2019): Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Empresa Productora y Comercializadora de Prendas tejidas en Hilado de Fibra de Alpaca en la Región Arequipa; Cordova, (2019): Comparación de la calidad de las fibras de Vicugna pacos (alpaca) y Lama glama (llama); Duga (2019): Características más importantes de las fibras provenientes de camélidos sudamericanos (llamas, alpacas y sus cruza y guanacos).

Año 2018: Mendez, (2018): La fibra de alpaca características, tipos y propiedades; Mendoza, (2018): Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (Vicugna pacos) con aliso (*Alnus acuminata* H.B.K); Roque, (2018): Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno.

Año 2017: Bertamini, (2017): Producción ovina, análisis y perspectivas; Carillo & Salgado, (2017): Implementación de un Sistema de Lavado de Lana en el Laboratorio de Fibras y Lana de la Facultad de Ciencias Pecuarias; Elvira, (2017): Lana: mercado mundial y nacional, perspectivas y calidad; Jacome, (2017): Tecnológica de la lana; Pérez, (2017): Tintura de la lana ovina y sus productos empleados.

Año 2016: Olivero, (2016): Teñido de la lana ovina; Garrido, (2016): Estructura de la fibra de la lana ovina.

Año 2015: HEIFER, (2015): Comercialización De Fibra De Alpaca De Comunidades De Los Páramos Andinos; Hidalgo, (2015): Escala de calificación de las variables sensoriales de la fibra de alpaca.

### **2.3. Métodos para sistematización de la información**

La metodología para la sistematización de información bibliográfica está basada a través de tablas y gráficos, las mismas que facilitarán su respectiva organización y ordenamiento correspondiente a la información de la investigación.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación de las características físicas de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

##### 3.1.1. Resistencia a la tensión

En la tabla 1-3 se demuestra la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico. Esta característica determina el grado de estiramiento que soportará la fibra antes de romperse durante el procesamiento textil.

**Tabla 1-3:** Evaluación de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico.

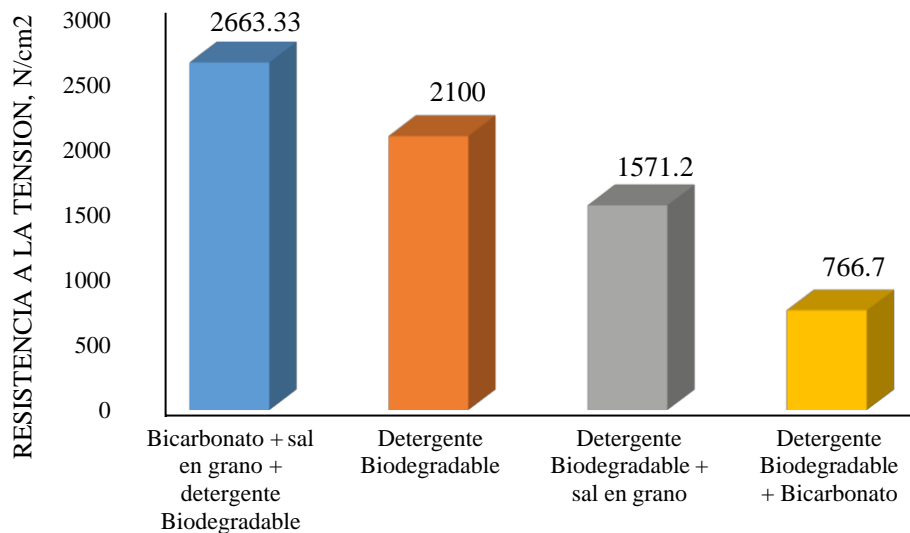
PRODUCTO	Resistencia a la tensión (N/cm <sup>2</sup> )	Autor
Bicarbonato + sal en grano + detergente biodegradable	2663.33	(Huebla, 2019)
Detergente biodegradable	2100	(Huebla, 2019)
Detergente biodegradable + sal en grano	1571.2	(Pauca, 2009)
Detergente biodegradable + bicarbonato	766.70	(Carillo, 2017)

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

Por lo tanto al evaluar diversos autores se pudo determinar los siguientes resultados que se detallan a continuación, como son los de (Huebla, 2019, p. 62), quien realizó la valoración de la resistencia a la tensión del hilo de alpaca, determinó que los resultados obtenidos presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.0391$ ), por lo tanto se observan los mejores resultados en la fibra lavada con la mezcla de Bicarbonato + sal en grano y detergente biodegradable con valores de 2663,33 N/ cm<sup>2</sup> , y que descendió a 2100 N/ cm<sup>2</sup>, en la fibra lavada con detergente biodegradable.

Los valores mencionados son superiores a los registros de (Pauca, 2009, p. 29) quien reportó diferencias altamente significativas ( $P < 4.00E-10$ ), reportándose los mejores resultados al

trabajar con 25% de curtiente vegetal, previo un lavado de fibra con detergente biodegradable más sal en grano con valores de tracción de 1571.2 N/cm<sub>2</sub>, como se indica en el gráfico 1-3.



#### SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA DE ALPACA

**Gráfico 1-3:** Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

Mientras tanto que los resultados más bajos que se investigaron fueron los reportados por (Carillo, 2017, p. 52), quien al implementar una lavadora de lana y fibra; obtuvo resultados físicos de la lana ovina versus la fibra de llama registrando una resistencia a la tensión que fue de 766, 7 N/ cm<sub>2</sub>, al utilizar detergente biodegradable más bicarbonato, en el lavado de la fibra de llama.

Los resultados registrados por la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca cumplen con las exigencias de calidad emitidas por la (Asociación española en la industria del Cuero y fibras, 2012), que en la norma técnica IUP 6, infiere como límites permisibles entre 800 a 1200 N/cm<sub>2</sub>.

Al respecto (Aguirre, 2011, p. 26), indica que es natural que la lana de alpaca tenga una elevada resistencia ya que debe proteger al animal de situaciones ambientales inhóspitas que es la característica general en la mayoría de lugares donde se desarrollan las alpacas, esta dureza le permite al animal estar protegido y esta característica se puede mantener cuando se procesa las lanas para obtener fibras y es una de las cualidades que hacen una tecnología viable en remplazo a fibras sintéticas o fibras de otros animales.

Para el proceso de hilado es común que se separen cada una de las fibras y esto permita una mayor superficie de reacción con los detergentes para el lavado de la lana, pero el tipo de reactivo que

se adicione al lavado afectará a la calidad física de la fibra, ya que si el agente químico es muy fuerte romperá los enlaces de la fibra y debilitará la resistencia a la tensión, por lo que es recomendable lavar con detergente + agente protector (bicarbonato), y un agente que logre reaccionar con los iones disueltos (cloruro de sodio).

