



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“INDUSTRIALIZACIÓN, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE
ARTÍCULOS TERMINADOS CON LA FIBRA DE ALPACA”**

Trabajo De Titulación

Tipo: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORES: WENDY KAROLA HUEBLA SOCAG

JESICA MICAELA REA REA

DIRECTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA Ph.D

Riobamba – Ecuador

2019

DERECHOS DE AUTOR

©2019, Wendy Karola Huebla Socag y Jesica Micaela Rea Rea

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

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Investigativo, **“INDUSTRIALIZACIÓN, DISEÑO Y ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS TERMINADOS CON LA FIBRA DE ALPACA”**, de responsabilidad de las señoritas egresadas WENDY KAROLA HUEBLA SOCAG Y JESICA MICAELA REA REA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. MSc. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Maritza Lucía Vaca. Mg.

ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **WENDY KAROLA HUEBLA SOCAG** y **JESICA MICAELA REA REA** somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Wendy Karola Huebla Socag

Jesica Micaela Rea Rea

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestras hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al doctor Hidalgo Luis tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los habitantes de la comunidad de Calerita Santa Rosa por su valioso aporte para nuestra investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTOR	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN	1
 CAPITULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Generalidades de la Vicugna pacos (alpaca)	3
1.1.1. Antecedentes	3
1.1.2. Vicugna Pacos (ALPACA)	3
1.2. Estructura de la fibra de alpaca	5
1.3. Características físicas de la fibra de alpaca	7
1.3.1. Finura	7
1.3.2. Determinación de los índices de la fibra	7
1.3.3. Finura del hilado	9
1.3.4. Longitud	9
1.3.5. Color y tonalidad del vellón	10
1.3.6. Brillo o lustre	10
1.3.7. Diámetro de la fibra	10
1.3.8. Coeficiente de variación del diámetro de fibra	11

1.3.9.	<i>Factor de confort</i>	11
1.3.10.	<i>Índice de curvatura de la fibra</i>	12
1.4.	Procesos de industrialización de la fibra de alpaca	12
1.4.1.	<i>Importancia de la esquila y la clasificación de fibra de los vellones</i>	12
1.4.2.	<i>Clasificación de la fibra</i>	12
1.4.3.	<i>Apertura de la fibra</i>	13
1.4.4.	<i>Sistema de lavado de la fibra</i>	13
1.4.5.	<i>Secado, reposando y lubricación</i>	15
1.4.6.	<i>Cardado</i>	15
1.4.7.	<i>Peinado</i>	16
1.4.8.	<i>Sistema de teñido</i>	16
1.5.	Características productivas de la fibra de alpaca	17
1.5.1.	<i>Producción de tela y otros productos de alpaca</i>	18

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	20
2.1.	Localización y duración del experimento	20
2.2.	Unidades experimentales	21
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	21
2.3.1.	<i>Materiales</i>	21
2.3.2.	<i>Equipos</i>	21
2.3.3.	<i>Productos químicos</i>	22
2.3.4.	<i>Instalaciones</i>	22
2.4.	Tratamientos y diseño experimental	22
2.5.	Mediciones experimentales	23
2.5.1.	<i>Resistencias Físicas</i>	23
2.5.2.	<i>Sensoriales</i>	23
2.5.3.	<i>Mediciones objetivas del hilo</i>	23
2.5.4.	<i>Económicas</i>	23

2.6.	Análisis estadísticos y prueba de significación	23
2.6.1.	<i>Esquema del experimento</i>	24
2.6.2.	<i>Esquema del ADEVA</i>	24
2.7.	Procedimiento experimental	24
2.7.1.	<i>Trabajo de campo</i>	25
2.7.2.	<i>Trabajo de laboratorio</i>	25
2.7.2.1.	<i>Clasificación de la fibra de alpaca</i>	25
2.7.2.2.	<i>Eliminación de impurezas y lavado</i>	25
2.7.2.3.	<i>Secado y cardado</i>	26
2.7.2.4.	<i>Hilado</i>	26
2.7.2.5.	<i>Teñido</i>	27
2.7.2.6.	<i>Diseño y Confección de artículos textiles</i>	28
2.8.	Metodología de evaluación	28
2.8.1.	<i>Resistencias físicas dela fibra de alpaca</i>	28
2.8.1.1.	<i>Porcentaje de elongación</i>	28
2.8.1.2.	<i>Resistencia a la tensión</i>	29
2.8.2.	<i>Calificaciones sensoriales</i>	30
2.8.2.1.	<i>Intensidad del color, puntos</i>	30
2.8.2.2.	<i>Tacto, puntos</i>	30
2.8.2.3.	<i>Textura</i>	31
2.9.	Mediciones económicas	31
2.9.1.	<i>Costos de producción</i>	31
2.9.2.	<i>Relación beneficio costo, USD</i>	31
 CAPÍTULO III		
3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
3.1.	Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra	32
3.1.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	32
3.1.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	34

3.2.	Evaluación de las calificaciones sensoriales de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra	36
3.2.1.	<i>Color</i>	36
3.2.2.	<i>Tacto</i>	38
3.2.3.	<i>Textura</i>	40
3.3.	Evaluación de las resistencias físicas del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual	42
3.3.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	42
3.3.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	43
3.3.3.	<i>Solidez a la luz</i>	45
3.4.	Evaluación de las calificaciones sensoriales del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual	47
3.4.1.	<i>Color</i>	47
3.4.2.	<i>Tacto</i>	49
3.4.3.	<i>Textura</i>	51
3.5.	Evaluación de las resistencias físicas del hilo de alpaca hilado a máquina utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra	53
3.5.1.	<i>Resistencia a la tensión</i>	53
3.5.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	55
3.5.3.	<i>Solidez a la luz</i>	56
3.6.	Evaluación de las características sensoriales del hilo de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.	57
3.6.1.	<i>Color</i>	57
3.6.2.	<i>Textura</i>	60
3.7.	Manual de industrialización y de la fibra de alpaca	61
3.7.1.	<i>Clasificación de la fibra</i>	61
3.7.2.	<i>Delimitación de las partes del vellón</i>	61
3.7.3.	<i>Características de la fibra de alpaca</i>	62
3.7.4.	<i>Propiedades físicas de la fibra de alpaca</i>	63
3.7.5.	<i>Pasos para realizar la clasificación</i>	63

3.7.6.	<i>Lavado</i>	64
3.7.6.1.	<i>Materiales para el lavado</i>	64
3.7.6.2.	<i>Procedimiento de Lavado</i>	64
3.8.	Secado – Cardado - Hilado	65
3.9.	Teñido o tinturado	66
3.9.1.	<i>Colorantes naturales</i>	66
3.9.1.1.	<i>Mordientes</i>	66
3.9.1.2.	<i>Materiales para el teñido</i>	67
3.10.	Manual de elaboración de prendas a base de fibra de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) ...	68
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	76
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación de la fibra de alpaca.....	5
Tabla 2-1: Finura de la fibra de alpaca	9
Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de la parroquia san juan.....	20
Tabla 2-2: Esquema del experimento.....	24
Tabla 3-2: Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	24
Tabla 1-3: Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.	32
Tabla 2-3: Evaluación de las calificaciones sensoriales de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.....	36
Tabla 3-3: Resistencias físicas del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	42
Tabla 4-3: Calificaciones sensoriales del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	48
Tabla 5-3: Evaluación de las resistencias físicas del hilo de alpaca hilado a máquina utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.	53
Tabla 6-3: Evaluación de las características sensoriales de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas, para el lavado de la fibra.	58
Tabla 7-3: Categorización de la fibra de alpaca.....	62
Tabla 8-3: Colorantes Naturales	66
Tabla 9-3: Evaluación Económica	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Estructura de la fibra.....	6
Figura 2-1: Medición del diámetro de la fibra de alpaca.....	8
Figura 3-1: Proceso de lavado de la fibra.....	15
Figura 4-1: Cadena productiva de la fibra de alpaca.....	19
Figura 1-2: Ubicación Geográfica de la parroquia San Juan.....	20
Figura 1-3: Partes del vellón de la alpaca (Vicugna Pacos).....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.....	33
Gráfico 2-3:	Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.....	35
Gráfico 3-3:	Color de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.....	37
Gráfico 4-3:	Tacto de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.....	38
Gráfico 5-3:	Textura de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.....	40
Gráfico 6-3:	Porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	44
Gráfico 7-3:	Porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	46
Gráfico 8-3:	Color del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	49
Gráfico 9-3:	Tacto del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	50
Gráfico 10-3:	Textura del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.....	51
Gráfico 11-3:	Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca hilada a mano utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.....	54

Gráfico 12-3:	Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.	55
Gráfico 13-3:	Solidez a la luz de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.	56
Gráfico 14-3:	Color del hilo de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.	59
Gráfico 15-3:	Textura de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes productos (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Estadísticas de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavados.
- Anexo B:** Estadísticas del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado.
- Anexo C:** Estadísticas del color de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado
- Anexo D:** Estadísticas del tacto de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado
- Anexo E:** Estadísticas de la textura de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado
- Anexo F:** Estadísticas de la resistencia a la tensión del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.
- Anexo G:** Estadísticas descriptivas del porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.
- Anexo H:** Estadísticas descriptivas de la solidez a la luz del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.
- Anexo I:** Estadísticas descriptivas del color del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.
- Anexo J:** Estadísticas descriptivas del tacto del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.
- Anexo K:** Estadísticas descriptivas de la textura del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.
- Anexo L:** Estadísticas de la resistencia a la tensión del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

- Anexo M:** Estadísticas del porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.
- Anexo N:** Estadísticas de la solidez a la luz del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.
- Anexo O:** Estadísticas del color del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.
- Anexo P:** Estadísticas del tacto del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.
- Anexo Q:** Estadísticas de la textura del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.
- Anexo R:** Evidencia fotográfica del proceso de Clasificación – Eliminación de Impurezas de la fibra de alpaca.
- Anexo S:** Evidencia fotográfica del proceso del lavado de la fibra de alpaca.
- Anexo T:** Evidencia fotográfica del secado y carado de la fibra de alpaca.
- Anexo U:** Evidencia fotográfica del proceso de Teñido y secado de la fibra de alpaca.
- Anexo V:** Evidencia fotográfica de las pruebas físicas del Hilo de alpaca
- Anexo W:** Evidencia fotográfica del diseño y elaboración de las prendas tejidas.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo industrializar, diseñar y elaborar prendas tejidas con la fibra de alpaca, la misma que se realizó en la Comunidad Calerita Santa Rosa y en el laboratorio de fibras y lanas agroindustriales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. En el proceso de lavado, se utilizaron 15 unidades experimentales con un peso de 200 gramos de fibra y se utilizó un diseño completamente al azar en tres tratamientos: Tratamiento 1= 5 (Bicarbonato de sodio más sal en grano), Tratamiento 2= 5 (detergente biodegradable), Tratamiento 3=5 (la combinación de los dos sistemas anteriores). Obtuvimos un hilo que fue hilado de forma manual y otro hilado en máquina, el teñido natural se lo efectuó con *Beta vulgaris* (remolacha), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Allium cepa* (cebolla), *Bryophyta* (musgo). Las variables evaluadas fueron: resistencia a la tensión (N/cm²), porcentaje de elongación (%), solidez a la luz (puntos), color (puntos), tacto (puntos) y textura (puntos). Los análisis físicos de la fibra, reportaron los resultados más altos de tensión (2663.33 N/cm²), y elongación (53.50 %) en el tratamiento 1, en los análisis del hilo hilado en forma manual y mecánica en el tratamiento 3 se consiguió la mejor tensión (2278.00 y 466.67 N/cm²), elongación (73.50 y 75 %) y solidez a la luz (3.60 y 4.00 puntos) respectivamente. En la escala de evaluación sensorial se aprecia que en el tratamiento 3, obtuvimos ponderaciones altas de color (4.60, 4.40 y 4.80 puntos), tacto (4.40, 4.60 y 4.40 puntos) y textura (4.80, 4.80 y 4.60 puntos) correspondientes a los análisis de la fibra, hilo hilado en forma manual y el hilo hilado en máquina. Concluimos que en el tratamiento 3 (Bicarbonato de sodio más sal en grano y detergente biodegradable), se logró obtener un hilo de calidad, adecuado para la confección de artículos provenientes de la fibra de alpaca. Recomendamos realizar más estudios de industrialización de fibra de *Vicugna pacos* para ayudar a las organizaciones alpaqueras de la provincia de Chimborazo.

Palabras claves

< INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS > < INDUSTRIALIZACION DE LA FIBRA >
< ALPACA, (*Vicugna pacos*) > < BICARBONATO DE SODIO > < SAL EN GRANO >
< DETERGENTE BIODEGRADABLE, > < RESISTENCIA A LA TENSION >
< PORCENTAJE DE ELONGACION > < PONDERACIONES >

SUMMARY

We industrialize, design and manufacture garments are woven with alpaca fiber, this research was carried out in the Santa Rosa Calerita Community, with the help of the agroindustrial fiber and wool laboratory of the Polytechnic Higher School of Chimborazo, Animal Science Faculty, Engineering in the livestock industry. In the washing process, 15 experimental units constituted by samples of 200 grams of fiber were used and modeled under a completely randomized design in three treatments: Treatment 1= 5 (Sodium bicarbonate plus salt in grain), Treatment 2=5 (biodegradable detergent), Treatment 3 = 5 (the combination of the two previous systems). We obtained a thread spun manually and in a machine, the natural dyeing was done with *Beta vulgaris* (beet), *Taraxacum officinale* (dandelion), *Allium cepa* (onion), *Bryophyta* (moss). The variables evaluated were: tensile strength (N/cm²), percentage of elongation (%), light fastness (points), color (points), touch (point) and texture (points). The physical analyzes of the fiber, reported the highest stress results (2663.33 N/cm²), and elongation (53.50%) in treatment 1, in the assessed of the yarn spun manually and mechanically in treatment 3 the better tension (2278.00 and 466.67 N / cm²), elongation (73.50 and 75%) and lightfastness (3.60 and 4.00 points) respectively. In the sensory evaluation scale, we can see that in treatment 3, we obtained high color weights (4.60, 4.40 and 4.80 points), touch (4.40, 4.60 and 4.40 points) and texture (4.80, 4.80 a 4.60 points) corresponding to the analysis of the fiber, yarn in manual form and yarn spun in machine. We conclude that in treatment 3 (sodium bicarbonate plus salt in grain and biodegradable detergent), it was possible to obtain a quality thread, suitable for making articles from alpaca fiber We recommend carrying out more industrial fiber studies of *Vicugna pacos* to help the alpaqueras organizations of the Chimborazo province

Keywords

<ENGINEERING IN LIVESTOCK INDUSTRIES> <FIBER INDUSTRY> <ALPACA, (*Vicugna pacos*) > <SODIUM BICARBONATE> <GRAIN SALT > <BIODEGRADABLE DETERGENT> <TENSION RESISTANCE> <PERCENTAGE OF ELONGATION> <WEIGHTING>

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el interés por la producción de camélidos sudamericanos domésticos ha crecido a nivel mundial, debido principalmente a las características de la fibra que le confiere su finura y dureza que le da unos atributos únicos como su capacidad térmica, su suavidad y resistencia haciéndola más exclusiva que otras fibras. (Quispe, 2009, p. 45)

En América del Sur se estima que existen aproximadamente más de 7,5 millones de camélidos sudamericanos, que están agrupados en cuatro especies, dos de ellas silvestres: la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*); y dos domésticos: la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*). (Quispe, 2009, p. 12)

De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2000 (INEC, 2014), el número de CSA domésticos existentes en el Ecuador fue de 23.686 animales entre alpacas y llamas, de las cuales el 8,54% (2.024) fueron alpacas y el 91,45% (21.662) llamas. A nivel regional, la Sierra es la que abarca la mayor población camélida con un 96,47% del total de CSA a nivel nacional. Entre las provincias se encuentran Pichincha, con el 29% de alpacas, Cotopaxi con el 43% de llamas. (Méndez, 2018, p. 32)

El sector de alpacas por poseer una fibra ligera cálida y resistente es calificado como una gran fuente de generación de empleo, dado que estas fibras se han convertido en un sustento para la economía de las comunidades de la Provincia de Chimborazo, entre ellas se encuentra la Organización Mushuk Kawsay perteneciente a la Comunidad Calerita Santa Rosa que de forma directa o indirecta comprometen a más de una familia. (Carpio, 2017, p. 10)

Las prendas que se venden son elaboradas y tejidas a mano por 14 artesanas que integran la asociación; las personas de mayor habilidad se encargan de hilar, las prendas se comercializan en las plazas artesanales y mercados. La comunidad posee obras artísticas que reflejan lo más significativo de sus culturas, se destaca las artesanías tejidas a base de fibra, entre otras expresiones de arte. (Alcantara, 2009, p. 34)

La organización Mushuk Kawsay realizaba prendas que se comercializaban a base de fibra de alpaca de manera rutinaria; con el nuevo sistema de industrialización se busca obtener prendas con un valor agregado para que puedan vender a un costo más elevado.

Los artículos que son confeccionados a base de esta fibra natural se enfocan en las preocupaciones globales por el medio ambiente, el propósito es crear prendas que sean sostenibles en cada etapa usando sistemas biodegradables que no dañen o perjudiquen al medio ambiente.

La finura de la fibra de alpaca es muy versátil por lo que ha surgido la necesidad de que se confeccionen prendas, diferentes a los que las integrantes ya elaboran, aprovechando de esta manera la fibra de tercera clase. En este sentido, la supervivencia y el crecimiento de la organización está ligada a la evolución, al cambio y a saber adaptarse a lo que demandan los clientes mediante la elaboración de nuevos productos tejidos sin quedarse atrás.

Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron

- Realizar un diseño innovador con la fibra de *Vicugna pacos* (alpaca), para la obtención de calzado, marroquinería, alfombras, tapetes y artículos tejidos.
- Aplicar tres sistemas de lavado: bicarbonato de sodio más sal en grano, detergente biodegradable y la tercera la combinación de los dos sistemas anteriores.
- Determinar la calidad tanto física como sensorial, de la fibra de *Vicugna pacos* (alpaca), para confeccionar artículos de marroquinería, alfombras, tapetes y artículos tejidos, después de comparar los tres sistemas de lavado de fibra.
- Elaborar las prendas y el catálogo de los artículos terminados (calzado, marroquinería, alfombras, tapetes y artículos tejidos) con fibra de *Vicugna pacos* (alpaca).
- Calcular beneficio/ costo de los artículos elaborados con la fibra de *Vicugna pacos* (Alpaca).

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades de la *Vicugna pacos* (alpaca)

1.1.1. *Antecedentes*

Los Incas se dedicaban a la crianza de las alpacas hace 5000, por su fibra, su carne y como animal de carga. Según una antigua leyenda Inca, las alpacas fueron cedidas por los dioses a los seres humanos en el monte Ausangate de Perú, y permanecerían en la tierra a condición de que fueran tratadas con amabilidad y respeto. En el Ecuador su introducción ha sido reciente sin embargo es notorio su gran capacidad de adaptación al medio, proporcionando una actividad muy rentable. (Manso, 2011, p 35).

En América, las únicas culturas que domesticaron extensivamente animales se ubicaron en el sur del continente, especialmente en lo que ahora son los países andinos. Hace unos 6 000 años se inició la domesticación de vicuñas y guanacos, especies de las que derivan las actuales alpacas y llamas, respectivamente. Este proceso de formación de las razas debe haberse fortalecido durante el periodo de hegemonía incaico. (Mendez, 2018, p. 23)

Los camélidos modernos derivan de especies prehistóricas originadas en Norteamérica que desaparecieron de esa región hacen más de 11 millones de años. Antes de su desaparición algunos camélidos ancestrales migraron hacia el sur del continente para evolucionar en los camélidos sudamericanos actuales que incluyen dos especies domésticas: llama (*Lama glama*) y alpaca (*Vicugna pacos*) y dos especies silvestres: guanaco (*Lama guanicoe*) y vicuña (*Vicugna vicugna*). (Solís, 2006, p. 56)

1.1.2. *Vicugna Pacos (ALPACA)*

La alpaca es una de las cuatro especies de CSA, de estatura más pequeña que la llama, con rasgos muy semejantes a su antecesor silvestre la vicuña (Marín, J. et al., 2007, p. 5). La distribución de esta especie es producto de la domesticación, que se registra desde hace 6000 a 7000 años en las Punas centrales de Perú (De Lamo, 2011, p 18). La alpaca con todas sus cualidades, es especializada para la

producción de fibra, creada de un proceso de selección, practicado desde épocas precolombinas (Aguirre, 2011, p. 22)

- La alpaca como especie doméstica es criada en rebaños, inicia su etapa de reproducción entre los 2 y 3 años de edad, tiene una gestación que dura los 11.5 meses y produce una cría al año.
- Las alpacas nunca se reproducen a menos que vivan en tierras vírgenes como en el Perú Bolivia y Ecuador, por más que muchos países deseen criar esta raza, sus condiciones ambientales no son lo suficientemente adecuadas como para propiciar su reproducción.