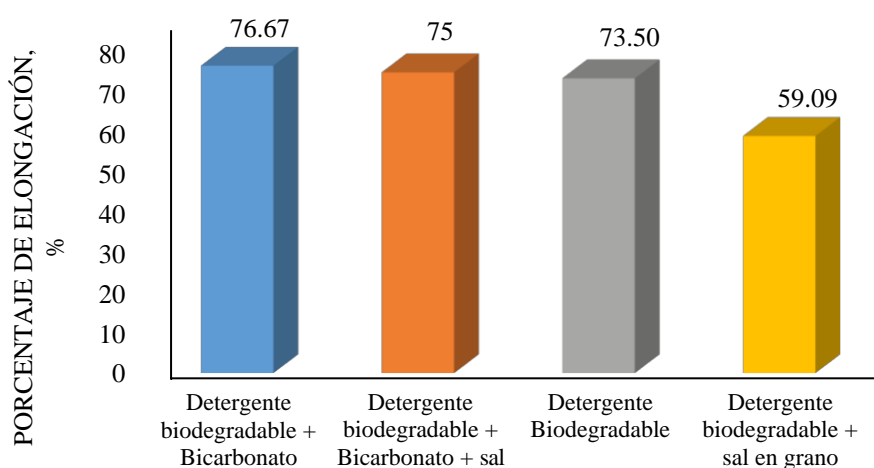
### 3.1.2. Porcentaje de elongación

En la tabla 2-3 se expone el porcentaje de elongación de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico. Se aprecia que al utilizar detergente biodegradable más bicarbonato se logra los mejores resultados como se ilustra en el gráfico 2-3.

**Tabla 2-3:** Evaluación del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

PRODUCTO	Porcentaje de elongación (%)	Autor
Detergente biodegradable + Bicarbonato	76.67	(Carrillo, 2017)
Detergente biodegradable+ bicarbonato + sal	75.00	(Huebla, 2019)
Detergente biodegradable	73.50	(Huebla, 2019)
Detergente biodegradable + sal en grano	59.09	(Paucar, 2009)

Realizado por: Cáceres, Santiago. 2020



#### SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA DE ALPACA

**Gráfico 2-3:** Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

Realizado por: Cáceres, Santiago. 2020

Esta propiedad que le permite a la fibra estirarse en gran medida sin romperse, por lo que se la considera una fibra de alta resistencia a la rotura. Una fibra de alpaca puede estirarse por encima de 50% de su longitud original.

De los resultados investigados sobre sistemas de lavado de la fibra de alpaca se reporta a (Carillo, 2017, p. 63) quien, al validar el prototipo mecánico de lavado de lana y fibra de la Facultad de Ciencias Pecuarias, registra el porcentaje de elongación más alto que fue registrado por la fibra de alpaca lavada con detergente biodegradable más bicarbonato, con una media de alargamiento de 76,67%

En cuanto a la investigación realizada por (Huebla, 2019, p. 54), quien no reportó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre medias por efecto de la adición de diferentes agentes químicos para el lavado, estableciéndose las mejores respuestas al lavar la fibra con detergente + Bicarbonato + sal con medias de 75,00%, que disminuyen a 73,50% valores reportados al lavar la fibra con detergente biodegradable.

Es necesario considerar además la investigación de (Paucar, 2009, p. 53) quien reporta que las medias registradas del porcentaje de elongación a la ruptura en los cueros de llama registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 2,00E-06$ ), por efecto del nivel de tanino mimosa empleado en el proceso de curtición, previo a un lavado de la fibra que fue conservada en la piel con un sistema de detergente biodegradable más sal, evidenciando una elongación de 59.09%,

El comportamiento del porcentaje de elongación en la fibra se explica de acuerdo a lo que indica (Hidalgo, 2019, p. 25), quien manifiesta que al realizar el hilado de la fibra los filamentos están ondulados, de ahí el aspecto esponjoso, además de conferirles una elasticidad del 30 al 50 por ciento. Por lo general, el rizado de la fibra está en proporción directa con la calidad de la fibra. La fibra de alpaca tiene unos 12 rizos por cm lineal, mientras que en las demás lanas hay uno o dos rizos por cm.

Esta accidentada superficie exterior facilita la retención de agua interfibrilar; este fenómeno se puede aumentar al lograr remover las impurezas que afectan a la distribución de los filamentos en la parte interna de las fibras, es así que al hacer reaccionar con agentes químicos básicos (bicarbonato) se consigue que las fibras se estiren y aumente la capacidad de elasticidad.

Además de esto se adiciona detergentes que ayudan a la máxima remoción de las impurezas que generan fricción entre las fibras lanares e impide su elasticidad, para un mejor proceso de lavado y evitar reacciones paralelas es necesario introducir sustancias iónicas (sales) que logren captar



los iones carbonato liberados por efecto de la disolución del CO<sub>2</sub> en agua, estos pueden atacara los filamentos pero al neutralizarlos son eliminados en las aguas residuales; con esto se evita algún problema a de fricción o ruptura de la fibra .

Lo que es corroborado según (Marsal, 2009, p. 29), quien indica que la elongación es la capacidad que tiene la lana de regresar a su longitud inicial después de haber sido estirada, las cadenas de células de la lana ovina se unen en forma de muelle, esto les genera su elasticidad y se la puede retorcer y no se deforman fácilmente, aunque este puede variar de acuerdo con los nutrientes que el animal consume, mientras que la fibra de la llama está formada por las células de la médula, que son de dos tipos: las del ortocortex y las del paracortex, ambas partes tienen diferentes resistencias físicas a la fuerza de tensión por lo que se hacen más resistentes y se alargan en mayor grado que la lana ovina, aunque esto puede cambiar de acuerdo al manejo que el animal recibió a lo largo de su vida.

El porcentaje de elongación o alargamiento es una propiedad física que se refiere al hecho que la lana regresa a su largo natural, luego de estirarse, la elasticidad de la lana es debida a la estructura helicoidal de sus moléculas. Si estiramos la fibra por encima de su límite de elasticidad, se sigue estirando pero ya no vuelve a su longitud original ya que su estructura ha quedado dañada. Si seguimos estirando y superamos su límite de extensibilidad la fibra se rompe. Esta propiedad es de gran importancia para la industria, tanto en el hilado como en el tejido para lograr tejidos resistentes, se considera como porcentaje de alargamiento a la capacidad que tiene la lana de poder estirarse antes de producirse la ruptura será necesario eliminar previamente el polvo, arena y demás impurezas groseras que presenta la fibra previo al proceso de lavado.

Además (Barella, 2011, p. 15), menciona que la fibra recién esquilada suele presentarse muy sucia por lo que, antes de proseguir con su elaboración, es preciso limpiarla convenientemente, lo común que se presenta es que los vellones de alpaca tienen poca cantidad de polvo, grasa y material vegetal, de ahí que tenga un rendimiento de lavado de entre 75 a 82% de fibra, mientras que la del ovino merino tiene 49%.

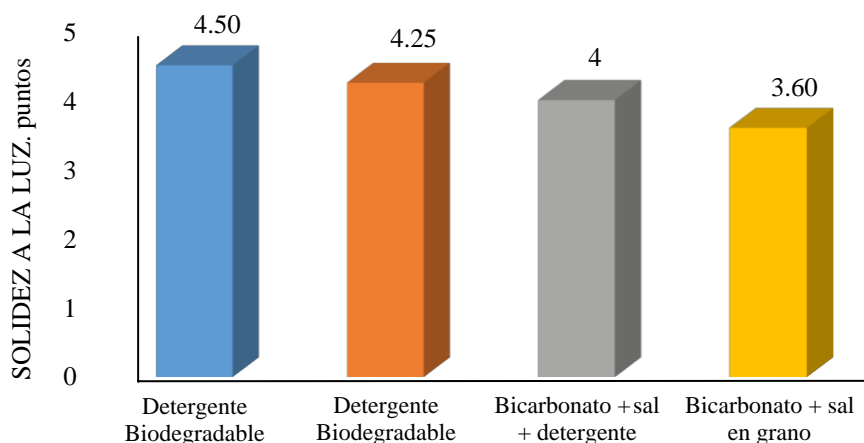
### **3.1.3. Solidez a la luz**

En la tabla 3-3 se expone la solidez a la luz de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico. Se aprecia que al utilizar detergente biodegradable se logra los mejores resultados como se ilustra en el gráfico 3-3.

**Tabla 3-3:** Evaluación de solidez a la luz de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

PRODUCTO	Solidez a la luz (puntos)	Autor
Detergente biodegradable	4.50	(Ponce de León, 2014)
Detergente biodegradable	4.25	(Mendoza, 2018)
Bicarbonato + sal en grano + detergente biodegradable	4.00	(Huebla, 2019)
Bicarbonato + sal en grano	3.60	(Huebla, 2019)

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020



#### SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA DE ALPACA

**Gráfico 3-3:** Solidez a la luz de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

En el estudio de diferentes sistemas de lavado se deberán tomar en cuenta los resultados de (Ponce De León, 2014, p. 29), al evaluar la optimización de los parámetros para la curva de teñido con colorantes ácidos, reactivos y complejo metálico en fibra de alpaca, reportó una solidez a la luz de 4.50 puntos, utilizando detergente biodegradable para el lavado de fibra, demostrándose que un buen lavado permite el ingreso de la tintura hasta la parte más interna de la fibra. Pero son superiores a los resultados expuestos por (Mendoza, 2018 p. 56), quien, al realizar evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color, solidez a la luz del teñido de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) con aliso (*Alnus acuminata H.B.K*) realizando un lavado con bicarbonato de sodio más sal, reportó una solidez a la luz de 4.25 puntos en la escala de grises.

De acuerdo a las premisas enunciadas sobre la solidez a la luz se puede tomar como referente la investigación de (Huebla, 2019, p. 56), quien reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) por efecto de la adición en el lavado de diferentes agentes químicos, es así que los mejores resultados se reportaron al utilizarse, Bicarbonato + sal en grano + detergente, con 4,00 puntos, y que disminuyeron al lavar con la adición bicarbonato de sodio + sal en grano con 3,60 puntos y las respuestas más bajas se reportaron al adicionar detergente, con respuestas iguales a 2,00 puntos; con estas medias se aprecia que el proceso de lavado interfiere directamente en la solidez a la luz y que de acuerdo al agente que se utilice se va a mejorar o disminuir esta característica.

Los resultados analizados de los investigadores reportados, determinan que un sistema muy eficiente de lavado de la fibra de alpaca comprende la aplicación de detergente biodegradable más agua a temperatura media lo que es corroborado con lo que señala (Montesinos, 2000, p. 25), quien registra que una de las características principales de las fibras de alpaca es su propiedad de frenar el intercambio térmico le confiere ese carácter de equilibrador que tiene el tejido del hilo, además de que es resistente al paso de la luz ya que se encuentran estrechamente unida y no permiten el flujo de luz ya que el exceso de luz en la piel del animal puede generar daños.

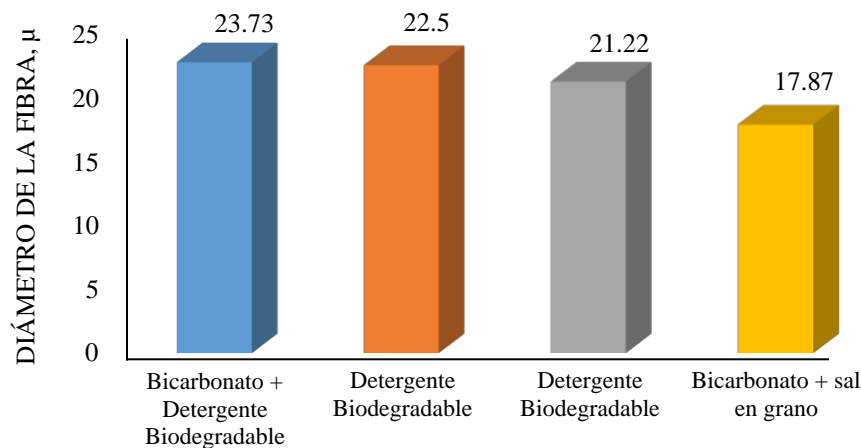
#### 3.1.4. *Diámetro de la fibra*

En la tabla 4-3 se demuestra la evaluación del diámetro de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico. Esta propiedad permite determinar el grosor de la fibra, esta cualidad depende de las características genéticas y del medio ambiente de donde provienen, tiene efecto sobre el nivel de afieltramiento de la fibra durante el lavado. Se aprecia que al utilizar detergente biodegradable se logra los mejores resultados como se ilustra en el gráfico 4-3.