La alpaca se utiliza en gran variedad de formas, desde prendas económicas creadas para su uso y venta por comunidades aborígenes a productos más costosos como trajes de caballero y prendas de diseño. En Norteamérica existen pequeños grupos de criadores que han formado lo que se conoce como "cooperativas de fibra", con el fin de abaratar su producción, (Cordova, 2014, p. 34).

En nuestro país con la introducción de este animal se han formado organizaciones que se dedican no solo a la producción de carne sino también industrialización de la fibra y confección de artículos muy finos. La alpaca produce una fibra ligera, cálida y resistente. En apariencia tiene un aspecto denso y lustroso. Viven en manadas numerosas que pastan todo el año en la meseta de los Andes, siempre en una altitud superior a los 3000 metros sobre el nivel del mar, (Aynibolivia, 2018, p. 1).

Su periodo de gestación es de casi un año, y dan a luz una sola cría. De los cuatro camélidos diferentes que existen en América del sur, la llama, la vicuña, el guanaco y la alpaca, es el último el más importante y valorado por su domesticidad y las telas que se consiguen a partir de tejer sus lanas. Si bien todos estos camélidos producen fibra, la de alpaca es la mejor con diferencia, por lo que los criadores se suelen decantar por esta especie, (Vásquez, 2015, p. 12).

El producto principal que se obtiene de la alpaca es la fibra que tiene características textiles muy apreciadas. La fibra de alpaca tiene muchas cualidades, se ha convertido en la favorita de vendedores, diseñadores y clientes, a continuación, se describe algunas de sus ventajas:

- La fibra de alpaca es muy fina, puede llegar a los 19 micrones de finura, es tres veces más fuerte que el de la oveja y siete veces más caliente.
- La fibra de alpaca tiene excelentes cualidades aislantes y térmicas por tener bolsas de aire microscópicas en el interior eso también la hace más liviana pero aún muy caliente.

- La fibra de alpaca tiene un brillo sedoso que se mantiene pese a la producción, teñido o lavado, no contiene lanolina.
- La fibra de alpaca no retiene el agua y puede resistir a la radiación solar, es resistente a las tensiones multidireccionales durante la confección logrando prendas muy durables y de cuidado fácil, siendo un ahorro para las personas y mayor cuidado para nuestro ambiente.
- La fibra de alpaca es hipo alérgico por su gran finura, tiene más de 22 colores naturales (café y grises).
- La fibra de alpaca no sólo se hila se la puede afieltrar obteniendo hermosos paños y fieltro manual de alpaca. (Cordova, 2014, p. 34).
- Por estas ventajas anteriormente descritas la fibra de alpaca es considerada el oro de los Andes, se le mide en micrones y cuanto mayor el micronaje más suave (Aynibolivia, 2018, p. 1) es como se indica en la tabla 1-1:

Tabla 1-1: Clasificación de la fibra de alpaca.

Clasificación	Símbolo	micronaje
Baby	BI	17 a 23
Superfina	FS	23,1 a 26,5
Superfine media	FSM	26,5 a 29
Huariza	HZ	29,1 a 31,5
Gruesa	AG	más de 31,5

Fuente: (Aynibolivia, 2018, p. 1).

1.2. Estructura de la fibra de alpaca

Las fibras del reino animal forman 2 grupos distintos las glándulas sedosas (seda). Seda silvestre y seda marina. En cuanto a folículos pilosos se encuentra la lana y el pelo de diversos animales. (Vásquez, 2015, p. 56).

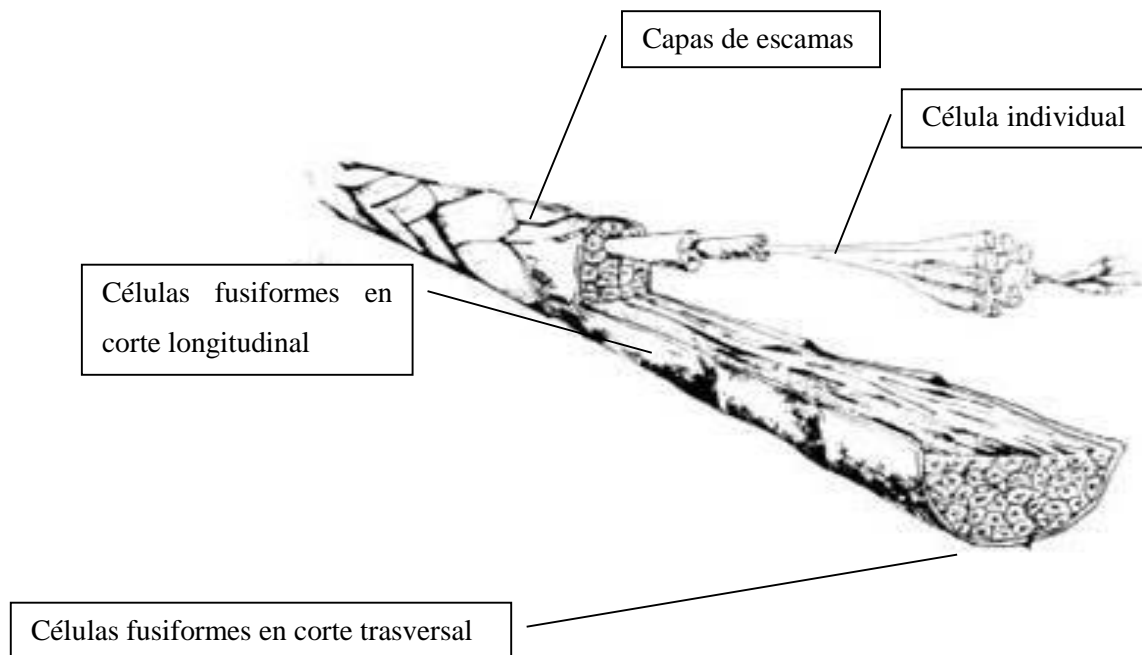


Figura 1-1: Estructura de la fibra.

Fuente: (Vásquez, 2015, p. 68).

El pelo de la fibra consta de 2 partes el bulbo o raíz que forma la parte interior del pelo que se toma de la dermis del animal y el pelo propiamente dicho constituido por la parte exterior del mismo que sale de la epidermis. La raíz en el interior de la piel se haya rodeado por una serie de glándulas secretadoras que pueden dividirse en dos grupos. (Aylan et al; 2002, p. 23)

- De glándulas que segregan ácidos grasos y sales minerales (principalmente sales potásicas) cuya combinación da al pelo la constancia suficiente para resistir la abrasión de los rayos solares, así como también algunos agentes atmosféricos durante su crecimiento.
- El otro grupo de glándulas denominadas sebáceas que segregan las grasas o ceras que cubren el pelo y forman su parte exterior haciéndolo impermeable. La fibra de alpaca proviene de dos variedades o razas que son la Huacaya y Suri.
- Especie Suri: Para algunos técnicos esta especie produce mejor cantidad y calidad de pelo, su fibra es más delgada y larga. Su especie demanda más cuidados en su crianza. Su vellón tiene la peculiaridad de ser ligeramente más pesado, compuesta por mechales de naturaleza lacia, brillante y suave al tacto. El vellón se caracteriza con fibras que se agrupan en mechales

espiraladas que caen paralelas al cuerpo, de gran longitud, son de constitución más angulosa y textura fina.

- Especie Huacaya: Es un animal mucho más resistente al medio ambiente. En cuanto a la fibra que produce, esta es más corta que la de la especie Suri. Tiene un vellón en que las fibras crecen perpendicularmente a la superficie del animal, con rizamiento variable.

1.3. Características físicas de la fibra de alpaca

Las características físicas de la fibra de alpaca se describen a continuación:

1.3.1. *Finura*

Señala que la variabilidad del diámetro de la fibra de alpaca, en relación a las diferentes zonas del vellón es excesivamente alta, tal como la del pecho, en donde se presentan fibras con los más altos diámetros, disminuye en la dirección antero superior y aumenta en grosor en la región del costillar. Las fibras de mayores diámetros se encuentran en la región del pecho y de los miembros con un promedio de 40 micras. (Bustinza, 2001, p. 49).

Contrariamente, las fibras de menores diámetros se encuentran en la línea media superior del animal, con un promedio de 19 micras de diámetro. El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF), es una medida de amplitud relativa del diámetro de la fibra alrededor de la media dentro de un vellón, de manera que un vellón con CVDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales que lo componen, produciendo un hilo más resistente, (Bustinza, 2001, p. 49).

1.3.2. *Determinación de los índices de la fibra*

Los índices de la fibra que se deben tomar en cuenta se indican a continuación:

- El índice de confort (IC) o factor de comodidad, entendiéndose que a mayor confort se tiene fibras de menor diámetro.
- El índice de curvatura (ICur) de la fibra es una característica textil adicional que se utiliza para describir la propiedad espacial de una masa de fibras.

- La finura al hilado (FiHi) es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo. En este contexto, las correlaciones entre estas variables permiten conocer la manera como están relacionadas entre ellas. (Alamilla, 2001, p. 78)

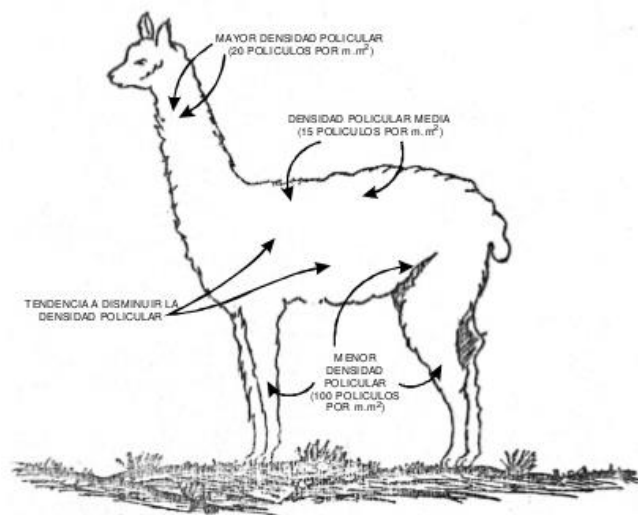


Figura 2-1:Medición del diámetro de la fibra de alpaca.

Fuente: (Bustinza, 2001, p. 87).

La variación del diámetro en la alpaca está influenciada por factores de edad, sexo, nutrición, enfermedades. La finura de la fibra está directamente relacionada con la media del diámetro de fibra (MDF). La clasificación de los vellones se basa principalmente en esta característica, permite una mejor valoración al momento de la comercialización; es decir, vellones de mejor calidad tienen mejores precios La finura promedio está comprendida dentro de los límites que se indican en la tabla. (Carrasco, 2009, p. 90)

Tabla 2-1: Finura de la fibra de alpaca

SIMBOLO	DIÁMETRO EN MICRAS
XT	22.0 – 24.99
X	22.0 – 24.99
AA	25.0 – 29.99
A	30.0 – 35.99
SK	Mayor de 30
LP	Mayor de 30.0

XT: Fibra de primera esquila X: fina AA: Media

A: gruesa SK: Largas LP Pedazos

Fuente: (Contreras, 2009, p. 98).

1.3.3. *Finura del hilado*

La finura del hilado, es una medición que se obtiene usando el diámetro de fibra y el coeficiente de variación, con la finalidad de poder estimar el rendimiento de la fibra cuando se hace girar en el hilado. La finura al hilado (FH) expresada en micras (spinning fineness), provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CV MDF).

La idea original viene de Martindale (1945), que fue indicada y planteada por Anderson (1976) como “effective fineness” y que, posteriormente fue modificada por una ecuación práctica llamándose a dicho valor finura al hilado y es una característica fuertemente heredable. La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento. (Tobar, 2011, p. 79)

1.3.4. *Longitud*

Existe una relación directa entre el diámetro y la longitud en el sentido que a mayor longitud las fibras tendrán mayor diámetro. Por otro lado, la longitud de fibra varía en relación al tipo de variedad. Además, se aprecia que al referirse al contorno o perfil en la apreciación microscópica del corte transversal de la fibra de alpaca, se observa en lo referente a la finura, que esta exhibe gran variación desde el circular o cilíndrico hasta el elíptico o arriñonado. (Ortega, 2013, p. 90)

Una fibra de alpaca que ofrezca un perfil o contorno circular tendrá mejores propiedades para la hilatura, que la forma elíptica arriñonada. Rizo: La fibra proveniente de la variedad Huacaya, exhibe cierto grado de rizamiento, característica que le confiere mayor extensibilidad que aquella

perteneciente a la variedad Suri. Resistencia: Por trabajos de investigación, se ha comprobado que la fibra de alpaca Huacaya ofrece mayor resistencia que las catalogadas como finura media de lana. (Aylan-Parker. J. & Mc Gregor, 2002, p. 78)

1.3.5. *Color y tonalidad del vellón*

La fibra ofrece una rica variedad de gama de tonalidades naturales que constituye en factores apreciado para la industria textil. En relación a colores, los vellones de alpaca, tanto en Suri como Huacaya, muestran una gama de tonalidades que varían desde el blanco hasta el color negro. Suavidad: Esta característica física, posiblemente constituye una de las más importantes en la fibra de alpaca, en las dos variedades, su virtud se reconoce al tacto. (Carrasco, 2009, p. 67).

1.3.6. *Brillo o lustre*

La Huacaya presenta un brillo similar a ciertas razas de ovinos, mientras que la Suri, ofrece un brillo parecido a los cabritos de la raza Angora productores de la fibra mohair, (Carrasco, 2009, p. 67).

La conservación de la biodiversidad de colores de la alpaca es imperiosa, ya que las perspectivas son muy alentadoras en la demanda de colores naturales de fibra alpaca en la industria textil y en productores artesanales, constituyéndose como una de las potencialidades del poblador altoandino, es por ello, que en las políticas nacionales en estos últimos años han dado mucha importancia a las alpacas de color, desde el punto de vista ecológico, económico y social, (Aylan-Parker. J. & Mc Gregor, 2002, p. 43).

1.3.7. *Diámetro de la fibra*

Esta medición se refiere al diámetro que existe cuando la fibra se corta transversalmente. Se mide en micrones (micras), lo que equivale a una milésima parte de un milímetro. El diámetro de fibra es ampliamente reconocido como la característica más importante de la fibra. En consecuencia, las fibras más finas pueden ser transformadas en hilos de tal manera que se adecuen para la confección de una gran variedad de productos textiles. (Mendez, 2018, p. 23)

Los resultados de MDF conllevan a considerar que un alto porcentaje de estas fibras son de buena calidad, de acuerdo a la actual clasificación de la Norma Técnica Peruana. Esto indicaría la presencia de animales con buena calidad de fibra, en especial de machos, lo que facilitaría la

selección de una élite de reproductores en las comunidades alpaqueras, (Guevara Pérez, et al., 1998, p. 92).

Las fibras de los animales deficientemente alimentados son más finas, pero menos resistentes que las fibras de los animales con mejor alimentación; problema que ocurre durante los periodos de sequía constante en las comunidades. (Ponzoni, 2000, p. 67)

La mayor finura del diámetro de la fibra (MDF) en los machos (19.6 μm), en comparación con las hembras (20.1 μm), resulta contradictoria con el reporte de (Aylan-Parker. J. & Mc Gregor, 2002, p. 78), quienes indican que los machos tienen mayor diámetro de fibra. Otros autores informan que no existe efecto del sexo sobre la MDF; sin embargo, concuerda con lo encontrado por (Montes, 2008, p. 40).

1.3.8. *Coefficiente de variación del diámetro de fibra*

El coeficiente de variación del diámetro de fibra (CVDF) es una medida de amplitud relativa del diámetro de la fibra alrededor de la media dentro de un vellón, no es afectado por el sexo de las alpacas. (Quispe et al. 2009, p.34)

Al respecto, se sabe que el CVDF tiene alta influencia sobre algunas propiedades requeridas en la industria textil, pues conjuntamente con el MDF determinan la finura al hilado de la fibra que está asociado al rendimiento del hilado. Además, tiene un efecto sobre la resistencia a la tracción, pues fibras con mayor CVDF tienen menor resistencia, afectando el rendimiento al cardado, al peinado y del tejido durante el proceso de transformación textil de la fibra. (McGregor, 2006, p. 78)

Un vellón con CVDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales. Se mencionan valores de Coeficiente de variación del diámetro de fibra entre 23.5 y 28.1%. Solo (McGregor, 2006, p. 78) , encontrón evidencia de que el CVDF disminuye rápidamente hasta los 2 a 3 años, para luego incrementar levemente hasta los 10 años de edad.

1.3.9. *Factor de confort.*

El factor de confort se define como el porcentaje de las fibras menores a 30 micras y se conoce también como factor de comodidad En contraste con el factor de confort es el factor de picazón, que describe el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 30 micras. (Carrasco, 2009, p 2)

Las prendas confeccionadas con fibras finas son altamente confortables en cambio prendas confeccionadas con fibras mayores a 30 micras causan la sensación de picazón debido a que los extremos de la fibra que sobresalen desde la superficie de los hilos son relativamente gruesas, sin embargo, si los hilos fueran más delgados serían más flexibles y existiría menor probabilidad de que provoquen picazón en la piel. (Mueller, 2000, p. 72)

1.3.10. *Índice de curvatura de la fibra*

Al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente. Tradicionalmente, la frecuencia de rizo es utilizado como un marcador indirecto del diámetro de fibra durante la venta de lotes de alpacas. Sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra o como el número de rizos por unidad de longitud. (Mueller, 2000, p. 121)

1.4. Procesos de industrialización de la fibra de alpaca

Los procesos de industrialización de la fibra de alpaca se describen a continuación:

1.4.1. *Importancia de la esquila y la clasificación de fibra de los vellones*

La importancia de la esquila en el proceso de transformación es ofrecer una fibra de alpaca de buena calidad, debido a esto se debe emplear prácticas apropiadas que te permita obtener una buena cosecha de fibra de alpaca. (Alamilla, 2001, p. 124)

1.4.2. *Clasificación de la fibra*

La clasificación es la primera y principal labor que se desarrolla en la transformación de la fibra, depende de esta labor la calidad del producto a ser exportado. El trabajo del seleccionador exige una gran habilidad ya que se necesita apreciar la finura de la fibra sucia. Entre los principales factores que se toman en cuenta para la clasificación de la fibra: la finura de la mecha, la longitud, el color y la raza del animal. En cuanto a la longitud, depende al proceso textil al cual se va a someter. (Barros, 2015, p. 45)

El sistema peinado requiere fibras largas de adecuada resistencia, ya que va a sufrir estiramiento y tensiones durante el proceso. El sistema de cardado puede aceptar fibras cortas, no muy largas ni resistentes. Los colores para efectos de clasificación se han dividido en: colores de combinación de fibras y colores de mezcla de mechas. Van del blanco al negro, pasando por crema y café. Los

colores de combinación de fibras conformada por diferentes tonalidades del gris. (Branzanti, 1989, p. 57)

1.4.3. *Apertura de la fibra*

Cuando las fibras provienen de la clasificación son revisados, ordenados de acuerdo a la demanda y dosificado de los clientes. Las fibras dosificadas pasan a través de una máquina de apertura que elimina parte de la arena y la materia vegetal y otras impurezas por un proceso mecánico. La eliminación de polvo en el proceso de apertura mejora el rendimiento de la fibra de fregado, ya que reduce el nivel de polvo alrededor de la máquina para fregar. (Bustinza, 2001, p. 49)

1.4.4. *Sistema de lavado de la fibra*

El lavado 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. (Barros, 2015, p. 56)

A fin de ahorrar el costo del flete de las impurezas, se les suele someter a un lavado previo. En los lavaderos industriales, antes del lavado, la lana se afofa suficientemente, pues, a consecuencia del embalado y del transporte, se presenta todavía en apretados fajos y es muy importante para el buen éxito de la operación que los pelos de la lana dejen paso a los agentes del lavado. (McGregor, 2006, p. 42)

Al mismo tiempo hay que eliminar también previamente el polvo, arena y demás impurezas groseras. Es muy importante que el agua empleada no sea dura ni contenga sales de hierro. De las lejías sucias de la máquina de lavado pueden recuperarse las sales que constituyen la suarda y la llamada grasa de la fibra. (Alcantara, 2009, p. 36)

En la maquinaria de lavado, el material a lavar entra sucesivamente en cinco tinas o barcas de lavado. La primera tina es de remojo: 0.5% de Na_2CO_3 y de 0.4% de detergente no iónico. Las dos barcas siguientes son de lavado, 0.2% de detergente no iónico y 0.5% Na_2CO_3 , la siguiente barca de lavado tiene un solo detergente no iónico al 0.2%. Cada barca tiene una temperatura de agua diferente, que oscila entre los 55 – 65 °C y contiene un exprimidor, el cual va eliminando al suciedad y grasa de las fibras. Las dos últimas son el enjuague con agua pura. (Cordova, 2014, p. 12)

El lavado consiste en el desengrase de la fibra sucia, hasta obtener una fibra limpia conteniendo como mínimo hasta 0.5 % de grasa residual. Este proceso es realizado industrialmente mediante

una máquina leviathan de 5 bateas, empleando detergente industrial biodegradable y agua potable. El lavado de fibra de alpaca se realiza en los mismos lavaderos para lana, pero considerando la menor concentración de jabón industrial debido a la mínima cantidad de grasa presente en la fibra. (Bustinza, 2001, p. 154)

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. (Barros, 2015, p. 56)

En la planta, se recepciona la materia prima (fibra sucia) en almacenes designados para tal efecto. Durante el proceso, la lana sucia se abre y sacude en la abridora, luego se lava en forma continua en varias tinajas de agua caliente. Se agrega detergente y carbonato de sodio a las tinajas para facilitar la remoción de las sustancias a eliminar. La fibra, una vez limpia, es secada en un secador de aire caliente y empaquetado en fardos, que luego son almacenados en el almacén de materia prima lavada. (Encinas, 2009, p. 46)

El lavadero de fibras animales está compuesto por:

- Un cargador;
- 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).