**Tabla 4-3:** Evaluación del diámetro de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

PRODUCTO	Diámetro promedio de fibras ( $\mu\text{m}$ )	Autor
Detergente biodegradable	23.73	(Diaz, 2014)
Detergente biodegradable	22.5	(Ponce de León, 2014)
Detergente biodegradable	$21.22 \pm 2.25$	(Roque, 2018)
Bicarbonato + sal en grano	$17.87 \pm 1.85$	(Pascaja, 2009)

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020



#### SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA DE ALPACA

**Gráfico 4-3:** Diámetro de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

Cabe señalar que algunos autores como es el caso de (Díaz, 2014, p. 52), al evaluar el diámetro de fibra de alpaca por efecto del lavado con diferentes sistemas de limpieza no determina diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) y reporta las respuestas más eficientes en la muestra a la que se aplicó un sistema de lavado usando detergente biodegradable, con respuestas de  $23.73 \mu$ . Por otro lado según la investigación expuesta por (Ponce De León, 2014, p. 29), quien al evaluar la optimización de los parámetros para la curva de teñido con colorantes ácidos, reactivos y complejo metálico en fibra de alpaca, reportó un diámetro de promedio de  $22.5 \mu$ , utilizando detergente biodegradable para el lavado de fibra, demostrando una eficaz limpieza ya que permite la difusión de las moléculas del colorante con la superficie de la fibra llegando así a la capa cortical, lugar que recibe el colorante y mientras mayor sea su finura mejor se dará la fijación. La investigación realizada por (Roque, 2018, p. 25), evalúa las características productivas de fibra de alpacas Huacaya, registrando un diámetro de fibra con un valor de  $21.22 \pm 2.25 \mu$  utilizando detergente en proceso de lavado. Los resultados establecidos por, (Pascaja, 2009, p. 25), indican que al evaluar calidad de fibra de alpaca macho vs hembra, y que cuyas fibras una vez realizado el lavado utilizando Bicarbonato + sal en grano, presentaron un diámetro promedio de  $17.87 \pm 1.85 \mu$  y  $18.23 \pm 1.43$  respectivamente, dichos valores resultaron ser estadísticamente no significativas ( $p > 0.05$ ), como se indica en el gráfico 4-3.

De los registros expuestos de la variable diámetro de fibra ya citados se afirma que el lavado con bicarbonato más detergente produce una mayor limpieza de la fibra de la alpaca lo que es corroborado con lo manifestado por (Cardozo, 2012, p. 246), quien señala que en el caso de alpacas, los machos presenta fibras ligeramente más finas que las hembras, esta diferencia puede atribuirse al mayor grado de selección y mejoramiento genético al cuál son sometidos los machos, con el objetivo de utilizarlos posteriormente como reproductores. Es así que (Contreras, 2009, p. 25), indica que las hembras priorizan el uso de aminoácidos ingeridos en la dieta hacia la preñez y lactación en ves de que estos sean aprovechados por el bulbo piloso para su excreción como fibra.

Un factor muy importante en cuanto se refiere al diámetro de la fibra es el lavado adecuado puesto que este controla el 80% de la hilabilidad que es muy importante para conocer el destino industrial de la fibra, es necesario que al momento que se realice este proceso se tenga muy en cuenta el producto de limpieza para que su accionar sea completo y retire todo el material tanto orgánico como inorgánico de manera que sea suave al tacto y que se mantenga el diámetro adecuado para que no se rompa con facilidad en el momento del hilado y la confección del artículo final. Por lo común, los vellones de alpaca tienen poca cantidad de polvo, grasa y material vegetal, de ahí que tenga un rendimiento de lavado de entre 75 a 82% de fibra, y después se pueda controlar el diámetro puesto que ya no está rodeado de estos contaminantes.

### **3.2. Evaluación de las características sensoriales de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico**

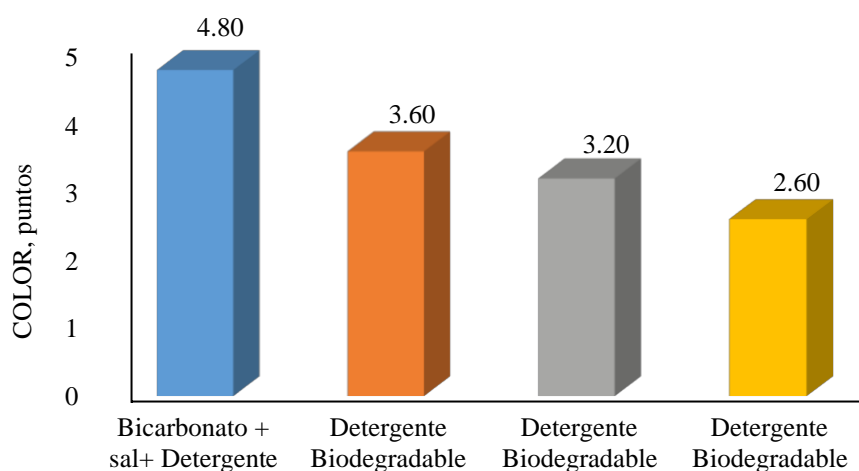
#### **3.2.1. Color**

En la tabla 5-3 se muestra la evaluación del color de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico. El color es una característica natural de la fibra, por lo que en los procesos industriales de transformación se debe cuidar esta cualidades, es decir se debe evitar el amarillamiento o la decoloración, por lo tanto es necesario utilizar productos naturales que no sean muy fuertes, evitando residuos que produzcan daños ambientales, (Barros, 2015, p. 42). Se aprecia que al utilizar Bicarbonato más sal en grano y detergente biodegradable se logra los mejores resultados como se ilustra en el gráfico 5-3.

**Tabla 5-3:** Evaluación del color de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

PRODUCTO	Color (puntos)	Autor
Bicarbonato + sal en grano + Detergente	4.80	(Huebla, 2019)
Detergente biodegradable	3.60	(Diaz, 2014)
Detergente biodegradable	3.20	(Mendoza, 2018)
Detergente biodegradable	2.60	(Roque, 2018)

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020.



#### SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA DE ALPACA

**Gráfico 5-3:** Color de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

Partiendo de lo expuesto anteriormente algunos autores han realizado el análisis del color en la fibra de alpaca utilizando diferentes productos para el lavado, entre los cuales resaltan los valores obtenidos por (Huebla, 2019, p. 58), quien para el color de la fibra de alpaca reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias por efecto de la adición en el lavado de Bicarbonato + sal en grano + detergente con un valor de 4,80 puntos.

Además, se debe señalar los registros de (Diaz, 2014, p. 21), que son inferiores a los del autor antes mencionado puesto que los resultados al lavar las fibras con el uso de detergente determinaron medias de 3,60 puntos. Por último, se registró las calificaciones más bajas y que corresponden a los de (Mendoza, 2018, p. 53) , quien, al lavar la lana de alpaca adicionó detergente biodegradable

reporta medias de 3.20 puntos, siendo este valor superior al ser comparado con (Roque, 2018, p. 55) cuyos valores fueron de 2.60 puntos donde aplicó detergente biodegradable y que corresponden a una lana con uncolor muy difuminado y opaco inclusive se le ve con manchas por la presencia de impurezas sobre todo orgánicas que no fueron eliminadas en su totalidad en el proceso de lavado.

De acuerdo a los resultados expuesto se afirma que al adicionar la mezcla del bicarbonato de sodio + sal en grano + detergente, en el proceso de lavado se mejora notablemente los resultados de la prueba sensorial color, lo puede ser corroborado con los que indica (Burton, 2015, p. 26), quien menciona que la fibra de alpaca luego de ser sometida a un proceso de lavado profundo y con productos adecuados queda más clara y el color es más natural con lo que se puede apreciar que la lana es de elevada calidad ya que las características sensoriales son indispensables para lograr la aceptación en el mercado y para utilizar como materia prima en la producción de textiles.

Si no se realiza un adecuado lavado de la fibra puede manchar al vellón bajando su calidad la importancia del color de la lana radica en que afecta su capacidad potencial para ser teñida, las lanas que luego del lavado se perciben más blancas pueden ser teñidas a cualquier color, mientras que lanas con colores pobres después del lavado, son difíciles de teñir a colores pasteles, como rosa pálido y otros, y por consiguiente ven limitado su uso final, debiéndose prestar atención fundamental a la presencia de coloraciones diferentes, gris, amarillo o negro en el vellón blanco.

Por lo general es necesario escoger mezclas en la etapa de lavado que contengan electrolitos y sustancias básicas, como por ejemplo el cloruro de Sodio (NaCl) + Bicarbonato, aumentan la sustentividad de los colorantes, mejorando su rendimiento y fijación. Al elevarse la cantidad de colorante en la fibra el equilibrio se desplaza cada vez más a favor de la fibra y se acelera su establecimiento. El posterior montaje de color de la fibra tras la adición de electrolito transcurre con mayor rapidez cuando ésta se aumenta, de modo que el color abunda menos en la fase acuosa y por tanto se hidroliza menos. Además, los procesos de enjuague y lavado deberán ser intensos ya que una completa eliminación del hidrolizado solo es viable después de suprimido el electrolito del sistema de lavado, (Blanxart, 2012, p. 36)

### **3.2.2. Textura**

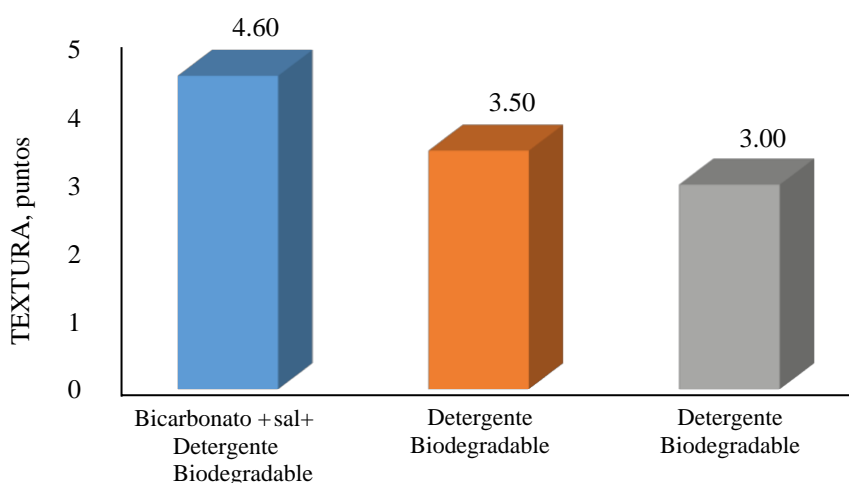
En la tabla 6-3 se demuestra la evaluación de la textura de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico. El control de calidad en cuanto a la textura, depende, en gran parte, del número de extremidades libres de las fibras de la alpaca, se ha

comprobado experimentalmente que, bajo la influencia de la torsión para fibras de igual finura, las más largas tienen tendencia a penetrar en el interior del hilo, mientras que las más cortas tienden a permanecer en la periferia, produciendo una textura que no es uniforme. Se aprecia que al utilizar Bicarbonato más sal en grano y detergente biodegradable más bicarbonato se logra los mejores resultados como se ilustra en el gráfico 6-3.

**Tabla 6-3:** Evaluación de la textura de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

PRODUCTO	Textura (puntos)	Autor
Bicarbonato + sal en grano + Detergente biodegradable	4.60	(Huebla, 2019)
Detergente biodegradable	3.50	(Mendoza, 2018)
Detergente biodegradable	3.00	(Roque, 2018)
Detergente biodegradable	-	(Diaz, 2014)

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020



#### SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA DE ALPACA

**Gráfico 6-3:** Textura de la fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables para el lavado ecológico

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

En este caso se considera necesario mencionar que (Huebla, 2019, p. 60) quien al realiza el análisis de los datos obtenidos a la prueba sensorial textura de las fibras de alpaca; al evaluar la industrialización, diseño y elaboración de artículos terminados con las fibras de alpaca



reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias por efecto de la adición en la operación de lavado de Bicarbonato + sal en grano + detergente con medias de 4,60 puntos

Un valor más bajo fue reportado por (Mendoza, 2018), quien obtuvo un resultado de la textura de la fibra que fue lavada con detergente, no reportó diferencias estadísticas entre medias estableciéndose un valor de 3,50 puntos al adicionar detergente biodegradable. Por otra parte (Roque, 2018) expresa en sus resultados que al utilizar detergente determinó medias de 3,00 puntos en la textura de la fibra.

La fibra al ser lavada mejora la condición de textura dando una sensación muy suave, sin asperezas ni restos de basura que muchas veces se impregnan fuertemente. Lo que es corroborado por (Barella, 2011, p.26), quien menciona que para mejorar la textura es fundamental elegir la solución para el lavado de las fibras hiladas, esto debido a que en la etapa de lavado no solamente se retiran las impurezas, sino que además se preparan las fibras para las siguientes etapas de producción con ciertas reacciones que cambien la estructura normal de los filamentos.

En el lavado se trabaja sobre el colágeno que es una proteína, cuyas moléculas al momento de enlazarse van formando fibras dependiendo la posición de los enlaces. La fibra es susceptible al pH, por lo que al aplicar bicarbonato cambia su comportamiento sobre todo en lo que tiene que ver con la textura

Este fenómeno se logra con la inclusión de sustancias básicas que atacan a las cadenas de las proteínas que después del lavado se mejora la textura ya que se sentirán fibras más hinchadas y mayor llenura lo que homogenizará la textura, por lo que introducir los iones carbonatos aumentan el rendimiento de las reacciones paralelas aumentando así la introducción de iones en la queratina. Para controlar las reacciones paralelas es necesario introducir cationes que reaccionen con el excedente de iones carbonato, esto se logra con la introducción de cloruro de sodio cuya principal característica es ionizarse con la presencia de agua; el exceso de moléculas que no han reaccionado son eliminados junto con las impurezas por efecto de la inclusión de detergentes.

Las condiciones alcalinas son más dañinas que las condiciones ácidas. Dado que las lanas bien lavadas en un medio alcalino débil poseen un pH de extracto acuoso entre 9 y 10, y que la temperatura no suele superior a 50°C, durante esta operación no se puede producir una alteración significativa de la fibra, sobre todo en lo que tiene que ver con la textura que se vuelve áspera

grosera heterogénea y el momento del hilado se romperá fácilmente ya que no forman un tejido uniforme, por lo tanto se consigue mejorar la textura visual de la fibra de alpaca que tiene un brillo sedoso que se mantiene pese a la producción, teñido o lavado.