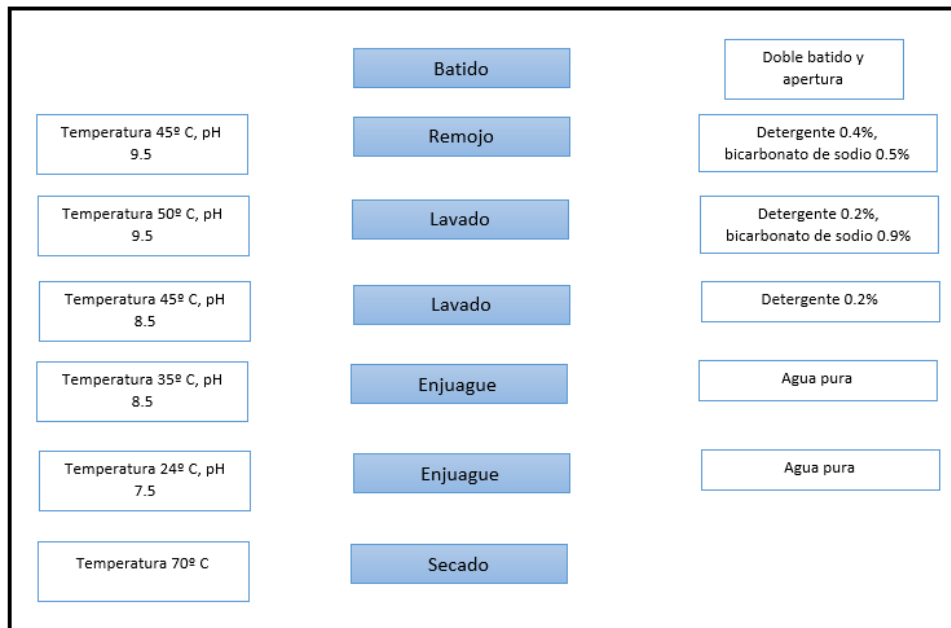


Figura 3-1: Proceso de lavado de la fibra.

Fuente: (Bustanza, 2001, p. 53).

1.4.5. *Secado, reposando y lubricación*

El secado es otro proceso caro porque necesita una mucha energía. Las fibras secas entran en una habitación donde se reposar durante al menos 10 horas. Después del descanso las fibras son lubricadas se añaden aceites. Un líquido antiestático impide la carga estática de las fibras que influya negativamente en sus propiedades de fabricación. (Bustanza, 2001, p. 131)

1.4.6. *Cardado*

El cardado es el proceso en el que el rebaño enredado de fibra de alpaca rastreado se convierte en una cardada astilla con mejor paralelización de la fibra. Al mismo tiempo que las impurezas podrían causar defectos en la apariencia de hilo son eliminados por medios mecánicos. Es importante que el proceso de cardado no rompa las fibras en la individualización y proceso de paralelización, porque la longitud de fibra es una característica de calidad importante. (Quispe, 2009, p. 122)

El producto final del proceso de cardado es una carda como astilla de peso definido y grosor. En el proceso de enmallado un subproducto llamado "Low-card" se produce. Este producto secundario se puede utilizar para llenar colchones. Se vende a un mínimo precio. Los residuos del proceso de cardado, son alrededor del 2-3%. 2.4.6. (Barros, 2015, p. 110)

Estirado y peinado, reporta que el objetivo del proceso de estirado es enderezar y paralelizar las fibras de la cinta de fibras en preparación para la operación de peinado. Peinar puede ser visto como una calidad asegurando operación. Un hilo de alpaca de alta calidad no contener fibras muy cortas (más cortas que 15 mm) o impurezas (NEPS, materias vegetales). (Safley, 2005, p 13)

La operación de rastreo elimina las fibras cortas, fibras y muy enredados restante materias extrañas. Al mismo tiempo la operación de peinado organiza las fibras largas restantes en una formación paralela y el montaje de las fibras en una franja continua. Normalmente las fibras están dispuestas en una astilla satisfactoria peso de definida y uniforme por unidad de longitud utilizando dos operaciones de estiramiento, 3-7% del peso de las fibras es perdido como residuales. Parte de los residuos pueden ser se vendidos. (Aguirre, 2011, p. 81).

El proceso de cardado tiene como fin homogenizar la mezcla de componentes de la fibra de Alpaca, ya que se presentan aglomerados luego del lavado, hasta llegar a su apertura completa, se inicia el proceso de cardado propiamente dicho, en el cual las cardas abren y pulen las fibras formando un velo, que es reunido en forma de una cinta a la salida de la carda. (Sachero, 2005, p. 87) Como resultado de este proceso, se obtiene un producto denominado Sliver y un subproducto conocido como bajo carda. La velocidad de la carda está en proporción de la finura del material a cardar, y puede variar de 20m/min hasta 70m/min. La merma promedio de la fibra durante el cardado varía entre un 4% a 7%. (Sachero, 2005, p. 87)

1.4.7. Peinado

El peinado elimina todas las fibras inferiores a una longitud determinada. Durante el peinado las fibras se paralizan completamente, se alinearán en relación al eje de la cinta. Posteriormente a la peinadora, siguen otros dos pasajes por intersecting acabadores, estos tienen por función el de seguir paralelizando las fibras y darle un estiraje para reducir el peso de la cinta por longitud; con estos últimos 2 pasajes, la materia prima sale enrollada en bobinas de aprox 5kg. El rendimiento promedio es de aproximadamente el 94 %. (Siguayro, 2009, p. 34)

1.4.8. Sistema de teñido

El teñido natural es un arte en donde se utilizan hierbas y distintos insumos. Su origen se remonta a épocas ancestrales. Los textos de historia universal nos dicen que se han hallado faraones (reyes egipcios) envueltos en textiles teñidos con colores naturales y cerámicas pintadas con pigmentos también naturales en el interior de las pirámides. (Bustanza, 2001, p. 50)

Al inicio de esta etapa, los hilados entran a las autoclaves de tintura. Previamente hay que preparar la solución de colorante, en la cual se añaden otros químicos como los igualantes y dispersantes para un correcto teñido y fijación de color. Posteriormente, se carga la porta materiales con las madejas, se introducen dentro de la autoclave y luego se colocan en la centrífuga. (Bustinza, 2001, p. 50)

Una vez centrifugadas las madejas que aún poseen 40% de humedad, se introducen en las secadoras. De estas últimas salen las madejas de hilado con 1% de humedad. Es a menudo es necesario eliminar los pigmentos desde fibras de color y teñir las fibras de un nuevo color. Como los tonos de color varían mucho entre los vellones incluida en la misma línea, el color también puede variar en las fibras blanqueadas. (Alamilla, 2001, p. 59)

En el proceso que se tiñen las fibras es variable. A veces las fibras se tiñen justo después del lavado, pero también es posible teñir los hilos terminados. El teñido tiene como propósito conseguir uniformidad del color, se debe hacer el mayor estiramiento de las mechas, para mezclar las fibras homogéneamente. Como los colorantes son caros, muchas veces resulta que es un proceso costoso. (Aguirre, 2011, p. 52)

1.5. Características productivas de la fibra de alpaca.

La industria textil considera a la fibra de alpaca como una fibra especial y, las prendas que se confeccionan con ellas, están clasificadas como artículos de lujo en el comercio de la fibra, el precio está principalmente en función a su cantidad y también a su calidad. Vellones más pesados y de fibras finas cuestan más que vellones menos pesados y de fibras gruesas, estimándose un costo de producción entre 3 a US\$ 4,1, bajo condiciones de crianza extensiva (Quispe, 2010, p 20).

Es así que el peso del vellón constituye una variable muy importante que es necesaria tener en cuenta en programas de mejora genética de ovinos, cabras llamas y alpacas Trabajos en Nueva Zelandia reportaron datos de peso de vellón de alpacas de 2,16 y 2 a 3,3 kg, respectivamente, (Carrasco, 2009, p. 54)

Por otro lado, aunque casi se ha generalizado que la fibra de los vellones obtenidos de las alpacas en las comunidades campesinas tiene baja producción y calidad, es posible obtener una producción promedio bianual de 2,3 kg. Sin embargo, bajo una crianza medianamente tecnificada es posible obtener una producción anual de 2,1 a 2,3 kg El vellón de los camélidos sudamericanos tiene muchas funciones, (Solís, 2006, p. 46) entre ellos:

- Evita la pérdida de agua cutánea,
- Protege de las inclemencias climatológicas como la abrasión de la piel,
- Permite el camuflaje mediante la coloración
- Favorece la termorregulación, relacionado con el metabolismo energético que mantiene al organismo dentro de un rango de temperatura óptima. Las fibras permiten a las alpacas una mejor adaptación a las condiciones medioambientales, en particular respecto al aire, pues tiene una mínima conductividad térmica debido que el aire es atrapado en el interior (en la médula) y entre las fibras, resultando un aislamiento inmejorable.

En función de éstas características, los componentes del vellón varían con la localización corporal, de este modo es más fino y largo en zonas de la espalda, dorso y flancos, siendo más grueso y corto en zonas de las extremidades y cabeza debiendo tomarse en cuenta estas consideraciones para la determinación de la zona muestral representativa para evaluar las características de la fibra de un vellón de alpaca, (Solís, 2006, p. 78).

La prenda final debe ser el resultado de una inversión en maquinaria textil y capacitaciones in situ. De esta manera se tiene un plan eficaz para exportar con éxito la fibra de este animal alto andino. “Se trata de que todo producto nacional deje huella por la calidad que tiene. La alpaca puede masificar su producción de calidad y convertirse en un ejemplo más de estos productos de élite, (Agronegocios, 2013, p. 112).

1.5.1. Producción de tela y otros productos de alpaca

La fabricación de la tela es, por una parte, directamente realizado por las industrias, que tienen sus plantas de fabricación de tela propia. Las industrias trabajan con manual y semi-industrial y maquinaria industrial. Ellos producen sus diseños propios, así como diseños exigidos directamente por los clientes internacionales. (Contreras, 2009, p. 21)

Existe una gran cantidad de mujeres de la localidad asociaciones que tejen suéteres, gorras, bufandas, guantes, etc. Algunas de las asociaciones fueron creadas en el marco de un proyecto de una ONG. Estas asociaciones suelen disponer de una mejor manera las condiciones de comercialización y en ocasiones trabajan con alguna maquinaria manual. Algunos de ellos se encargan de producir inclusive de acuerdo a los diseños que demanda y para la exportación. (Barros, 2015, p. 19)

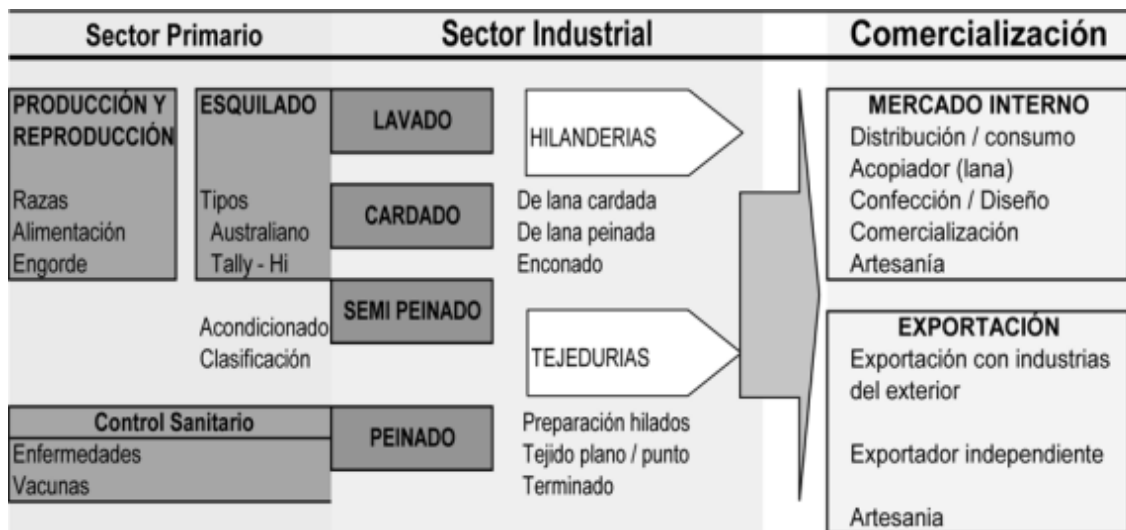


Figura 4-1: Cadena productiva de la fibra de alpaca

Fuente: (Solís, 2006, p. 12).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El trabajo experimental sobre el desarrollo de un sistema de industrialización, diseño y elaboración de artículos terminados con la fibra de *vicugna pacos* (alpaca) se desarrolló en la comunidad Calerita Santa Rosa, de la parroquia San Juan, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a 20 minutos de la cabecera cantonal, esta comunidad es de origen étnico Kichwa de la Sierra Centro y son parte del pueblo Puruhá, con tradiciones y sistemas de producción a base de la agricultura ganadería, artesanal y de turismo. Las condiciones metrológicas del cantón Riobamba se indica en la tabla 4-2.

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de la parroquia san juan.

Variable meteorológica	Valor	Unidad
Temperatura promedio	12 – 16	°C
Humedad relativa	0,7 – 1,88	%
Precipitación	500 - 1000	Mm
Velocidad del viento	4-7	Km/h

Fuente: Estación Agrometereológica de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, (2017).

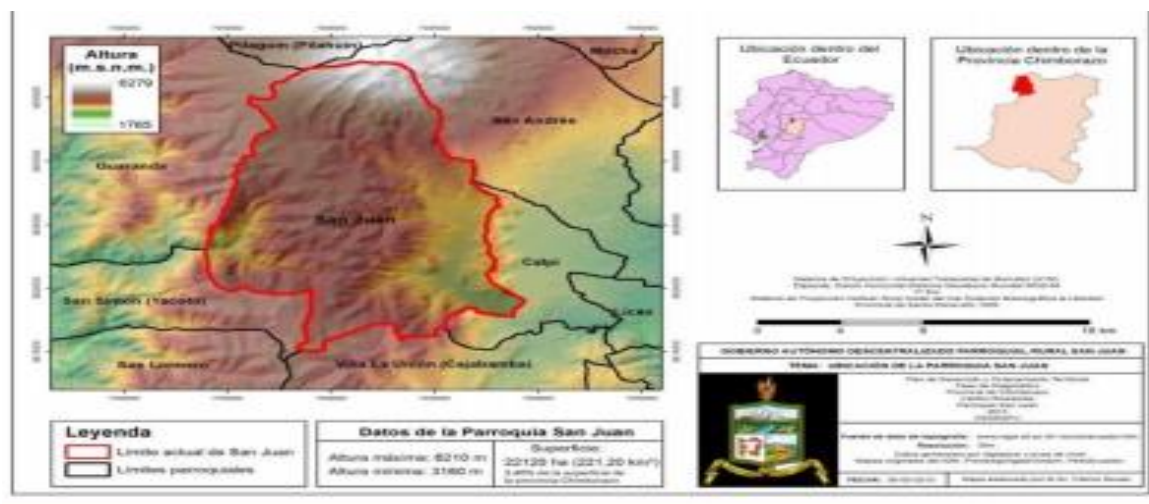


Figura 1-2: Ubicación Geográfica de la parroquia San Juan

Fuente: Estación Agrometereológica del GAD Riobamba

Los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de lanas y fibras agroindustriales de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, y los análisis físicos se los efectuó en el Laboratorio de Análisis de Calidad y resistencias Físicas de la misma facultad, ubicados en el kilómetro 1½ de la Panamericana Sur, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. La presente investigación tuvo una duración de 67 días.

2.2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron conformadas por madejas de hilo de 200 gramos en un total de 5 repeticiones por tratamientos; es decir, en cada tratamiento se utilizó 1000 gramos; como se realizaron 3 tratamientos, el total de gramos utilizados fue de 3000 gramos.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

- Mandiles
- Mascarillas
- Botas de caucho
- Guantes de hule
- Tinas
- Tijeras
- Mesa
- Termómetro
- Cronómetro
- Cilindro de gas.
- Fundas de lavado
- Tableros de secado

2.3.2. *Equipos*

- Lavadora de lana
- Máquina escarmenadora
- Máquina cardadora
- Equipo de hilado
- Bandejas de tintura

- Cocina industrial
- Equipo de control de calidad
- Pinzas superiores sujetadoras de muestras

2.3.3. *Productos químicos*

- Detergente
- Sal en grano
- Bicarbonato de sodio
- Agua

2.3.4. *Instalaciones*

- Laboratorio de Lanasy fibras Agroindustriales.

2.4. **Tratamientos y diseño experimental**

Las unidades experimentales fueron formadas bajo un diseño completamente al azar que se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad (\text{Ecuación 1-1})$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Media general

T_i = Efecto de los diferentes tipos de lavado

E_{ij} = Error experimental

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se aplicó el estadístico de Kruskal Wallis cuya fórmula se describe a continuación:

$$H = \frac{24}{nT(nT+1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT+1) \quad (\text{Ecuación 1-2})$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada tipo de lavado.

R = Rango identificado en cada grupo.

2.5. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se considerarán en esta investigación serán:

2.5.1. Resistencias Físicas

- Porcentaje de Elongación, %
- Resistencia a la tensión, N/cm²

2.5.2. Sensoriales

- Color
- Tacto
- Textura

2.5.3. Mediciones objetivas del hilo

- Resistencia del hilo
- Punto de quiebre

2.5.4. Económicas

- Costos de producción
- Relación Beneficio/costo

Los jueces que se utilizaron para la determinación de la calidad sensorial fueron especialistas conocedores de las propiedades físicas que debe presentar una vez procesada la fibra.

2.6. Análisis estadísticos y prueba de significación

Las pruebas de significancia que se emplearon en el presente trabajo investigativo se describen a continuación:

- Análisis de Varianza para variables paramétricas
- Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas
- Comparación de medias según Tukey ($P < 0,05$)

- Comparación de medias según Duncan ($P < 0,05$)

2.6.1. Esquema del experimento

El esquema del experimento que se aplicó en el presente trabajo experimental se describe a continuación en la tabla 5-2.

Tabla 2-1: Esquema del experimento.

Tipos de desengrasantes	Código	Repetición	TUE	Total hilo
Detergente	T1	5	200	1000
Sal en grano y Bicarbonato de sodio.	T2	5	200	1000
Combinación de los dos sistemas anteriores	T3	5	200	1000
Total		15	200	3000

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

2.6.2. Esquema del ADEVA

El esquema del Análisis de Varianza aplicado al presente trabajo experimental se describe a continuación en la tabla 6-2.

Tabla 2-2: Esquema del análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

2.7. Procedimiento experimental

La presente investigación se realizó en dos etapas:

2.7.1. Trabajo de campo

Una parte del sistema de industrialización de la fibra, tuvo lugar en la comunidad Calerita Santa Rosa, que corresponde a la selección de los vellones de acuerdo a las diferentes categorías de clasificación.

2.7.2. Trabajo de laboratorio

2.7.2.1. Clasificación de la fibra de alpaca

La clasificación es rigurosa y se requiere prescindir de personal altamente experimentado, que tenga principios, ética, muy buen criterio, tacto y visión, para extraer las porciones de fibra y ubicarlos en sus calidades respectivas, extra fina, fina, semi fina y gruesa.

La clasificación es el procedimiento en el que se rompe el vellón y se agrupa teniendo en cuenta el diámetro de fibra, longitud de mecha y color. De este modo, se pueden encontrar 04 categorías en los que se pueden seleccionar los vellones.

La categorización se realizó con el vellón completo, teniendo en consideración el porcentaje de fibras superiores o inferiores, el vellón propiamente dicho está constituido por la zona de la paleta, costillar medio, crupón y muslo, zonas de mayor uniformidad de finura y longitud. Las bragas están conformadas por patas, barriga y cuello; zonas heterogéneas y variables.

2.7.2.2. Eliminación de impurezas y lavado

El vellón recién esquilado se presentó muy sucio por lo que, antes de proseguir con su elaboración, es preciso limpiarlo convenientemente. Al mismo tiempo hay que eliminar también previamente el polvo, arena y demás impurezas groseras.

El lavado consistió en el desengrase de la fibra sucia, hasta obtenerla limpia, para el cual se utilizaron tres sistemas de lavado: Detergente (T1); Sal en grano y Bicarbonato de sodio, (T2) y la combinación de los dos sistemas anteriores, detergente, sal en grano y bicarbonato de sodio (T3).

El procedimiento fue el siguiente; se pesó en una balanza granera la cantidad de 200 gramos de vellón sucio, se cardo la fibra y se colocó en bolsas que permitieron el ingreso de agua, se calentó 3 litros de agua hasta que alcanzó los 45 °C, se pesó los ingredientes que se utilizaron en los

diferentes sistemas de lavado y luego se los disolvió en el agua caliente, después se introdujo la bolsa en el agua, la misma que reposo durante 30 minutos y se controló la temperatura (45°C), luego de haber transcurrido el tiempo descrito se retiró la fibra y se enjuago en agua fría.

Las cantidades utilizadas por cada tratamiento se describen a continuación:

- **T1:** Bicarbonato de sodio + sal en grano. Por cada 200 gr de fibra se ocupó 100 gr de NaHCO₃ y 32 gramos de sal en grano
- **T2:** Detergente: Por cada 200 gr de fibra se ocupó 100 gr de detergente biodegradable OZZ
- **T3:** Bicarbonato de sodio + sal en grano + Detergente: Por cada 200 gr de fibra se ocupó 100 gr de NaHCO₃, 32 gramos de sal en grano y 33 gramos de detergente biodegradable OZZ.

Teniendo en cuenta que se dividen para tres partes dichas cantidades, debido a que por cada 200 gramos de fibra se realiza tres lavados y en cada lavado se utiliza las porciones que se dividen.

2.7.2.3. *Secado y cardado*

La operación de secado comprende la evaporación del agua mediante la presencia del sol, se dejó estilar y se depositó sobre una superficie la fibra lavada, al final del proceso debe tener un promedio de 13% de humedad.

En el cardado, se eliminan los pelos cortos y restos pequeños, uniformizándose las mechas. Este proceso tiene como fin: Separar las fibras para que se puedan desplazar individualmente y no en conjunto; desenredar los enredos, aglomeraciones y fieltros de fibras (con la correspondiente rotura de fibra). Estirar y paralelizar las fibras lo más posible; entregar las fibras lo más paralelas posible en forma de mecha para el hilado. La merma promedio de la fibra durante el cardado varía entre 4 a 7%.

El cardado se lo realizó manualmente y lo más cuidadosamente posible para evitar que las fibras se corten, hasta que adquirió una textura suave y un peso muy liviano.

2.7.2.4. *Hilado*

Hilar se conoce como torsión a las vueltas realizadas a la masa de fibra y que permiten dar resistencia al hilo. Debe hacerse hasta cierto punto ya que mucha torsión endurece el hilo y hace que la prenda pierda finura. La dirección del hilado influye en la textura del tejido. El hilado de la fibra de alpaca se lo realizo mediante los siguientes procesos:

- Industrial: El proceso para fabricar hilo comienza en unas máquinas llamadas peinadoras que precisamente tienen esa función, peinar la fibra por medio de agujas; después la fibra pasa por un mecanismo llamado frotador, donde la fibra se estira y enrolla en tubos para pasar al siguiente proceso en las continuas donde por medio de rodillos y anillos se da torsión a la fibra para hacerla hilo; posteriormente pasa a la sección de torcido donde se juntan dos o más hebras.
- Manual: Una vez obtenida la fibra cardada se comienza a torcer las fibras con la mano desnuda hasta obtener un hilo del grosor deseado; con ayuda del Huso el cual es un palillo con un pequeño disco en su extremo. El hilo se ata al huso y se tuerce a medida que gira la rueda.

2.7.2.5. Teñido

Los colorantes naturales se encuentran al alcance de la mano y suelen ser principalmente aquellos de origen vegetal, como plantas, cortezas, flores, frutos, semillas, etc. La mayoría de los tintes naturales requieren de ciertos fijadores o asistentes para poder teñir. Estas sustancias son denominadas mordientes, las mismas que pueden ser de origen natural o químico, y facilitan la fijación del tinte a la fibra. Así mismo, funcionan como elementos que otorgan uniformidad y brillo al color. Los mordientes naturales son: limón, sal y vinagre.

Las cantidades utilizadas para teñir 200 gr de hilo en forma de madeja se describen a continuación:

- 6 litros de agua
- 200 gramos de colorante natural
- Remolacha - *Beta vulgaris* (fruto)
- Diente de león - *Taraxacum officinale* (flores)
- Cebolla colorada - *Allium cepa* (fruto)
- Musgo – Bryophyta
- 195 ml de vinagre

El procedimiento para los colorantes de cebolla, diente de león y musgo fue el siguiente:

- Paso 1.- En una olla se colocó los 6 litros de agua y una vez que comenzó a hervir se añadió los 200 gramos del colorante natural durante una hora hasta observar que suelta toda la tintura.
- Paso 2.- Se filtró los residuos del colorante natural para obtener solo el agua.

- Paso 3.- Se colocó el agua filtrada en una olla limpia, se procedió a agregar el vinagre y removerlo, finalmente se incorporó los 200 gramos del hilo.
- Paso 4.- Durante 30 minutos se hierve, procurando remover suavemente con un palo de madera.
- Paso 5.- Se enjuaga la madeja del hilado con agua tibia varias veces, hasta que el agua quedo cristalina. El secado se lo realizo bajo la sombra.

En el caso de la remolacha el procedimiento fue el siguiente:

- Paso 1.- En un recipiente se ralla la remolacha y se colocó los 3 litros de agua tibia y se añadió los 195 ml de vinagre hasta observar que suelta toda la tintura.
- Paso 2.- Se filtró los residuos del colorante natural para obtener solo el agua.
- Paso 3.- Se agregó los 200 gramos del hilo y se dejó en reposo durante una hora.
- Paso 4.- Se enjuaga la madeja del hilado con agua tibia varias veces, hasta que el agua quedo cristalina. El secado se lo realizo bajo la sombra.

2.7.2.6. Diseño y Confección de artículos textiles

Se procedió a determinar la calidad del hilo y modelar los artículos que se requiere para luego confeccionar las siguientes prendas: alfombra, tapete, cartera, zapatos, chale.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Resistencias físicas dela fibra de alpaca

2.8.1.1. Porcentaje de elongación

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad de la muestra de vellón de la alpaca para resistir las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la muestra de hilo de alpaca se reparte por el entramado fibroso a las zonas adyacentes y en la práctica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones, el procedimiento se describe a continuación:

- Se cortó una ranura en la muestra de la fibra y el hilo de alpaca, en extremos con su nudo correspondiente y se introducen en la ranura practicada en la muestra.

- Estas piezas deben estar fijadas por su otro extremo por las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas introducidas en la probeta se separarán a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro de la fibra y del hilo hasta su rotura total.

2.8.1.2. Resistencia a la tensión

Es la fuerza que ofrece la fibra al ser estirada sin que ésta se rompa. Es una característica importante para tomar en cuenta en los procesos siguientes (cardado, peinado, tejido, etc.). Para la realización de la prueba de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca se basará en los límites que infiere la Norma ASTM1553 (2003), del Comité Europeo de Normalización (CEN), y se realizó el siguiente procedimiento:

- Para la determinación de la resistencia a la tensión se utilizó un tensiómetro, que tendrá una velocidad uniforme de separación de la mordaza de 100 ± 20 mm/min.
- Luego se prepararon las mordazas de fibra que deberán medir por lo menos, 40 mm en dirección de la carga, las cuales fueron diseñadas para que la fuerza ejercida entre las mismas se mantenga constante cuando la probeta se la inmovilizará y se procurará cuidar que el centro de acción se ubique tan cerca como sea posible del centro de la probeta es decir colocada entre las mordazas y en ningún caso estar fuera del mismo y se conectará el aparato de medición.
- Posteriormente se procedió a la lectura de la carga o de la fuerza aplicada que debe localizarse en la parte de la escala que muestre en la calibración lecturas con un error máximo de 1%. El resultado es que el diámetro individual de cada fibra varía algunos micrones a lo largo de su desarrollo, y durante el proceso industrial se producen quiebres en las secciones más finas de las fibras. Desde el punto de vista industrial, si las fibras se rompen cercanas a la base o punta de la mecha, contribuyen a aumentar el bajo carda o el subproducto del peinado.
- Si en cambio las fibras rompen en su parte media, no se ve afectado el aumento del subproducto, pero afecta a la longitud media final de la lana peinada (Hm). Por estas razones, son importantes la resistencia de la mecha y la posición donde estas se quiebran.

2.8.2. Calificaciones sensoriales

2.8.2.1. Intensidad del color, puntos

La fibra de alpaca no puede ser teñida en colores más claros de los que se presenta en estado natural. Una lana amarilla limita obligadamente las posibilidades de teñido a colores oscuros. En cambio, una lana blanca puede ser teñida a cualquier color.

Debido a la tendencia de la moda a utilizar colores claros y/o suaves de tonos pastel, una lana de color blanco puede competir con ventaja en la comercialización y lograr mejores precios, para evaluar la intensidad de color se utilizó una escala que va de 1 a 5 puntos donde las puntuaciones más altas le corresponderán al hilo en el cual ha penetrado con mayor intensidad los colores del proceso de teñido y que esta intensidad sea profunda y homogénea o débil y superficial.

El color y las fibras coloreadas son dos asuntos separados. El término fibras coloreadas se refiere a la presencia de fibras pigmentadas o de aquellas manchadas, en el conjunto de fibras más claras. Las fibras coloreadas no son materias extrañas a la lana. Sin embargo, pueden ocasionar trastornos mucho más graves que algunas de las impurezas que pueda llevar, y es por ello que debe considerarlas también como agentes extraños.

Un grave inconveniente de la presencia de fibras origen animal de diferentes colores es el siguiente: en el proceso de lavado y en los procesos de preparación e hilatura es frecuente que al cambiar partidas de diferentes colores a blancos la maquinaria no se limpie bien, lo que origina ciertas contaminaciones de un lote o partida de fibras teñidas negras o colores oscuros. Si en dicha materia blanca se observan fibras negras o de color, se presenta el caso de tener que determinar si dicho contaminante es de fibra teñida o de fibra natural de color

2.8.2.2. Tacto, puntos

Para la determinación del tacto del hilo de alpaca desengrasado con diferentes productos se procedió a palpar la lana que corresponde a cada una de las repeticiones y se sentirá la sensación que produce, si esta es áspera, rugosa con demasiadas imperfecciones será calificada con las puntuaciones más bajas debido a que es sinónimo de que el lavado no se ha realizado a profundidad si por el contrario la sensación es agradable se considerara que el lavado fue completo hasta eliminar las impurezas más pequeñas, y se clasificara de primera calidad.

2.8.2.3. *Textura*

Fue necesario deslizar una muestra de hilo sobre las yemas de los dedos y apreciar la sensación que produce a la piel si es ligera , sedosa, suave o por el contrario si presenta asperezas que producen sensación desagradable porque son reflejo de presencia de motas o impurezas que no fueron eliminadas correctamente en el lavado correspondiendo a puntuaciones altas (5 puntos), el hilo que resulta más agradable a los sentidos del juez calificador y de1 aquel hilo más áspero, rugoso, en tanto que puntuaciones intermedias son resultado de hilos que van de suaves a ásperos.

2.9. Mediciones económicas

2.9.1. *Costos de producción*

Para la valoración de la optimización económica se verificó el costo unitario (costo por kilo de hilo) en cada tratamiento tomando en cuenta cada uno de los métodos de lavado

2.9.2. *Relación beneficio costo, USD*

La relación beneficio costo se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Egresos totales}}{\text{Ingresos Totales}} \quad (\text{Ecuación 1-3})$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra

3.1.1. Resistencia a la tensión

Los valores medios determinados por la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca, reportaron diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del lavado con diferentes sistemas, estableciéndose los mejores resultados en la fibra lavada con la mezcla de Bicarbonato + sal en grano (T1) puesto que los valores fueron de 2663.33 N/cm², y que descendió a 2100 N/cm², en la fibra lavada con detergente (T2), en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas por la fibra lavada con la mezcla de Bicarbonato + sal en grano + detergente (T3), puesto que valores de tensión fueron de 2126.67 N/cm², como se reporta en la tabla 7-3.

Tabla 1-3: Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.

SISTEMAS PARA EL LAVADO DE LA FIBRA						
VARIABLES FÍSICAS	T1	T2	T3	EE	Prob.	Sign.
Resistencia a la Tensión, N/cm ²	2663.33 a	2100.0 b	2126.67 b	153.27	0.0391	*
Porcentaje de elongación, %	53.50 a	47.50 a	47.50 a	9.39	0.8742	Ns

T1: Bicarbonato + sal en grano

T2: Detergente Biodegradable

T3: Bicarbonato + sal en grano+ detergente biodegradable

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019

De los resultados expuestos se aprecia que la opción adecuada para obtener una fibra de alpaca con menor cantidad de impurezas es utilizar bicarbonato de sodio más sal en grano ya que retira un mayor porcentaje de impurezas. (Grafico 1-3)

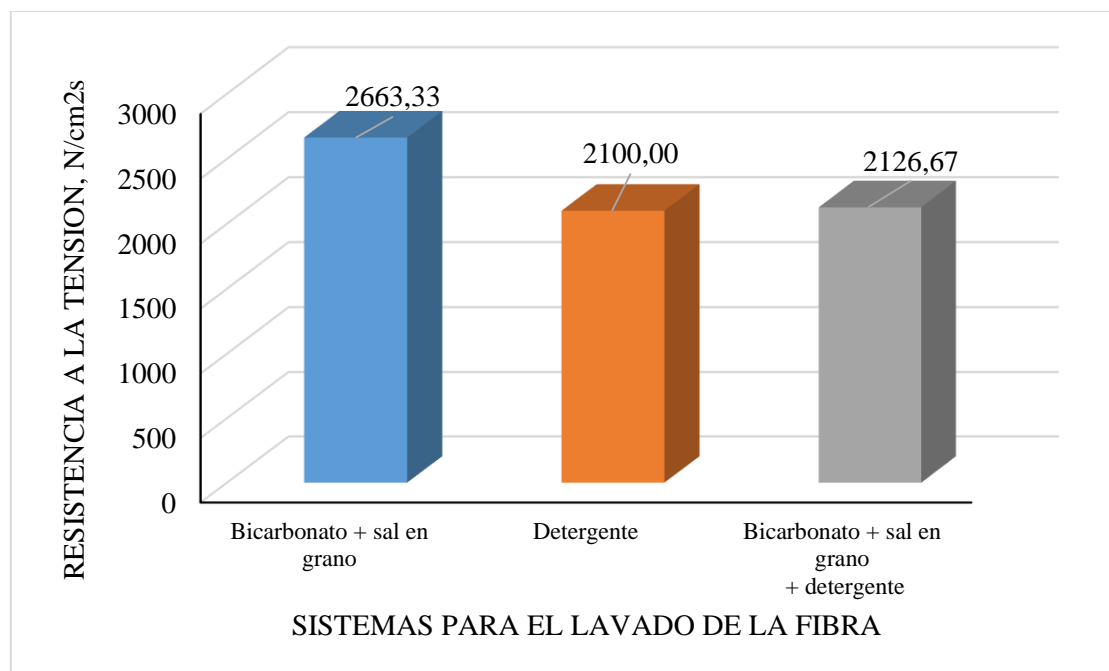


Gráfico 1-3: Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019

Lo que es corroborado con las apreciaciones de (Contreras, 2009, p 15), quien menciona que la fibra de alpaca tiene muchas cualidades y por ello se ha convertido en la favorita de vendedores, diseñadores y clientes el proceso de lavado, es el primero de los tratamientos en húmedo que experimenta la fibra de alpaca durante su manipulación y consiste en la separación de las impurezas, pues podría ser considerado como un proceso de purificación.

La fibra de alpaca grasienta contiene diferentes cantidades de materia vegetal y sustancias extrañas insolubles en álcalis, materia mineral, suint y humedad.

La remoción de todas estas impurezas, tanto naturales como adicionales, es de vital importancia en la manufactura de la fibra de alpaca, puesto que su presencia obstaculizaría enormemente las operaciones subsiguientes de cardado, hilado y teñido. Por lo tanto, la fibra debe entrar en la hilatura completamente libre de materias extrañas, a fin de que la hilandería pueda sacar el máximo provecho de ella.

El bicarbonato de sodio (también llamado carbonato sódico o hidrogeno carbonato de sodio o carbonato ácido de sodio) es un compuesto sólido cristalino de color blanco muy soluble en agua, con un ligero sabor alcalino parecido al del carbonato de sodio, de fórmula NaHCO_3 es un gran elemento blanqueante se usa a menudo para aumentar el pH y, por tanto, la alcalinidad total del agua de piscinas y spas.

El bicarbonato se puede agregar como una simple solución que restaura el balance de pH en aguas con altos niveles de cloro. El bicarbonato neutraliza el ácido de las baterías. Cuando se realiza el lavado de la fibra de alpaca la reacción va directamente sobre los enlaces iónicos entre los grupos terminales de aminoácidos ácidos (COO^-) y básicos (NH_3^+) 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).

Los enlaces disulfuro no se ven afectados por la presencia de agua, mientras que los enlaces hidrofóbicos entre cadenas apolares tienen lugar, únicamente en presencia de un elevado contenido en agua. Este efecto está directamente relacionado con la resistencia que presenta la fibra que al reaccionar con los sistemas de limpieza no se debilita y por lo tanto mejora la resistencia a la tensión.

Los resultados de la norma técnica IUP 6, infiere como límites permisibles entre 800 a 1200 N/cm² por lo tanto en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad siendo más evidente en la fibra que fue lavada con bicarbonato más sal en grano (T1).

3.1.2. *Porcentaje de elongación*

Para la variable sensorial porcentaje de elongación de la fibra de alpaca no se determinaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre medias, por efecto del lavado de la fibra de alpaca con diferentes sistemas estableciéndose las respuestas más altas en el lote de fibra lavada con bicarbonato + sal en grano (T1), puesto que los resultados fueron de 53.50 % y que desciende hasta alcanzar valores de 47,50 % en las muestras de fibra de alpaca que fue lavada con detergente (T2), y con bicarbonato+ sal en grano + detergente que registraron el mismo valor como se ilustra en el grafico 2-3.