Todas las reacciones químicas detalladas anteriormente hacen que el proceso de lavado tenga una interacción directa con la calidad final, especial con las características sensoriales ya que afectan a la composición normal de las lanas, pero para mejorar dichas características es necesario controlar las etapas productivas, y escoger la mejor solución para incorporar en la etapa de lavado.

### **3.3. Evaluación económica**

De acuerdo con (Huebla, 2019, p. 63), los costos e ingresos producidos, durante la evaluación de los tres tratamientos de lavado de la fibra de alpaca, en el tratamiento de (lavado con la adición de detergente OZZ+ cloruro de sodio + Bicarbonato de Sodio), el total de gastos fue igual a \$38.61 y el total de ingresos fue igual a \$52.64, obteniendo una relación beneficio-costo igual a 1.36. mientras que para los tratamientos T1 y T2 los egresos fueron de \$36.725; \$36.21 y los ingresos de 42.61; 46.55 respectivamente, obteniendo una relación beneficio-costo igual a 1.16 y 1.29. Con lo cual se puede afirmar que el tratamiento que mayor beneficio costo alcanzó fue en el que se adicionó detergente biodegradable + cloruro de sodio + Bicarbonato de Sodio; esto dado a que el rendimiento de obtención de hilos es mayor debido a que se mejora el proceso de lavado, lo que representa que por dólar invertido se generara una ganancia igual a 36 centavos.

Por su parte, (Carillo, 2017, p. 62), para el lavado de la fibra de alpaca utilizando Detergente biodegradable y Bicarbonato de sodio en el tratamiento determino un total de egresos de \$31,29 y un total de ingresos de \$45,12, estableciendo una relación beneficio - costo de 1.34. De igual manera, se observa el análisis de beneficio – costo de (Ponce De León, 2014), en el lavado de la fibra con detergente biodegradable, tomando en consideración los egresos ocasionados en la compra de productos para el lavado de la fibra se estableció un total de \$23,78, en cuanto al total de ingresos el valor fue de 37,30, lo que establece una relación beneficio - costo de 1.31. o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de 31 centavos.

Asímismo, (Mendoza, 2018) en el análisis económico determinó un total de egresos de \$38,50 por el uso de detergente biodegradable en el lavado de la fibra, alcanzando un total de ingresos de \$50,25 lo que significa que la relación beneficio – costo es de 1.30, es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 30 centavos.

Lo que determina que al utilizar compuestos orgánicos se logra una reutilización de los productos y que para el agua de lavado no se dé un tratamiento evitando incurrir en gastos si se busca una inversión para realizar los hilos a escala industrial y que se logre cumplir con los estándares que se exige en mercados nacionales e internacionales, esto hará que el mercado sea variable y que se tenga una mayor oferta y demanda de las prendas, como se ilustra en la tabla 7-3.

**Tabla 7-3:** Evaluación económica del lavado de fibra de alpaca aplicando diferentes sistemas biodegradables

CONCEPTO	SISTEMAS DE LAVADO	AUTOR
CONCEPTO	Detergente biodegradable + Bicarbonato de sodio + sal en grano	(Huebla, 2019)
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,36	
CONCEPTO	Detergente Biodegradable + bicarbonato de sodio	(Carillo, 2017)
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,34	
CONCEPTO	Detergente Biodegradable	(Ponce de León, 2014)
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1, 31	
CONCEPTO	Detergente Biodegradable	(Mendoza, 2018)
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,30	

**Realizado por:** Cáceres, Santiago. 2020

## CONCLUSIONES

- En el presente proyecto de investigación bibliográfico, se ha demostrado que al utilizar tres diferentes sistemas de lavado; (Bicarbonato de sodio + sal en grano y detergente biodegradable), le confiere a la fibra de alpaca una mejora en cuanto a sus propiedades por lo que se obtiene hilos de mejor calidad, pudiendo así ofrecer productos a un mercado textil competitivo, siendo al mismo tiempo amigables con el medio ambiente ya que el lavado al ser la primera transformación de la fibra generan efluentes perjudiciales que pueden ser contrarrestados al emplear productos del presente estudio.
- Los análisis físicos de la fibra de alpaca, reportaron los resultados más altos de tensión (2663.33 N/cm<sup>2</sup>), al utilizar bicarbonato de sodio más sal en grano y detergente biodegradable, para el porcentaje de elongación (76.67 %), al usar sal en grano más detergente biodegradable, en cuanto a los análisis de solidez a la luz consigue la mejor respuesta (4.50 puntos) al emplear bicarbonato de sodio más sal en grano y más detergente biodegradable, el diámetro de la fibra (23,73  $\mu$ m) obtuvo la mejor respuesta al utilizar Detergente biodegradable. De acuerdo a la escala de evaluación sensorial de la fibra se aprecia que se consigue ponderaciones altas de color (4.80 puntos), y textura (4.60 puntos), al realizar el proceso de lavado con bicarbonato más sal en grano y detergente biodegradable.
- La relación beneficio/costo infiere una mayor ganancia al realizar un lavado con Detergente biodegradable + Bicarbonato de sodio y sal en grano, ya que el valor más referencial de las investigaciones evaluadas fue de 1,36; es decir, que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 36%.

## RECOMENDACIONES

- Es aconsejable utilizar un sistema de lavado que incluya bicarbonato de sodio más sal en grano y detergente biodegradable, puesto que se ha conseguido eliminar las impurezas de la fibra, produciendo un hilo muy vistoso, que se conseguirá posesionar en mercados tanto nacionales como internacionales
- Es conveniente efectuar el lavado adecuado de la fibra de alpaca, ya que se asegura la calidad del producto para que en los procesos posteriores como el escarmenado y tintura no se presenten posibles problemas por presencia de impurezas tanto orgánicas como inorgánicas que infieran sobre las resistencias físicas y sensoriales de la fibra
- Se recomienda realizar más estudios de industrialización de fibra de alpaca, ya que en la provincia de Chimborazo existen varias organizaciones dedicadas a trabajar con la fibra, las mismas que carecen de conocimientos técnicos sobre los diferentes procesos que se incluyen en la industrialización para obtener un hilo de calidad y así también confeccionar prendas que sean de agrado para el consumidor.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARES, A.** *Agricultural Commodities* [en línea]. Australia: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences, 2015. [Consulta: 12 julio 2020]. Disponible en: <https://www.agriculture.gov.au/abares>
2. **AGILA, A.** *Características de la fibra de Alpaca* [en línea]. Argentina: INTA, 2013. [Consulta: 03 junio 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/116617466/Caracteristicas-de-la-lana>
3. **AGUIRRE, F.** Producción comercial de fibra fina de alpaca mediante tecnologías de reproducción asistida y crianza semiintensiva [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. 2011. pp. 30-57. [Consulta: 2020-06-11]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315870/aguirre\\_lf-pub.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315870/aguirre_lf-pub.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
4. **ALTMAJER, D.** Formulaciones detergentes biodegradables ensayos de lavado en fibra [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad de Granada, Granada, España. 2004. pp. 26-41. [Consulta: 28 junio 2020]. Disponible en: <https://hera.ugr.es/tesisugr/15847093.pdf>
5. **ARIELA, C.** *Participación en la oferta mundial de fibras textiles* [En línea]. Argentina: Investigadora EEA INTA Cuenca del Salado, 2012. [Consulta: 22 julio 2020]. Disponible en: <https://www.doccity.com/pt/fibra-y-lana-de-ovinos/4865824/>
6. **ASOCIACIÓN ESPAÑOLA EN LA INDUSTRIA DEL CUERO** . *Normas de calidad de los cueros y fibras* . Igualada, España : IUP, 2012.
7. **BARELLA, M.** *Una aproximación a la historia de la técnica textil y de la confección*. Editorial. 1a Edición. Barcelona, España: Edit Costura, 2011, pp. 45 - 67
8. **BARRANTES, C.** Caracterización de plantales de los sistemas de producción alpaquera de la sierra central del Perú. *Rev. investig. vet. Perú* [en línea], 2018, (Perú) Vol. 4(32), pp. 13,35,48. [Consulta: 22 junio 2020]. ISSN 1609-9117. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v29n4/a28v29n4.pdf>