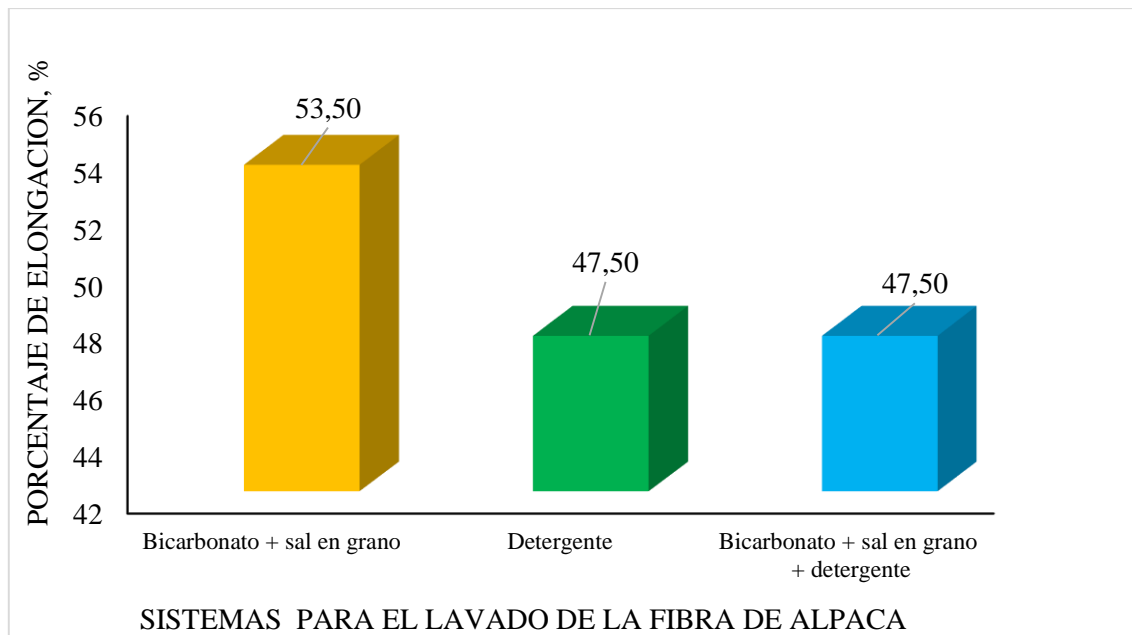


Gráfico 2-3: Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Es decir, la opción adecuada para el lavado de la fibra de alpaca se consigue al utilizar la combinación de bicarbonato más sal en grano puesto que se consigue que no exista el debilitamiento de la fibra de manera que al ser alargada no se rompa fácilmente, lo que asemeja el movimiento y la fuerza aplicada al tejer.

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Alcantara, 2009, p 13), quien menciona que la fibra de alpaca es muy fina, puede llegar a los 19 micrones de finura, es tres veces más fuerte que el de la oveja y siete veces más caliente.

Existen pocos estudios previos acerca de las condiciones de lavado de la fibra de alpaca, que proporcionen conocimiento para obtener una fibra lavada adecuada para el proceso posterior, sin embargo, de los reportes mencionados se aprecia que el uso de bicarbonato de sodio más sal en grano es la opción adecuada para la eliminación de la mayor parte puesto 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 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 no se desmejora el poder de flexibilidad o elongación.

La fibra de alpaca no retiene el agua y puede resistir a la radiación solar, es resistente a las tensiones multidireccionales durante la confección logrando prendas muy durables y de cuidado fácil, siendo un ahorro para las personas y mayor cuidado para nuestro ambiente.

Los resultados del porcentaje de elongación promedio que fue de 49.50 % se enmarcan dentro de las exigencias de calidad de la norma técnica IUP 6, infiere como límites permisibles entre 40 a 80 % de elongación por lo tanto en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad siendo más evidente en la fibra que fue lavada con bicarbonato más sal en grano.

3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.

3.2.1. Color

La variable sensorial color de la fibra de alpaca reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), por efecto del lavado con diferentes sistemas estableciéndose los resultados más altos con la combinación de Bicarbonato + sal en grano+ detergente (T3) las calificaciones fueron de 4.60 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala de (Hidalgo, 2019), las respuestas alcanzadas en el tratamiento T2 (detergente), con valores promedios de 3.20 y calificación buena, con bicarbonato + sal en grano (T1) se aprecia las respuestas menos eficientes con ponderaciones de 2.60 puntos y condición baja, como se ilustra en la tabla 8-3.

Tabla 2-3: Evaluación de las calificaciones sensoriales de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra

SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA									
VARIABLE	T1		T2		T3		EE	Prob.	Sign.
Color	2.6	b	3.2	B	4.6	a	0.29	0.0013	**
Tacto	3	b	3.4	Ab	4.4	a	0.27	0.0093	**
Textura	3.2	b	4	Ab	4.8	a	0.24	0.0022	**

T1: Bicarbonato + sal en grano

T2: Detergente Biodegradable

T3: Bicarbonato + sal en grano+ detergente biodegradable

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Es decir que, al combinar las bondades del bicarbonato de sodio, sal en grano y detergente se consigue un mejor color de la fibra de alpaca como se ilustra en el grafico 3-3 debido a que se han eliminado las impurezas y se consigue un material limpio lustroso y con presencia y con mayor rendimiento del lavado.

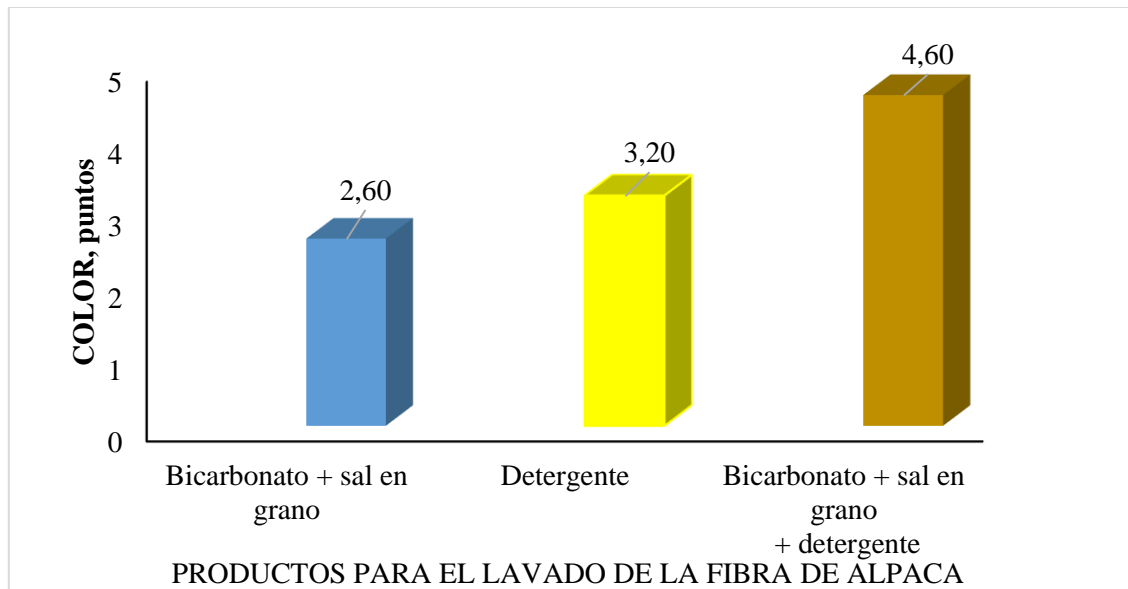


Gráfico 3-3: Color de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Barros, 2015, p 9), quien manifiesta que la calidad de las fibras se mide por el diámetro, largo y variedad de colores, la alpaca presenta más de veinte colores naturales de fibra, al conseguir buenos resultados en el proceso de lavado se conseguirá que la fibra de alpaca presente un brillo sedoso que se mantienen pese a la producción, teñido o lavado, no contiene grasa, aceite o lanolina.

Cuando se realiza el lavado de la fibra de alpaca es necesario utilizar sistemas que nos ayuden a conservar el color natural del animal, siendo necesario aclarar que existen diferentes razas de alpacas es decir no sólo existen alpacas blancas, sino también animales de colores naturales que, según los especialistas, llegan a ser de 22 tonalidades diferentes, en gamas que van del blanco al negro y varios matices del marrón.

Observar pacientemente el vellón exquisito en suavidad y brillo de los colores naturales, es un privilegio espectacular. Pero si a corto y mediano plazo no se toman las medidas legales necesarias y prosigue el proceso de blanqueo de la fibra, así como el sacrificio y venta indiscriminada de los animales, es posible pensar que dentro de cinco o diez años más, la alpaca de colores naturales

será sólo un grato recuerdo, por lo tanto, es necesario escoger el producto para el lavado más adecuado que consiga elimina las impurezas, o suciedades que desmejoran el aspecto de la fibra.

La conservación de la biodiversidad de colores de la alpaca es imperiosa, ya que las perspectivas son muy alentadoras en la demanda de colores naturales de fibra alpaca en la industria textil y en productores artesanales, constituyéndose como una de las potencialidades del poblador altoandino, es por ello, que en las políticas nacionales en estos últimos años han dado mucha importancia a las alpacas de color, desde el punto de vista ecológico, económico y social.

3.2.2. *Tacto*

La evaluación sensorial de la calificación sensorial de tacto de la fibra de alpaca reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto del lavado con diferentes sistemas de limpieza, estableciéndose las respuestas más eficientes en la muestra del tratamiento T3 (Bicarbonato + sal en grano + detergente) los resultados fueron de 4.40 puntos y condición muy buena según la escala propuesta por (Hidalgo, 2019, p. 1).

Se aprecia la evaluación del tacto de la fibra de alpaca del tratamiento T2 (detergente), ya que los resultados fueron de 3.40, y condición buena según la mencionada escala mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas por las muestras de fibra de alpaca de tratamiento T1 (Bicarbonato + sal en grano), con medias de 3.0 puntos y calificación baja, como se ilustra en el grafico 4-3.

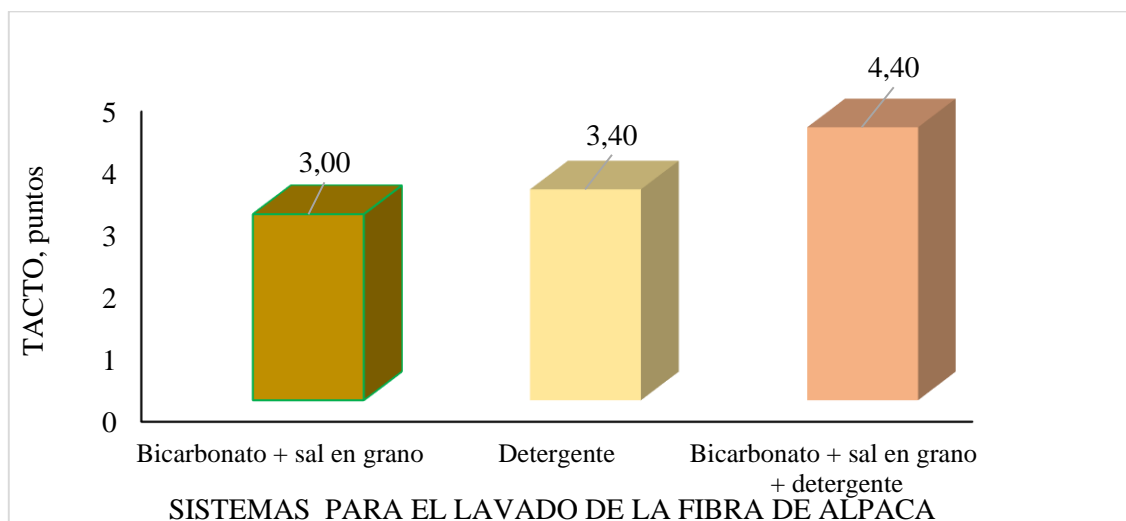


Gráfico 4-3: Tacto de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Al utilizar la combinación de bicarbonato de sodio más detergente y sal en grano se consigue una limpieza profunda de la fibra de alpaca para que el momento de deslizar las yemas de los dedos se produzca una sensación agradable puesto que se ha conseguido eliminar aquellas macro y micro impurezas adheridas a la fibra como son los restos de paja, cardos, y arena que la vuelven rugosa y áspera

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Barros, 2015, p 9), quien menciona que la naturaleza ha sido magnífica con la alpaca y ha dotado a sus lanas con características que la hacen únicas. El secreto de las fibras de alpaca reside en su estructura. Esta absorbe la humedad y permite que la piel respire haciéndola sentir fresca en el verano y ayudándola a conservar el calor durante el invierno.

La fibra de alpaca contiene bolsas de aire microscópicas, lo que hace posible crear prendas ligeras de peso y con gran poder térmico, es inusualmente fuerte y resistente. La fuerza de ella no disminuye con la finura, haciéndola ideal para el proceso industrial, es suave y delicada al tacto. Su estructura celular produce un tacto suave inigualado por otras fibras especializadas. La estructura de la fibra de alpaca y vicuña, la hacen muy suave al tacto, pudiéndose comparar con una fibra de 3 a 4 micrones más fina.

Las fibras más finas son más apreciadas ya que sus buenas propiedades tales como el brillo, suavidad al tacto, aptitud al fieltro son las más cotizadas así, catalogamos a la fibra en extrafinas, entrefinas, bastas, etc. La industria textil exige para su procesamiento, fibras de similares características (diámetro, color, largo, etc.) o sea, que posean “uniformidad”.

La fibra recién esquilada suele presentarse muy sucia por lo que, antes de proseguir con su elaboración, es preciso limpiarla convenientemente. Puesto que usualmente contiene grasas (excreción de las glándulas sebáceas), suint (excreción de las glándulas sudoríparas), impurezas inorgánicas (arcilla y arena), impurezas orgánicas (orina, excremento, componentes orgánicos de la tierra), materia vegetal y agua, el detergente deberá ser lo más biodegradable.

Los detergentes biodegradables son aquellos que contienen surfactantes que se descomponen o se degradan en un corto tiempo de manera natural y es que al ser consumidos por la propia naturaleza y los microorganismos que contienen, tardan poco tiempo en desaparecer, evitando la contaminación del agua y la acumulación en ríos o vertederos.

De esta manera con la apuesta por sistemas con surfactantes biodegradables se respetan mucho más los ecosistemas y no se afecta a la biodiversidad, el mismo efecto surge el bicarbonato que

es un blanqueante óptico por naturaleza , resulta barato e inocuo para el medio ambiente, por lo que merece ser redescubierto por su eficacia y usos múltiples como sería en el caso de la presente investigación para el lavado de la fibra y conseguir una limpieza profunda incrementa el poder del detergente para que al manipular la fibra se consiga una sensación agradable.

3.2.3. Textura

Los valores medios reportados por la textura de la fibra de alpaca reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto del sistema utilizado en la fase de lavado de la fibra de alpaca, estableciéndose las respuestas más altas cuando se utilizó el tratamiento T3 (Bicarbonato + sal en grano+ detergente) con medias de 4.80 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2019, p. 1).

Posteriormente se aprecian las respuestas determinadas por las fibras de alpaca del tratamiento T2 (detergente), debido a que los resultados fueron de 4.0 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, finalmente las respuestas más bajas de textura fueron localizadas en las muestras de fibra del tratamiento T1 (bicarbonato más sal en grano), ya que se registraron medias de 3.20 puntos y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 5-3.

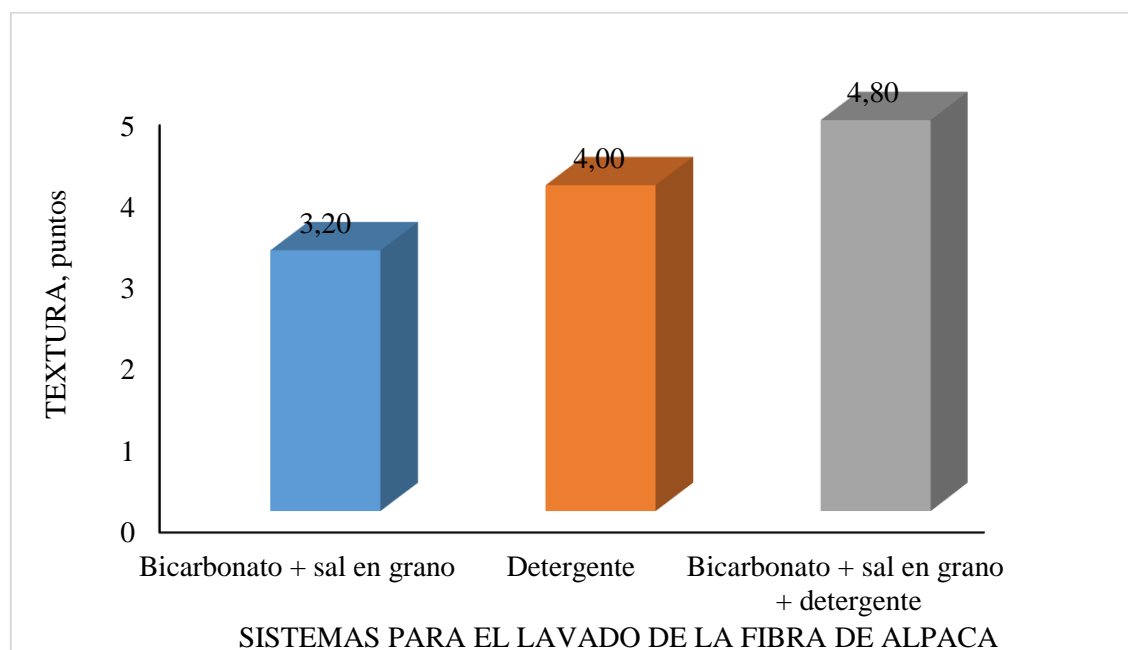


Gráfico 5-3: Textura de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jessica.

De los valores promedios expuestos en líneas anteriores se deduce que la combinación de Bicarbonato + sal en grano+ detergente (T3), mejora la limpieza de la fibra de alpaca logrando conseguir una textura ideal para la confección de artículos muy finos y bien poseionados en mercados tanto nacionales como internacionales lo que se debe a lo expuesto por (Rivera, 1998, p. 23), quienes manifiestan que para un estudio del proceso de lavado de fibra de alpaca, primero es necesario conocer el contenido de impurezas de fibra grasienta.

Un conocimiento del contenido de estas impurezas permitirá una mejor selección de las condiciones de lavado y sobre todo de los sistemas que consigan una limpieza más eficiente seleccionando sistemas que cuiden el ambiente.

El proceso de lavado, es el primero de los tratamientos en húmedo que experimenta la fibra de alpaca durante su manipulación y consiste en la separación de las impurezas, pues podría ser considerado como un proceso de purificación. La fibra de alpaca grasienta contiene diferentes cantidades de materia vegetal y sustancias extrañas insolubles en álcalis, materia mineral, suint y humedad (Wang et al., 2003, p7).

La remoción de todas estas impurezas, tanto naturales como adicionales, es de vital importancia en la manufactura de la fibra de alpaca, puesto que su presencia obstaculizaría enormemente las operaciones subsiguientes de cardado, hilado y teñido. por tanto, la fibra debe entrar en la hilatura completamente libre de materias extrañas, a fin de que la hilandería pueda sacar el máximo provecho de ella.

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 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 tiene un brillo sedoso que se mantienen pese a la producción, teñido o lavado.

Mejorar la textura de la fibra de alpaca es indispensable especialmente para la confección de capas y los abrigos, la tela tiene una excelente caída, apariencia, brillo natural y tacto, manteniéndose inalterable a través del tiempo, además, la fibra de alpaca es muy resistente a la radicación solar

y al calor y, a su vez, apenas absorbe la humedad ambiental y repele muy bien el agua. esta última propiedad hace que si llueve o se moja su aspecto, forma y calidad no se vean afectados.

3.3. Evaluación de las resistencias físicas del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual

3.3.1. Resistencia a la tensión

Los valores de resistencia a la tensión del hilo de alpaca hilada manualmente reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la aplicación a la fórmula de lavado de diferentes sistemas, estableciéndose los resultados más altos en el hilo del tratamiento T3 (bicarbonato + sal en grano + detergente), puesto que las respuestas fueron de 2278,00 N/cm², y que desciende a 1620.0 N/cm² al realizar el lavado con bicarbonato más sal en grano (T2), mientras tanto que las respuestas más bajas son registradas por las muestras de hilo de alpaca hilada manualmente y que fue lavada con detergente con promedios de tensión de 1054.50 N/ cm².

Es decir que al combinar detergente más sal en grano y bicarbonato de sodio en el lavado de la fibra de alpaca mejora las condiciones de resistencia a la tensión, por cuanto no existe una ruptura aparente y que es muy necesaria especialmente en el hilo que será tensionado el momento de la confección y el uso diario. (Tabla 9-3)

Tabla 3-1: Resistencias físicas del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual

VARIABLE	SISTEMAS DE LAVADO DE LA FIBRA							Prob.	Sign.
	T1	T2	T3	EE					
Resistencia a la tensión, N/ cm ²	1620	b	1054.5	b	2278	a	165.97	0.001	**
Porcentaje de elongación, %	45	b	53	ab	73.5	a	6.42	0.0023	*
Solidez a la luz, puntos	2.2	b	3.4	ab	3.6	a	0.29	0.012	*

T1: Bicarbonato + sal en grano

T2: Detergente Biodegradable

T3: Bicarbonato + sal en grano+ detergente biodegradable

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Lo que puede deberse a lo que indica (Carrasco, 2009, p. 23), quien menciona que la fibra de alpaca al presentar una buena resistencia a la tensión dan unas posibilidades casi infinitas para la creatividad y para poner nuestra confianza en un material que puede durar décadas. Por un lado, la fibra de alpaca puede estirarse el doble de su tamaño y encoger tres veces más, dependiendo de la combinación de calor, humedad y fricción que le demos. Su flexibilidad permite que adopte cualquier forma sin romperse.

Esto es muy práctico en el diseño de zapatos o prendas de vestir y en mil usos para objetos cotidianos, la fibra de alpaca es una de las más apreciadas internacionalmente percibiéndose como una fibra de lujo de alto precio, siendo el Perú el principal exportador de este producto.

Una de las características del comportamiento de la fibra de alpaca que presenta es la falta de uniformidad del diámetro de fibra a lo largo de su longitud, la misma que repercute en la calidad de la fibra, y sobre todo en la resistencia a la tensión por lo tanto es conveniente realizar un lavado profundo para evitar que la grasa o la suciedad debiliten el tejido.

En el lavado de fibra se utilizan desarrolladores (“Builders”): 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 (producto alcalino) incrementa la tasa de remoción de grasa y potencia la eliminación de la suciedad vía efectos de barrera eléctrica. Por ejemplo, la adsorción de iones inorgánicos del baño por parte del substrato (lana y contaminantes) incrementa el potencial eléctrico provocando una mutua repulsión

Los resultados de la resistencia a la tensión se enmarcan dentro de las exigencias de calidad de la (Asociación Española en la Industrias del Cuero y Textil, 2002), que en la norma técnica IUP 6, infiere como límites permisibles entre 800 a 1200 N/cm² por lo tanto en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad siendo más evidente en la fibra que fue lavada con bicarbonato más sal en grano ms detergente (T3).

3.3.2. Porcentaje de elongación

Las respuestas del porcentaje de elongación del hilo de alpaca hilado a mano reportó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$), por efecto de la aplicación de diferentes sistemas en el lavado de la fibra, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar el tratamiento T3 (bicarbonato +sal en grano+ detergente), puesto que los resultados fueron de 73.50 % y que descendieron a 53 % en las muestras de hilo del tratamiento T2 (detergente), mientras tanto que la elongación más baja fue

la registrada por el hilo de alpaca del tratamiento T1 (bicarbonato de sodio más sal en grano), con valores de 45 % como se ilustra en el gráfico 6-3.

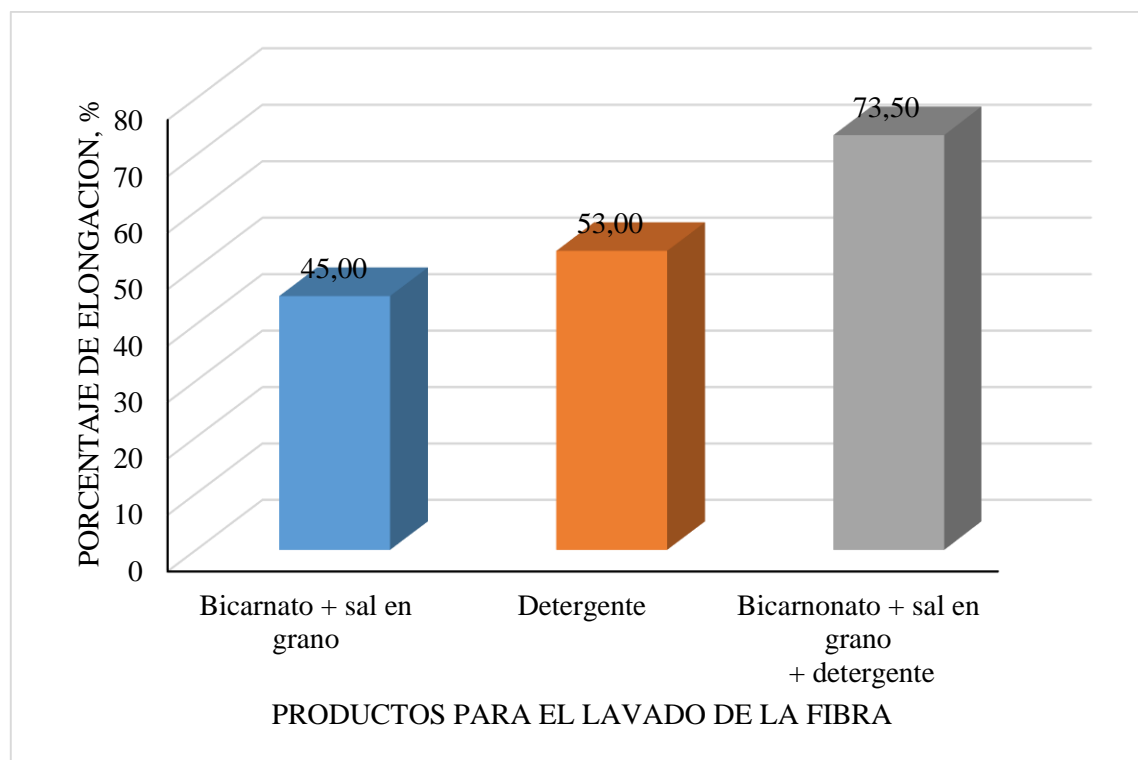


Gráfico 6-3: Porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Es decir que el sistema de lavado de la fibra de alpaca que será hilada en forma manual más adecuado será con la combinación de bicarbonato de sodio más detergente + sal en grano (T3), ya que beneficia a las características al dotarles de un mayor espacio para que se deslicen las fibras y se alargan adecuadamente el momento de tejer el artículo final.

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Barros, 2015, p 34), quien menciona que el lavado de la fibra es un proceso muy importante debido a que al remover las impurezas se facilita el hilado en la rueca debido a que se han retirado los restos organismos que puedan trabarse, el uso del bicarbonato de sodio en baños muy pequeños, con muy poco tiempo de residencia, puede resultar beneficioso.

De todas maneras, se requiere tener un cuidado preciso con el pH del baño: hay que mantenerlo por debajo de 9.5, previniendo, de esta manera, el amarillamiento y deterioro de la la fibra durante el secado. La suintina es, por lo tanto, un jabón en sí mismo” formado por la saponificación de la suarda en presencia del bicarbonato de sodio. Consecuentemente, el primer baño del lavadero

suele ser usado para eliminar la suintina: siempre y cuando se utilice este tipo de baño y se desee aprovechar las propiedades detergentes de la suintina en el primer baño de desuintado (“suint bowl”) debe mantenerse un pH mínimo de 9.0.

Es un tema a debatir si el contenido de suintina de las fibras justifica dedicar el primer baño a desarrollar su poder de detergencia. El pH de las fibras a lavar puede tener un efecto sobre el proceso por lo que conviene tenerlo en cuenta. Cuando se utiliza jabón para lavar, su efectividad se ve aumentada con la adición de álcali.

Los valores del porcentaje de elongación se enmarcan dentro de las exigencias de calidad de la (Asociación Española en la Industrias del Cuero y Textil, 2002), que en la norma técnica IUP 6, infiere como límites permisibles entre 40a 80 % antes de presentarse la primera fisura del ovillo de hilo por lo tanto en los tres tratamientos se cumple con esta exigencia de calidad siendo más evidente en el hilo de alpaca que fue lavada con bicarbonato+ sal en grano + detergente (T3).

3.3.3. Solidez a la luz

La valoración de la solidez a la luz del hilo de alpaca registró en el análisis estadístico diferencias significativas ($P < 0.05$), por efecto de la aplicación de diferentes sistemas de la vado de la fibra hilado en forma manual, estableciéndose las respuestas más altas al aplicar el tratamiento T3 (bicarbonato detergente +sal en grano, puesto que los valores fueron de 3.60 puntos según la escala de grisees de la (Asociación Americana de Testado y Materiales, 2012).

La calificación muy buena que desciende a 3.40 puntos alcanzado por el hilo del tratamiento T2 (detergente), y ponderación de buena mientras tanto que la solidez menos eficiente fue la reportada en el tratamiento T1 (bicarbonato de sodio más sal en grano), con valores de 2.20 puntos y calificación baja como se ilustra en el gráfico 7-3.

Es decir que al aplicar el sistema que combina al bicarbonato de sodio + detergente + sal en grano se consigue mejorar la solidez a la luz del hilo de alpaca La ASTM (American Society for Testing and Materials = Asociación Americana de Testado y Materiales) ha desarrollado un método con el cual se mide la resistencia a la luz de materias colorantes y que es la norma D4303 de ASTM.

Dicha norma prescribe el método y las circunstancias a seguir para llegar a resultados científicos. El color debe ser expuesto a una cantidad determinada y estandarizada de luz artificial, en estado puro y mezclado con una cantidad determinada de blanco (en caso de pinturas espesas) o de agua (en caso de pinturas acuosas).

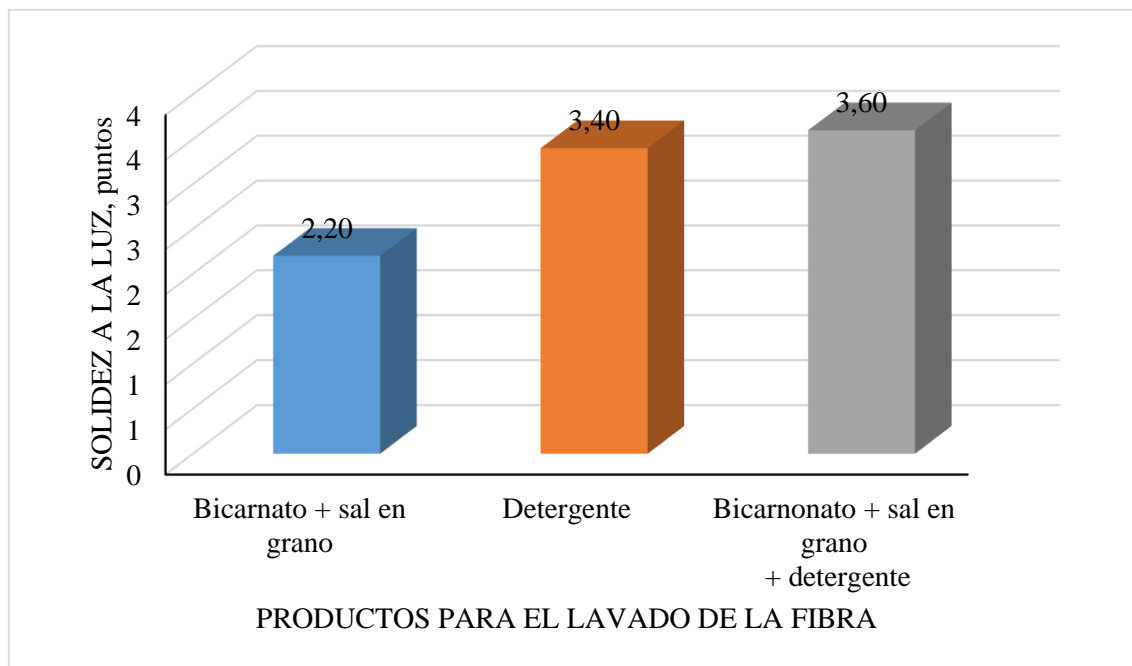


Gráfico 7-3: Porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jessica.

La utilización de una combinación de detergente + sal en grano + bicarbonato de sodio (T3) permitió la supresión del hidrólisis del jabón, lo que aumenta la cantidad de jabón efectivamente presente para la formación del film de lavado. El álcali actúa como una sal y, por lo tanto, induce al jabón de la solución a entrar en la interfase, generando una concentración de moléculas de jabón que solo estarían presente de ser mayor su concentración en el baño (puede remplazarse por sales como el cloruro y sulfato de sodio)

Reacción con la suintina (la suintina requiere, aproximadamente, 3 ½ lb. de carbonato de sodio cada 1.000 lb. de vellón sucio, independientemente del pH de la muestra); se mejora la característica de absorción del álcali por parte de la fibra, para que en el proceso de secado no se provoque endurecimiento que es perjudicial puesto que se vuelve quebradizo.

La composición de los tejidos es una de las características más importantes que definen no solo su acabado, sino también la finalidad y uso del tejido. Las diferentes tipologías de fibras marcarán su durabilidad y temporalidad.

Dependiendo de su uso final, la elección de una u otra materia prima o la mezcla de fibras, será clave y determinante para conseguir un resultado determinado. Cuando se ha realizado el lavado

correcto de la fibra se conseguirá mejores prestaciones de la tracción, el rasgado, la costura y el deslizamiento de hilos, el pochage, la abrasión, el pilling, la solidez al frote o la solidez a la luz.

La fibra de alpaca contiene menos grasa y suint que la lana sucia, por lo tanto, no permite el paso de la luz, se puede definir a la solidez como la resistencia a la variación o pérdida de color de cualquier material textil frente a la acción de un determinado agente; no solo se refiere a los colorantes sino incluye a los blanqueadores ópticos, detergentes, productos para el lavado y a la permanencia de algunos acabados.

Se considera como pérdida o variación de color a las variaciones de tono, de matiz, a la combinación de ambas y el manchado de otros textiles, por lo que se puede apreciar que estas peculiaridades no se registraron en el hilo de alpaca del tratamiento T3, puesto que se consiguió las mejores calificaciones.

3.4. Evaluación de las calificaciones sensoriales del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual

3.4.1. Color

Los valores medios determinados por la calificación sensorial de color del hilo de alpaca reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), por efecto del lavado con diferentes sistemas estableciéndose los resultados más altos al trabajar con la combinación de Bicarbonato + sal en grano + detergente (T3) puesto que las calificaciones fueron de 4.40 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala de (Hidalgo, 2019, p. 1).

A continuación, se aprecian las respuestas alcanzadas por la fibra de alpaca del tratamiento T2 (detergente), con valores promedios de 3.60 y calificación buena según la mencionada escala en tanto que al trabajar con bicarbonato + sal en grano (T1), se aprecia las respuestas menos eficientes con ponderaciones de 2.20 puntos y condición baja.

Es decir que para conseguir una mayor puntuación de color del hilo de alpaca se deberá trabajar con el sistema de lavado en el cual se combina las bondades del bicarbonato de sodio + detergente+ sal en grano (T3), para permitir que la fibra se encuentre limpia y el momento del hilado en forma manual conserve su olor original o el que se ha proporcionado en el momento del teñido calificando con las puntuaciones más altas al hilo que se aprecia con tonalidades definidas o con colores naturales brillantes. (Tabla 10-3)

Tabla 4-3: Calificaciones sensoriales del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.

SISTEMAS DE LAVADO									
VARIABLES	T1		T2		T3		EE	Prob	Sign
Color, puntos	2.20	b	3.60	a	4.40	a	0.29	0.0007	**
Tacto, puntos	2.40	b	3.40	ab	4.60	a	0.40	0.0074	**
Textura, puntos	2.60	b	3.80	ab	4.80	a	0.40	0.0021	**

T1: Bicarbonato + sal en grano

T2: Detergente Biodegradable

T3: Bicarbonato + sal en grano+ detergente biodegradable

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Lo que es corroborado con lo que indica (Tobar, 2011, p 5), quien menciona que el color del hilo de alpaca tiene dos orígenes el natural que es propio de cada raza y el que adquiere el momento del teñido sin embargo es necesario sea cual sea su origen que la fibra se encuentre totalmente libre de impurezas para que pueda resaltar en el hilo el color y alcance las puntuaciones más altas por su vistosidad.

Es necesario acotar que cuando la fibra no se ha lavado todavía se presentan un sin número de impurezas que de acuerdo a su procedencia se clasifican en naturales, adquiridas y aplicadas. Las impurezas naturales derivadas de las secreciones del animal: suint, grasa y orina. Las impurezas adquiridas son el resultado del medio ambiente del animal e incluyen materia vegetal, polvo, etc. Las impurezas aplicadas que son usadas para la identificación y tratamiento práctico de las enfermedades incluyen: pinturas, marcas y medicamentos antiparasitarios.

El suint está formada por sales inorgánicas y orgánicas, así como por algo de urea y aminoácidos y un gran porcentaje de sales de potasio de ácidos orgánicos como la lisina y tirosina. Todas estas sales son solubles en agua caliente (>30°C), por lo que se eliminan con ella dando una disolución cuyo pH oscila de 5,5 a 7,8 pudiendo actuar como jabón a un pH > 9.

Por lo tanto, el suint tiene un rol importante como detergente si las condiciones son alcalinas El suint es, por lo tanto, un jabón en sí mismo. Consecuentemente, el primer baño del lavadero suele ser usado para eliminar el suint, siempre y cuando se utilice este tipo de baño y se desee

aprovechar las propiedades detergentes del suint, logrando aprovechar las bondades de cada uno de los productos de limpieza se conseguirá mejorar el color del hilo de alpaca. (Grafico 8-3).

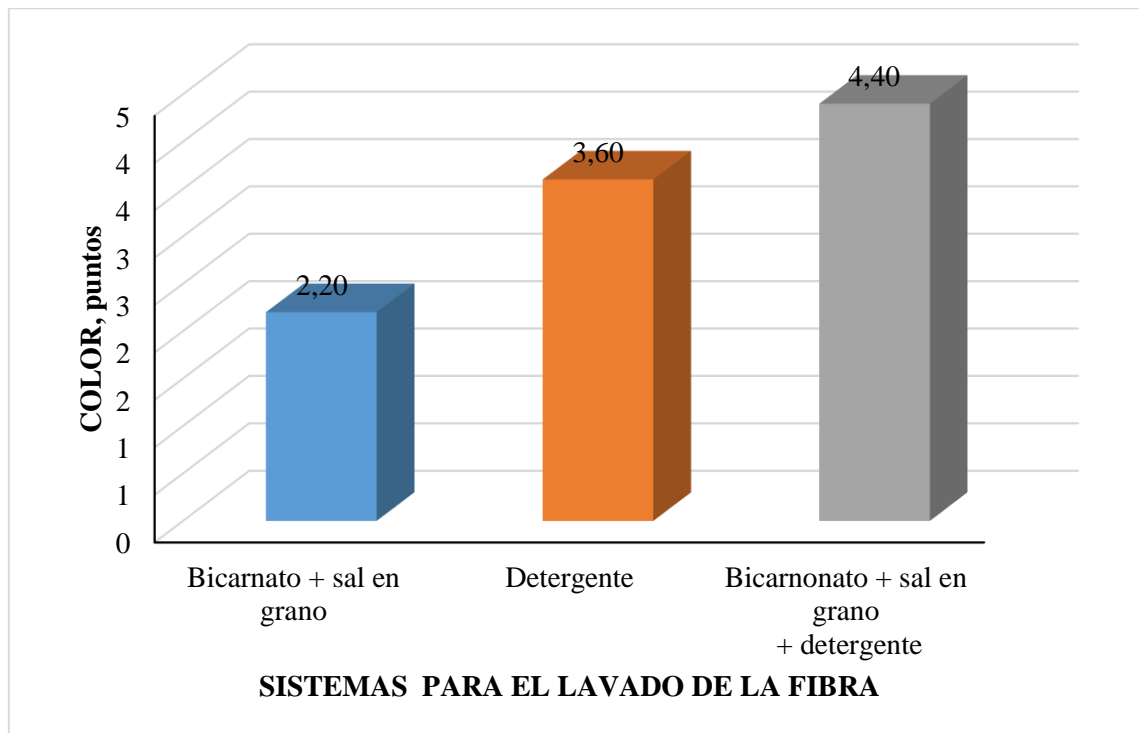


Gráfico 8-3: Color del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

3.4.2. Tacto

La evaluación sensorial del tacto del hilo de alpaca hilado en forma manual reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto del lavado con diferentes sistemas de limpieza, estableciéndose las respuestas más eficientes en la muestra del tratamiento T3 (Bicarbonato + sal en grano + detergente), con respuestas de 4.60 puntos y condición excelente según la escala propuesta por (Hidalgo, 2019, p. 1).