9. **BARROS, R.** *La fibra de alpaca mejorada*. [blog]. 2015. [Consulta: 24 julio 2020].  
Disponible en: <http://apttperu.com/una-fibra-alpaca-mejorada/>
10. **BECERRA, E.** *El teñido natural* [en línea]. Chile: SCRIBD ,2012. [Consulta: 17 junio 2020].  
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/77489557/El-Tenido-Natural>
11. **BERTAMINI, F.** *Producción ovina, análisis y perspectivas* [en línea]. Uruguay: INIA-OPYPA, 2017. [Consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en:  
[http://www.camaramercantil.com.uy/uploads/cms\\_news\\_docs/Cadena%20Ovina%20anuario%20OPYPA%202015%20.pdf](http://www.camaramercantil.com.uy/uploads/cms_news_docs/Cadena%20Ovina%20anuario%20OPYPA%202015%20.pdf)
12. **BLANXART, D.** *Materias textiles*. 3a Edición. Barcelona, España: Edit.Revista de Industria Textil., 2012. pp. 34 - 59
13. **BURTON, L.** Teñido de Lana de Oveja Con Tintes Naturales [en línea]. Argentina: PROIDER, 2015. [Consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/259846693/Tenido-de-Lana-de-Oveja-Con-Tintes-Naturales>
14. **BUSTINZA, V.** *La Alpaca: Crianza, Manejo y Mejoramiento*. 2a Edición. Puno, Perú: Oficina de Recursos del Aprendizaje Sección Publicaciones, 2001. pp. 28 -45.
15. **CARDOZO, A.** *Avances en conocimiento de la fibra de alpaca*. 1ª Edición. La Paz ,Bolivia: CENEFA, 2012, pp. 246 - 253.
16. **CARILLO, J & SALGADO, V.** Implementación de un Sistema de Lavado de Lana en el Laboratorio de Fibras y Lana de la Facultad de Ciencias Pecuarias [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. pp. 52,62,63. [Consulta: 2020-07-11]. Disponible en:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7772/1/27T0372.pdf>
17. **CARMINEDO, A.** *La lana una vision optimista*. [blog]. 2017. [Consulta: 15 Junio 2020].  
Disponible en: <http://www.protectora.org.ar/economia-y-finanzas/lana-una-vision-optimista/6391/>
18. **CARRASCO, J.** Proporción de pelos en vellones clasificados según edad en alpaca Huacaya hembra [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional del Altiplano,

- Puno, Perú. 2009. pp. 56-57. [Consulta: 2020-07-17].
19. **CHAVEZ, L.** Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Empresa Productora y Comercializadora de Prendas tejidas en Hilado de Fibra de Alpaca en la Región Arequipa. Arequipa [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú. 2015. pp. 16,65. [Consulta: 2020-05-23]. Disponible en: [http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/14922/1/CHAVEZ\\_MEZA\\_LUI\\_EST.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/14922/1/CHAVEZ_MEZA_LUI_EST.pdf)
  20. **CISNEROS, H.** *Diámetro de fibra y porcentaje de pelos en alpacas Huacaya*. 1ª Edición. Puno, Perú: Esparto, 2008, pp. 36 -39
  21. **CONTRERAS, A.** Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (Vicugna pacos) de color blanco [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 2009. p. 25. [Consulta: 2020-05-17]
  22. **CORDOVA, M.** Comparación de la calidad de las fibras de Vicugna pacos (alpaca) y Lama glama (llama) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. p. 25. [Consulta: 2020-05-17]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5205/1/17T1290.pdf>
  23. **DE GEA, G.** *El ganado lanar en la Argentina*. 1ª Edición. Rio Cuarto, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto, 2004, pp. 246
  24. **DIAZ, J.** Principales características de la fibra de alpacas Huacaya y Suri del sector Chocoquilla-Carabaya [En línea] (Trabajo de titulación). (Medicina) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 2014. pp. 21, 52. [Consulta: 2020-06-29]. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2053/Diaz\\_Rozas\\_Jaime\\_Alain.pdf?seque=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2053/Diaz_Rozas_Jaime_Alain.pdf?seque=1&isAllowed=y)
  25. **DUGA, L.** *Características más importantes de las fibras provenientes de camélidos sudamericanos (llamas, alpacas y sus cruza y guanacos)*. 1ª Edición. Montevideo, Uruguay: SOPENCO, 2015, pp. 3 - 23
  26. **FAO.** *Situación actual de Los camélidos sudamericanos*. [En línea]. País: FAO, 2005. [Consulta: 15 Junio 2020]. Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914\\_eu.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914_eu.pdf)