A continuación se aprecia la evaluación del tacto del hilo de alpaca del tratamiento T2 (detergente), ya que los resultados fueron de 3.40, y condición buena según la mencionada escalan mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas por las muestras de hilo de alpaca hilado en forma manual de tratamiento T1 (Bicarbonato + sal en grano), con medias de 2.40 puntos y calificación baja, como se ilustra en el grafico 9-3.

Las calificaciones de tacto del hilo de alpaca hilado en forma manual, más altas se consiguieron al utilizar el sistema que combina bicarbonato +sal en grano +detergente, puesto que estos tres

elementos se conjugan en forma adecuada para permitir la remoción de las impurezas y que el tacto del hilo sea agradable muy necesarias sobre todo porque se confeccionara artículos que estarán en contacto directo con la piel.

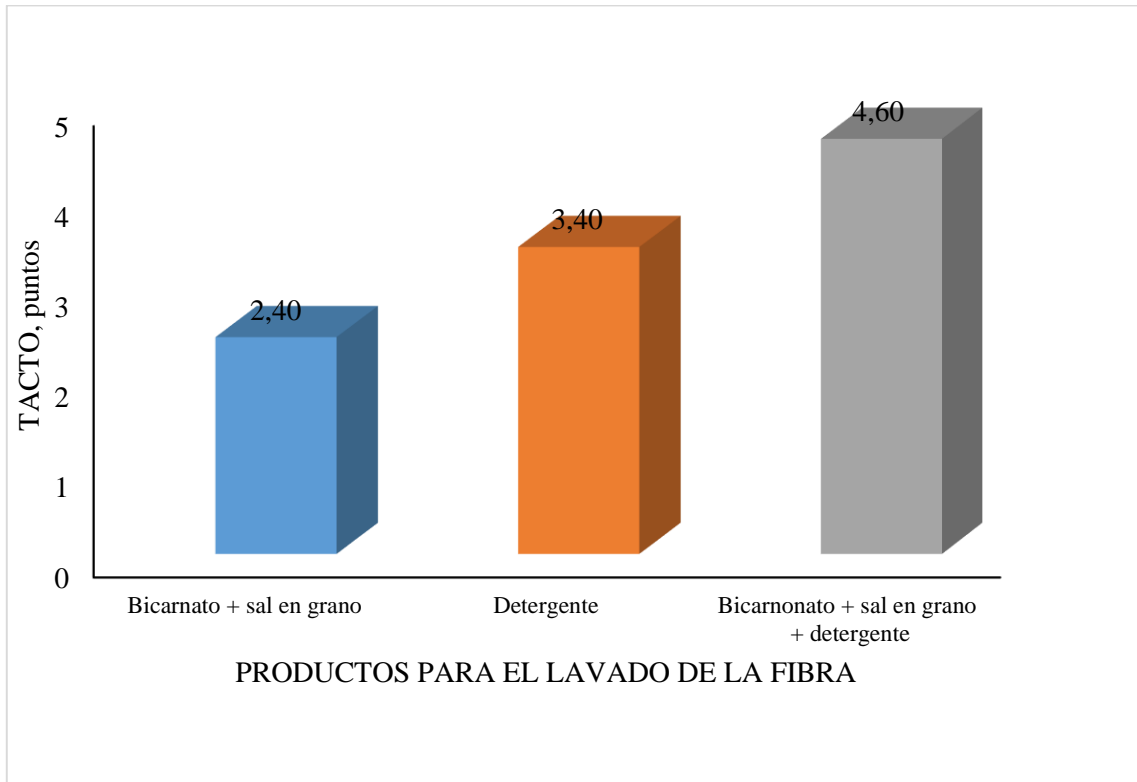


Gráfico 9-3: Tacto del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Lo que es corroborado con lo que indica (Contreras, 2009, p 43), Las fibras de alpaca tienen una mayor frecuencia de escamas que la fibra y sabiendo que el levantamiento de las escamas se produce cuando las fibras están mojadas, porque hay más puntos de contacto fibra / fibra. Esto podría explicar, en parte, la alta propensión de la fibra de alpaca de afieltrarse generando un tacto grosero

Además, es necesario tener en cuenta la tasa de humedad de la fibra de alpaca o para puesto que de ello depende la resistencia, elasticidad o extensibilidad, textura, tacto y que al no ser el adecuado puede verse seriamente modificada, por lo que se ha de trabajar siempre con tasas normales de humedad. Por la misma razón y ante los aumentos de peso por absorción de agua en medios atmosféricos húmedos, la determinación del rendimiento ha de hacerse a una temperatura de 21°C y humedad relativa del ambiente del 65%.

3.4.3. Textura

Los valores medios reportados por la textura del hilo de alpaca reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los sistemas utilizado en la fase de lavado del hilo de alpaca, que fue hilado en forma manual estableciéndose las respuestas más altas cuando se utilizó el tratamiento T3 (Bicarbonato + sal en grano+ detergente) con medias de 4.80 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2019, p. 1).

Posteriormente se aprecian las respuestas determinadas por las muestras de hilo de alpaca del tratamiento T2 (detergente), puesto que lo resultados fueron de 3.80 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, finalmente las respuestas más bajas de textura fueron localizadas en las muestras de hilo de alpaca del tratamiento T1 (bicarbonato más sal en grano), ya que se registraron medias de 2.60 puntos y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 10-3.

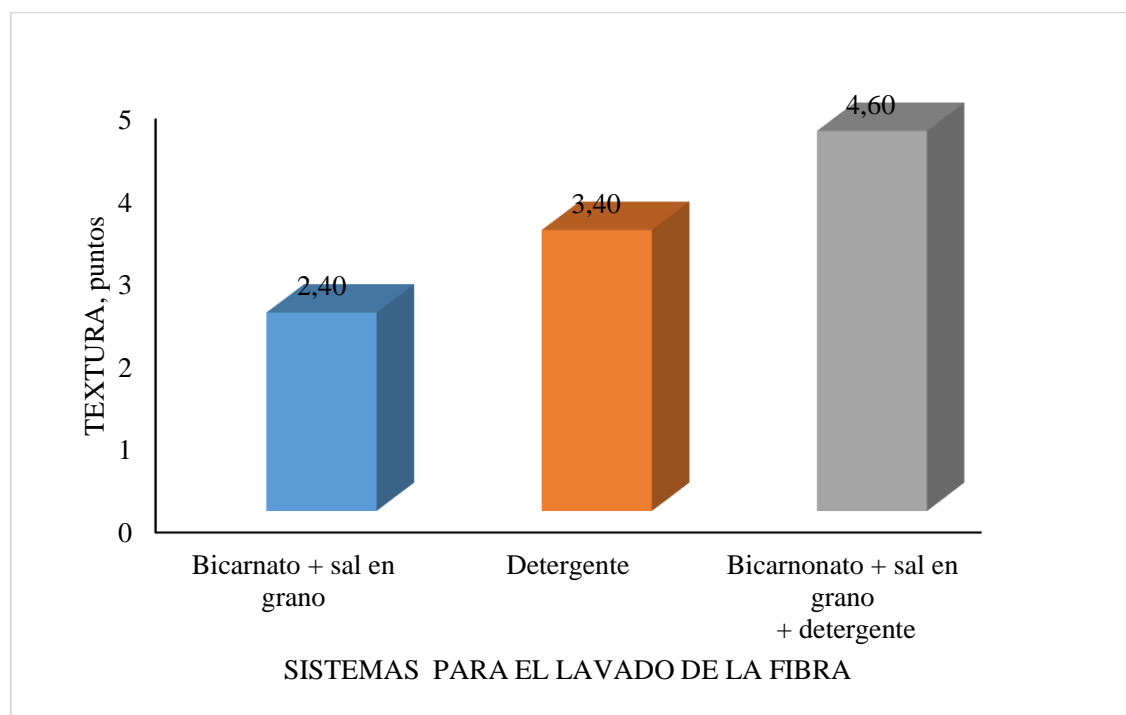


Gráfico 10-3: Textura del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra hilada en forma manual.

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica.

Es decir que para mejorar la textura del hilo de alpaca hilado en forma manual es conveniente utilizar un sistema que combinen bicarbonato de sodio + detergente + sal en grano (T3), ya que el hilo se presenta uniforme y fácil para el tejido lo que es corroborado con lo que menciona (Alcantara, 2009, p 32), quien indica que el proceso de lavado, es el primero de los tratamientos en

húmedo que experimenta la fibra de alpaca durante su manipulación y consiste en la separación de las impurezas, pues podría ser considerado como un proceso de purificación, un conocimiento del contenido de estas impurezas permitirá una mejor selección de las condiciones de lavado.

En el lavado se trabaja sobre el colágeno que es una proteína y las moléculas al momento de enlazarse van formando las fibras dependiendo de cómo se enlazan y la posición de los enlaces la fibra va a tener uno u otro comportamiento si se modifica la posición de cada una de las moléculas se origina las proteínas que son susceptibles a ser modificadas a través el pH cuando se aplica bicarbonato la fibra cambia su comportamiento sobre todo en lo que tiene que ver con la textura del hilo o la presentación.

En cuanto se refiere a la textura del hilo de alpaca la función del lavado sería evitar el afieltramiento únicamente tiene lugar en las fibras de lana y otras fibras animales y es de carácter irreversible y progresivo.

Es un proceso de compactación y enmarañamiento de fibras que tiene lugar bajo agitación mecánica, fricción y presión en presencia de calor y humedad, y desmejora la textura del hilo inclusive es imposible su hilado sobre todo manual, Hilar es retorcer varias fibras cortas a la vez para unir las y producir una hebra continua; cuando se hilan (retuercen) filamentos largos se obtienen hilos más resistentes

La forma de hilar las fibras y de obtener los hilados influye directamente en las propiedades y apariencia del tejido final. La dirección del hilado influye en la textura del tejido. es posible hilar simplemente con los dedos, pero para hacerlo con mayor exactitud y rapidez se utiliza un huso. El huso de mano es un palillo con un pequeño disco en su extremo.

El disco se llama tortera, nuez o volante, y suele ser de madera, arcilla o piedra. El hilo se ata al huso y se tuerce a medida que gira la rueda. La hilandera añade más fibras a la hilaza, tomándolas de un copo que sujeta con la mano o tiene enrollado en un palo llamado rueca. Aun así, a menudo se detiene y enrolla la hebra producida en el huso. Las hilanderas han fabricado hilos de este modo en todo el mundo hasta que se inventó el torno de hilar mecánico.

3.5. Evaluación de las resistencias físicas del hilo de alpaca hilado a máquina utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra

3.5.1. Resistencia a la tensión

Los valores medios encontrados para la resistencia a la tensión del hilo de alpaca hilado a máquina no reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) por efecto del uso de diferentes sistemas para el lavado; estableciéndose los mejores resultados al lavar con bicarbonato + sal en grano + detergente (T3) con medias de 466,67 N/cm², que disminuyen a 443,33 N/cm² al utilizar en el lavado Bicarbonato + sal en grano (T1) y las respuestas más bajas se reportaron al lavar la fibra de alpaca con detergente (T2) con medias de 432,78 N/cm²; como se reporta en la tabla 11-3 y se ilustra en el gráfico 11-3.

Tabla 5-3: Evaluación de las resistencias físicas del hilo de alpaca hilado a máquina utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.

SISTEMAS PARA EL LAVADO DE LA FIBRA									
VARIABLES	T1		T2		T3		EE	Prob	Sign
Resistencia a la									
Tensión, N/cm ²	443.33	a	432.78	a	466.67	a	38.37	0.82	ns
Porcentaje de									
Elongación, %	72.50	a	72.50	a	75.00	a	11.79	0.99	ns
Solidez a la luz,									
puntos.	2.00	b	3.60	a	4.00	a	0.29	0.0010	**

T1: Bicarbonato + sal en grano

T2: Detergente Biodegradable

T3: Bicarbonato + sal en grano+ detergente biodegradable

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019.

De acuerdo a los resultados obtenido al lavado de la fibra de alpaca se aprecia que al utilizar la combinación de Bicarbonato + sal en grano + detergente se logra mejores resultados a la fibra obtenida; dado que las respuestas no alcanzan respuestas significativas el agente de lavado afecta a las características físicas de la fibra en un margen mínimo.

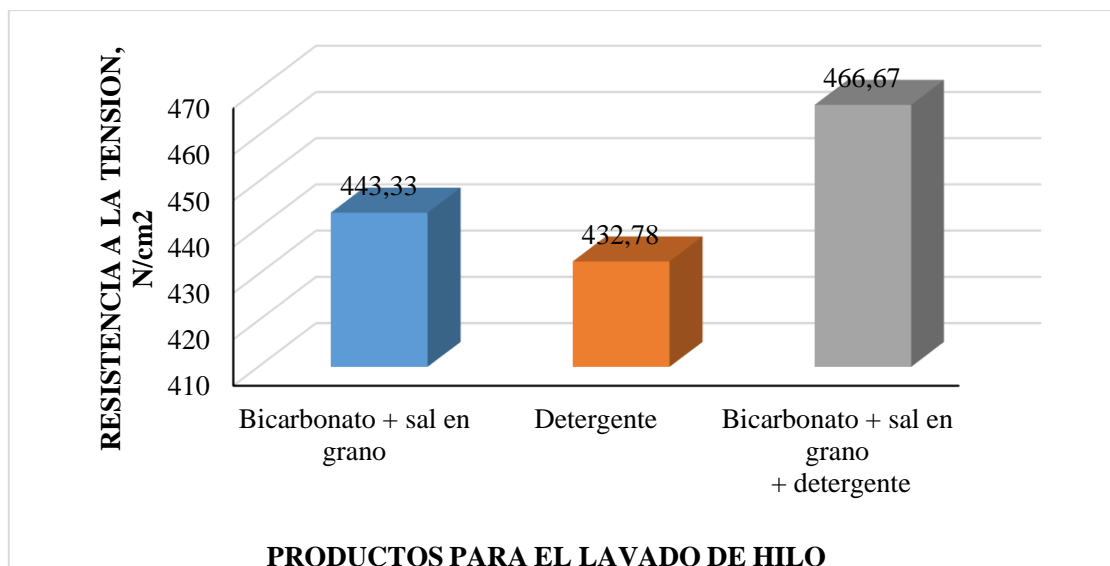


Gráfico 11-3: Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019.

Las respuestas obtenidas se interpretan con lo que indica, la fibra de alpaca es más cálida y más resistente que la lana, y no se desgasta con el uso. Al igual que la lana y otras fibras de origen animal, la alpaca también repele el agua, así que aún mojada protegerá tu cuerpo de las inclemencias del tiempo, manteniendo su temperatura. También comparte con la lana de oveja la cualidad de que es ignífuga. (Aguirre, 2011, p 34)

Al respecto (Aguirre, 2011, p 34), 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 afectara a la calidad física de la fibra, ya que si el agente químico es muy fuerte romperá los enlaces de la fibra y debilitara 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). (Aguirre, 2011, p 34)

3.5.2. Porcentaje de elongación

Los valores obtenidos para el porcentaje de elongación de la fibra de alpaca hilada a máquina, no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre medias por efecto de la adición de diferentes agentes químicos para el lavado, las mejores respuestas se reportaron al lavar la fibra con detergente + Bicarbonato + sal (T3) con medias de 75,00%, que disminuyen a 72,50% valores reportados al lavar la fibra con detergente (T2); respuestas iguales cuando se lavó la fibra con Bicarbonato + sal (T1),

Pese a no existir diferencias estadísticas entre los resultados se puede apreciar mejores resultados de porcentaje de elongación al lavar las fibras de alpaca con la solución de bicarbonato + sal en grano + detergente (T3); como se muestra en el gráfico 12-3. esto permite aumentar la calidad de la fibra obtenida, así como también lograr cumplir con las exigencias de los mercados nacionales y en un futuro lograr la exportación de las fibras o de productos elaborados a partir de las fibras de alpaca.

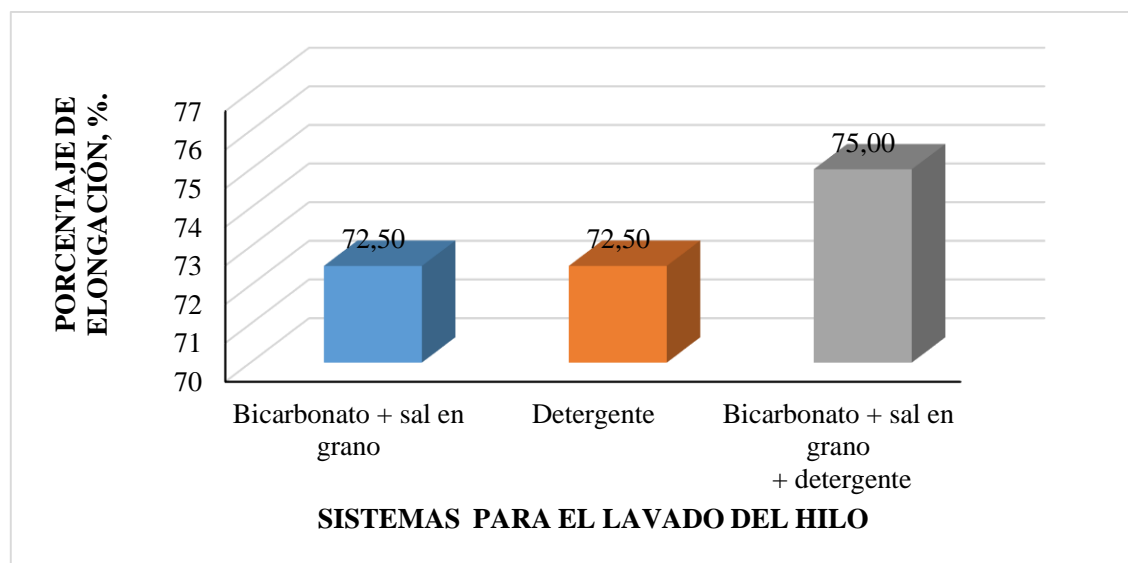


Gráfico 12-3: Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019

El comportamiento del porcentaje de elongación en la fibra hilada se explica de acuerdo a lo que indica (Alamilla, 2011, p 32), al realizar el hilado de la fibra los filamentos están ondulados, de ahí el aspecto esponjoso y cálido que tienen, 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 de la fibra. (Alamilla, 2011, p 32)

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 libreados por efecto de la disolución del agua, estos pueden atacar a 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 .