27. **FLORES, J.** *Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas.* 1ª Editorial. Cuzco, Perú: Centro de Estudios Andinos Cuzco-CEAC, 2008, pp. 13,15,310.
28. **GARRIDO, M.** *Estructura de la fibra de la lana ovina.* 2ª Edición. Buenos Aires, Argentina: EEA Chubut INTA, 2016, pp. 23, 34,56,67.
29. **GIRONA, J.** *Estudios sobre las lanas españolas.* 2ª Edición. Madrid, España: Edit Terrassa, 2008, pp. 23 - 39
30. **HEIFER. 2019.** Comercialización De Fibra De Alpaca De Comunidades De Los Páramos Andinos [blog]. 2019. [Consulta: 15 Junio 2020]. Disponible en: <http://webheifer.111.com.ec/proyecto/comercializacion-de-fibra-de-alpaca-de-comunidades-de-los-paramos-andinos/>
31. **HIDALGO, L. 2019.** *Escala de calificación de las variables sensoriales de la fibra de alpaca.* Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo, 2019, p. 25
32. **HUEBLA, W & REA J.** Industrialización, Diseño y elaboración de artículos terminados con las fibras de alpaca [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 56,59,62,63. [Consulta: 2020- 07-27]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13503/1/27T0423.pdf>
33. **INEC. III Censo nacional Agropecuario.** [En línea]. Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2009. [Consulta: 22 de Abril 2020]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/To mo\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/To_mo_CNA.pdf)
34. **JACOME, P.** *Tecnológica de la lana.* [En línea]. Uruguay, 2017. [Consulta: 08 de Junio 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/116617466/Caracteristicas-de-la-lana>
35. **LEÓN, U.** Efecto del ambiente controlado y no controlado sobre el diámetro de lana y fibra de alpaca en verano e invierno [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) UNA La Molina, Lima, Perú. 2008. pp. 15,71,72. [Consulta: 2020-07-06]. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=942928&pid=S0004-0592200900040000800015&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=942928&pid=S0004-0592200900040000800015&lng=es)

36. **MARSAL, F.** *Vaporizado de las mechas de lana peinada; sus ventajas técnicas y económicas*. 1ª Edición. Guanajuato, México: Edit. Ind. Textil., 2009, p. 29.
37. **MENDEZ, P.** *La fibra de alpaca características, tipos y propiedades*. [blog]. 2018. [Consulta: 25 julio 2020]. Disponible en: <https://www.aboutespanol.com/que-es-la-alpaca-3201503>
38. **MENDOZA, C.** Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (Vicugna pacos) con aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional De Huancavelica, Huancavelica, Perú. 2018. pp. 53,56. [Consulta: 2020-06-01]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2581/TESIS-2018-ING-%20AGROINDUSTRIAL-MENDOZA%20HUAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
39. **ELVIRA, M.** Lana: mercado mundial y nacional, perspectivas y calidad [en línea]. Argentina: Laboratorio de Lanass Rawson-EEA Chubut INTA, 2017. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp\\_inta\\_lanass\\_mercado\\_mundial\\_nacional\\_2015.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_lanass_mercado_mundial_nacional_2015.pdf)
40. **MINAGRI.** Producción de fibra de Alpaca [en línea]. Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2012. [Consulta: 12 de Abril de 2020.]. Disponible en: [https://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/266/1/agroeconomia\\_ovino.pdf](https://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/266/1/agroeconomia_ovino.pdf)
41. **MONTESINOS, R.** Características físicas de la fibra de Alpacas Huacaya y Suri de color en el Banco de germoplama Quinsachata [En línea] (Trabajo de titulación). (Medicina) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 2000. p. 25. [Consulta: 2020-07-01].
42. **MUELLER, P.** *Novedades en la determinación de diámetros de fibra y su relevancia en programas de selección* [en línea]. Argentina: INTA, 2007. [Consulta: 18 junio 2020].
43. **OBANDO, R.** Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2013. [Consulta: 2020-07-12]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/tesis.pdf>
44. **OLIVERO, L.** *Teñido de la lana ovina*. 2016.

45. **PASCAJA, R.** Comparación De Las Características Físicas De Las Fibras De La Llama Ch´Aku (Lama Glama) Y La Alpaca Huacaya (Lama Pacos) Del Centro Experimental Quimsachata Del Inia - Puno [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2009. p. 25. [Consulta:2020-06-21]. Disponible en:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1711/PAN%2012-144-TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. **PAUCAR, C.** Curtición De Pieles De Llama Con La Utilización De Cuatro Niveles De Tanino Mimosa En La Obtención De Cueros Para Talabartería [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2009. pp. 29,53. [Consulta: 2020-06-29]. Disponible en:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/847/1/27T0127.pdf>
47. **PERALTA, E.** *El ataco, sangorache o amaranto negro (Amaranthus hybridus L.) en Ecuador. Publicación miscelánea* [en línea]. Ecuador: INIAP, 2008. [Consulta: 01 Agosto 2020]. Disponible en:  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2710/1/iniapscpm143.pdf>
48. **PÉREZ, J.** *Tintura de la lana ovina y sus productos empleados*. 1ª Edición. Lima, Peru: Mascuerdo, 2017, pp. 34 - 41.
49. **PINAZO, R.** Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E. [En línea] (Trabajo de titulación). (Medicina) Univ. Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 2000. pp. 28,34. [Consulta: 2020-07-11].
50. **PONCE DE LEÓN, M & MACARENA, M.** Optimización de los parámetros para la curva de teñido con colorantes ácidos, reactivos y complejo metalico en fibra de alpaca [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, Arequipa, Peru. 2014. p. 29. [Consulta: 2020-06-22]. Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4007/IQpocamm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
51. **QUISPE, E.; et al.** Bases para un programa de mejora en la región altoandina de Huancavelica-Perú. Archivos de Zootecnia [en línea], 2009, (Perú) Vol. 58(224), pp. 705-716.

[Consulta: 26 Junio 2020]. ISSN 1885-4494. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922009000400008](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922009000400008)

52. **ROQUE, L & ORMACHEA, E.** Características productivas y textiles de la fibra en alpacas Huacaya de Puno, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru* [en línea], 2018, (Perú) Vol. 29(4), pp. 1325-1334. [Consulta: 17 Julio 2020]. ISSN 1325-1334. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172018000400027](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000400027)
53. **SACCHERO, D.** *Utilización de medidas objetivas para determinar calidad de lanas* [en línea]. Argentina: Memorias del VII Curso actualización en Producción Ovinas INTA, 2005. [Consulta: 28 Abril 2020]. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina\\_lana/69-calidad\\_lanas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/69-calidad_lanas.pdf)
54. **HAYTARÁ, J.** Evaluación de parámetros tecnológicos de la fibra de alpaca Huacaya (Lama pacos) mediante los métodos de Laserscan y micro proyección [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) UNALM, Lima, Perú. 2007. pp. 23,32,65,87. [Consulta: 2020-04-29].
55. **SOLÍS, R.** *Producción de Camélidos Sudamericanos*. 2ª Edición. Huancayo, Perú: Asher, 2006.
56. **TREJO, W.** Estudio de las Correlaciones Fenotípicas entre Diámetro de Fibras y la Escala de Colores en Alpacas Huacaya [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Univ. Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2007. p. 87. [Consulta: 2020-05-26].
57. **YARANGA, R & ATANACIO, A & LEÓN E.** *Manual de Buenas Prácticas Ganaderas en la Crianza de Alpacas Región Junín* [en línea]. Perú: Proyecto de Investigación y Extensión Agrícola – PIEA., 2006. [Consulta: 17 Junio 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/329287505/Manual-de-Buenas-Practicas-Ganaderas-Alpaca-Region-Junin>