3.5.3. Solidez a la luz

El análisis de los datos obtenidos a la prueba solidez a la luz de las fibras de alpaca hilada a máquina reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias por efecto de la adición en el lavado de diferentes agentes químicos, es así que los mejores resultados se reportaron al utilizar Bicarbonato + sal en grano + detergente (T3) c con medias de 4,00 puntos. (grafico 13.3)

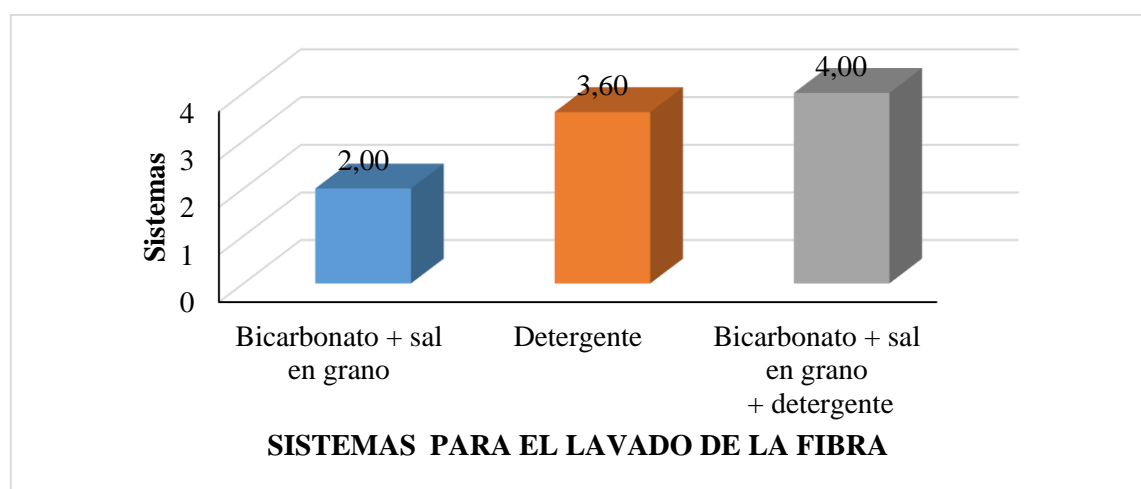


Gráfico 13-3: Solidez a la luz de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019.

Las respuestas disminuyeron al lavar las fibras de alpaca con la adición de detergente (T2) con medias de 3,60 puntos y las respuestas más bajas se reportaron al adicionar Bicarbonato + sal en grano (T1) con respuestas iguales a 2,00 puntos como se muestra en el gráfico 4-3; 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.

Las respuestas se entienden de acuerdo a lo que enseña (Alcantara, 2009, p 54), 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. (Alcantara, 2009, p 54)

Adicional a estas características las fibras de alpaca retienen en torno a la piel el calor que ésta produce, proporcionando al cuerpo una sensación cálida. Atrae y retiene la humedad, en evaporación constante cuando la temperatura exterior es suficientemente alta, absorbiendo calorías, lo que produce en el cuerpo la sensación de frescor; esto es lo que hace a las fibras muy impermeables y resistente a los fenómenos externos. (Alcantara, 2009, p 54)

El problema de la impermeabilidad de la lana viene asociado a la capacidad de retención de las impurezas; esto hace complejo el proceso de lavado teniendo que escogerse un agente biodegradable que logre retirar las impurezas, pero sin generar pérdidas en la resistencia de la fibra.

Es necesario combinar diferentes detergentes biodegradables en post de que las fibras reaccionen con el agente y otro cree una interface para eliminar las impurezas, dentro de estos agentes la mejor combinación es un detergente que cree la interface y un agente básico que logre la ruptura de los enlaces para que pueda penetrar el agua y retirar las impurezas. (Alcantara, 2009, p 54)

3.6. Evaluación de las características sensoriales del hilo de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas para el lavado de la fibra.

3.6.1. Color

En el análisis de la característica sensorial color de la fibra de alpaca hilada a máquina se reportó diferencias altamente significativas ($P > 0.01^*$) entre medias por efecto de la adición en el lavado diferentes agentes químicos, los resultados más altos se reportaron cuando se adiciono la mezcla

de Bicarbonato + sal en grano + detergente (T3) con medias de 4,80 puntos bajo la escala de calificación que se indica en la tabla 12-3.

Tabla 6-3: Evaluación de las características sensoriales de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas, para el lavado de la fibra.

SISTEMAS PARA EL LAVADO DE LA FIBRA									
VARIABLES	T1		T2		T3		EE	PROB	SIGN
Color, puntos.	2.60	C	3.60	b	4.80	a	0.23	0.00008	**
Tacto, puntos.	2.80	B	3.40	ab	4.40	a	0.35	0.02077	*
Textura, puntos.	3.00	B	4.40	a	4.60	a	0.27	0.00243	**

T1: Bicarbonato + sal en grano

T2: Detergente Biodegradable

T3: Bicarbonato + sal en grano+ detergente biodegradable

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad

Sign: Significancia

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019.

A continuación, se reportaron los resultados al lavar las fibras con el uso de detergente (T2) con medias de 3,60 puntos y las respuestas más bajas se reportaron cuando se adiciono en el lavado de las lanas la mezcla Bicarbonato + sal en grano (T1) con respuestas iguales a 2,60 puntos; los resultados que se ilustran en el gráfico 14-3 y se muestran en la tabla 12-3 indican la relación directa entre el químico adicionado a las fibras y el color final.

De acuerdo a los resultados al adicionar la mezcla del tratamiento 3 (bicarbonato de sodio + sal en grano + detergente), se mejora notablemente los resultados a la prueba sensorial color, esto indica que la fibra 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.

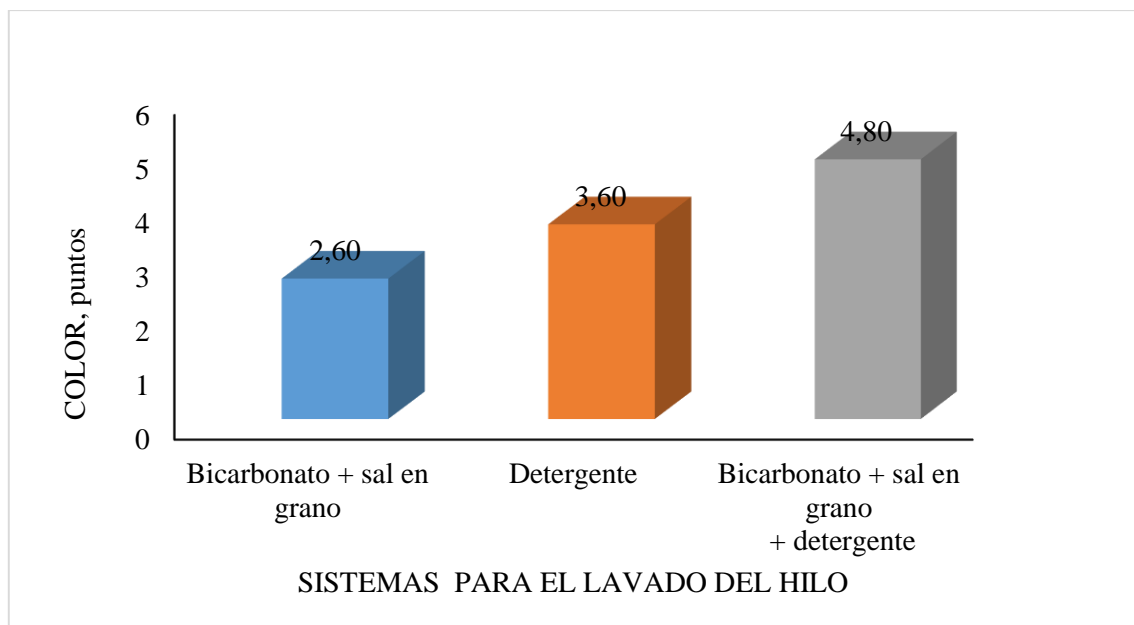


Gráfico 14-3: Color del hilo de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes sistemas (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019.

La naturaleza de los resultados se puede explicar de acuerdo a lo que enseña (Branzanti, 1989, p. 21), el color es una característica natural de la fibra de alpaca, por lo general se presentan colores blancos o cafés, por lo que en los procesos industriales de transformación se debe cuidar perder las características naturales de la fibra y transferirlas a las fibras, además de que estos colores neutros ayudaran a la etapa de tinción de los textiles y uno de los problemas más representativos es la pérdida del color natural de las pieles en la etapa del lavado.

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 sustentividad, el equilibrio sustantivo se desplaza cada vez más a favor 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. (Branzanti, 1989, p. 21)

3.6.2. Textura

En el análisis de los datos obtenidos a la prueba sensorial textura que se realizaron a las fibras de alpaca hiladas a máquina; se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias por efecto de la adición en la operación de lavado diferentes soluciones. Las mejores respuestas se reportaron cuando se adiciono al lavado la solución que contiene Bicarbonato + sal en grano + detergente (T3) con medias iguales a 4,60 puntos.

A continuación, se reportaron las respuestas al adicionar en el lavado detergente (T2) con respuestas iguales a 4,40 puntos y las respuestas más bajas se reportaron cuando se adiciono a las fibras en el lavado la solución de Bicarbonato + sal en grano (T1), alcanzado respuestas iguales a 3,00 puntos como se ilustra en el gráfico 15-3. Estas respuestas indican la variación existente entre la calidad final de las fibras y la etapa de lavado.

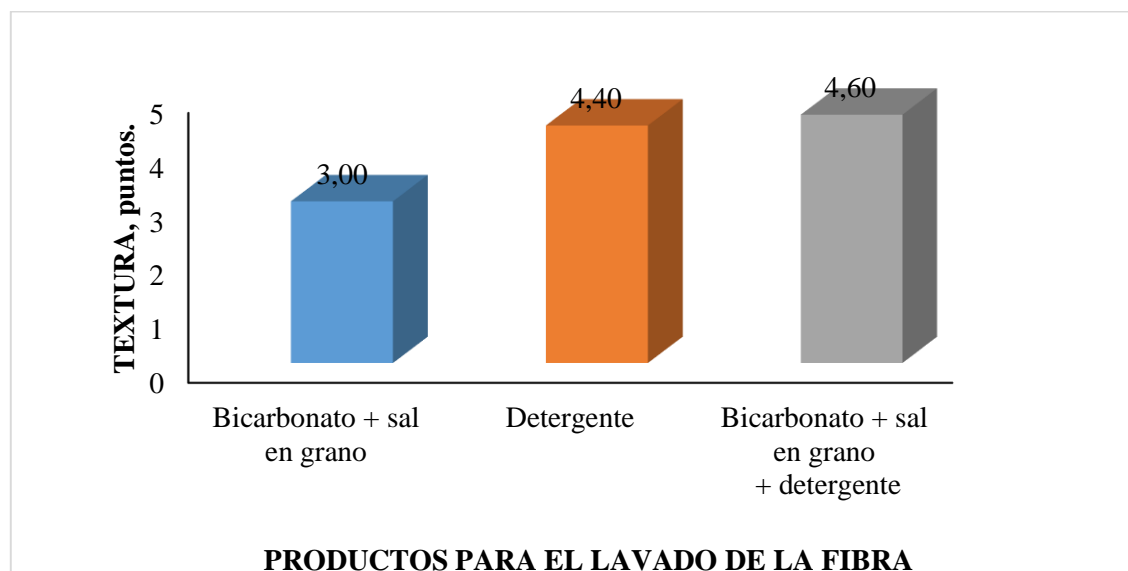


Gráfico 15-3: Textura de la fibra de alpaca hilada a máquina utilizando diferentes productos (bicarbonato, sal en grano y detergente), para el lavado de la fibra.

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019.

Para mejorar la textura de las pieles es fundamental elegir la solución que se escoja para el lavado de las fibras hiladas a mano, 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 que componen las fibras lanares.

Estos resultados son indicados de acuerdo a lo que menciona (Aguirre, 2011, p. 33), las fibras lanares están compuestas en gran parte por queratina que es la proteína constituyente de los filamentos, así como también otras proteínas todas las cuales no son solubles en agua y esto hace que el proceso de lavado se dificulte y tengan que ser introducidas sustancias que logren la peptidización de la queratina.

Este fenómeno se logra con la inclusión de sustancias básicas que ataquen a las cadenas de las proteínas con esto después del lavado se mejora la textura ya que se sentirán las fibras más hinchadas y con una llenura mayor lo que homogenizara 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.

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 conseguir mejorar dichas características es necesario controlar las etapas productivas, y escoger la mejor solución para incorporar en la etapa de lavado. (Aguirre, 2001, p 23)

3.7. Manual de industrialización y de la fibra de alpaca

3.7.1. *Clasificación de la fibra*

La categorización de la fibra de alpaca se realiza por cada vellón esquilado. Así, su calidad se calcula en función al porcentaje de hilados finos que se encuentre en cada vellón.

3.7.2. *Delimitación de las partes del vellón*

En la figura 1 se puede apreciar que el vellón propiamente dicho está constituido por la zona de la paleta, costillar medio, grupón y muslo, zonas de mayor uniformidad de finura y longitud. Las bragas están conformadas por patas, barriga y cuello; zonas heterogéneas y variables.

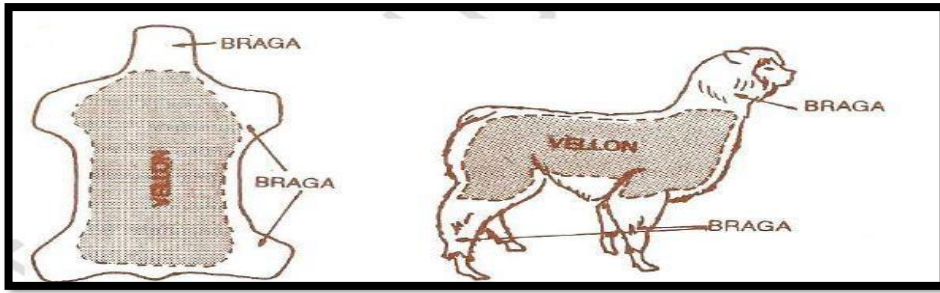


Figura 1-3: Partes del vellón de la alpaca (Vicugna Pacos)

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jessica. 2019.

Durante la clasificación se elimina las suciedades impregnadas en la fibra.

En la tabla 13-3 se observa el porcentaje de hilados finos en los vellones permite categorizar su fibra en gruesa, semi fina, fina y extra fina.

Tabla 7-3: Categorización de la fibra de alpaca.

Categorías	Calidades superiores (%)	Calidades inferiores (%)	Color	Longitud (mm)	Baby (%)
Extra fina	70 o más	30 a menos	Entero	65	20
Fina	55 a 69	45 a 31	Entero	70	15
Semi fina	40 a 55	60 a 45	Entero canoso	70	5
Gruesa	Menos de 40	Más de 60	Entero canoso pintado	70	-

Elaborado: Huebla, Wendy. y Rea, Jessica. 2019.

3.7.3. Características de la fibra de alpaca

Para un buen trabajo de selección, también se debe conocer los siguientes detalles:

Finura. - Esta característica se observa en el grosor o diámetro de la fibra (según la edad del animal).

- 22u (fina)
- 26u (media)
- 30u (gruesa)

Longitud. - Es el largo que alcanza la fibra creciendo durante un determinado periodo. Por ejemplo, tiene una longitud de fibra de 70mm (mm es el símbolo de milímetros, 10 milímetros son iguales a 1 cm).

Longitud de mecha. - Es el largo de conjunto de fibra de un vellón, para la hilatura artesanal e industria es recomendable que la longitud de mecha sea de 7 cm mínimamente.

Rizo o carácter. - Son las ondulaciones que representa la fibra en una determinada longitud.

A fieltro. - Es la capacidad de pegarse con otras fibras. Por ejemplo, se tiende a pegarse en las ropas.

Elasticidad. - Es la capacidad que tiene la fibra de recobrar su posición o textura normal después de ser estirada.

3.7.4. *Propiedades físicas de la fibra de alpaca*

Resistencia. - La fibra de alpaca es casi tres veces más resistente que la lana de oveja.

Finura. - La fibra de alpaca tiene una finura que se encuentra entre las 18 y 40 micras, dependiendo de qué parte del vellón estemos examinando y de la edad del animal.

Suavidad. - La fibra de alpaca es suave al tacto debido a su superficie con pequeñas escamas, a su tersura y a su propio carácter. Esta característica influye en el confort de la prenda.

Termo-reguladora. - La fibra de alpaca actúa como un aislante térmico porque mantiene la temperatura corporal en niveles normales. Gracias a esta propiedad las prendas de alpaca no nos sofocarán en un día caluroso y mantendrán el calor en los días fríos.

Liviana. - La fibra de alpaca contiene sacos microscópicos de aire que posibilitan la fabricación de tejidos livianos. Esto es bueno porque una prenda liviana es más confortable. (Ramos, 2015, p. 2)

3.7.5. *Pasos para realizar la clasificación*

Materiales:

Mesas para la clasificación

Procedimiento:

- Colocar el vellón entero sobre la mesa.
- Identificar las partes del vellón
- Clasificar la fibra de acuerdo a la calidad en primero, segunda tercera y cuarta.
- Mientras se realiza la clasificación se elimina las impurezas impregnadas en el vellón

3.7.6. Lavado

El lavado de la lana es el proceso de lavar en agua caliente y detergente, con la finalidad de eliminar las impurezas naturales que tienen la fibra, así como, las adicionales (polvo, suciedad etc.) y luego secarlo. La lana recién esquilada suele presentarse muy sucia por lo que, antes de proseguir con su elaboración, es preciso limpiarla convenientemente. Al mismo tiempo hay que eliminar también previamente el polvo, arena y demás impurezas groseras.

3.7.6.1. Materiales para el lavado

- Fibra de alpaca (un vellón entero)
- Tinajas de lavado
- Detergente biodegradable sólido (250g)
- Bicarbonato de sodio (100gr).
- Sal en grano (100gr)
- Balanza digital
- Cocina a gas
- Bolsas (permitan el paso del agua)
- Ollas
- Agua potable
- Termómetro

3.7.6.2. Procedimiento de Lavado

- 1) Pesar en una balanza la cantidad de vellón sucio. De la cantidad de vellón pesado, seleccionar las impurezas como pastos, algunos ácaros, arenillas, etc.
- 2) Escarmenar la fibra lo más posible.

- 3) Calentar en una olla grande agua hasta que llegue a las 45 °C. El agua debe cubrir la fibra por completo
- 4) Pesar los ingredientes que se van a utilizar en el lavado.
- 5) Disolver la sal en grano en agua caliente.
- 6) Mezclar la sal en grano, el bicarbonato de sodio y detergente en el agua caliente.
- 7) Introducir la fibra escarmenada en una bolsa y esta a su vez en el agua caliente que contiene los ingredientes.
- 8) Dejar durante 30 minutos en el agua caliente, y controlar la temperatura mediante baño María.
- 9) Retirar la fibra y enjuagar en agua fría.
- 10) Repetir tres veces el mismo proceso.

3.8. Secado – Cardado - Hilado

Secado: Luego que la fibra esta lavada se deja estilar y se deposita sobre una superficie, para que se seque al sol o cerca del calor de la cocina o fogón.

Cardado: El cardado se lo realiza manualmente con el objetivo de que se abra todas las fibras del vellón, se lo debe realizar cuidadosamente para evitar que las fibras se corten, hasta que adquieran una textura suave y un peso muy liviano

Hilado: Se conoce como torsión a las vueltas realizadas a la masa de fibra y que permiten dar resistencia al hilo. Debe hacerse hasta cierto punto ya que mucha torsión endurece el hilo y hace que la prenda pierda finura. El hilado se lo efectúa manualmente. Se realiza ya sea con un huso, instrumento tradicional, o una rueca, máquina artesanal.

Materiales:

- Fibra Cardada
- Huso

Procedimiento:

Una vez obtenida la fibra cardada se comienza a torcer las fibras hasta obtener un hilo del grosor deseado; con ayuda del Huso.

3.9. Teñido o tinturado






3.9.1. Colorantes naturales

Se encuentran al alcance de la mano y suelen ser principalmente aquellos de origen vegetal, como plantas, cortezas, flores, frutos, semillas, etc. La paleta que ofrece más frecuentemente el uso estos colorantes contiene, en su mayoría, tonos cálidos, desde los marrones, anaranjados y ocre hasta los amarillos y verdes. El teñido se realiza naturalmente con fijadores.

3.9.1.1. Mordientes

La mayoría de los tintes naturales requieren de ciertos fijadores o asistentes para poder teñir. Estas sustancias son denominadas mordientes, las mismas que pueden ser de origen natural o químico, y facilitan la fijación del tinte a la fibra. Asimismo, funcionan como elementos que otorgan uniformidad y brillo al color. Los mordientes naturales son: limón, sal y vinagre. (Pazos, 2017, p. 3)

Tabla 8-3: Colorantes Naturales

	Nombre Común	Parte de la Planta	Coloración	Mordiente
	Cebolla	Cáscara	-Amarillo ocre -Verde Oscuro	-Alumbre -Sulfato ferroso
	Cedro Nogal	Hojas, Tallos y corteza	Gama marrón hasta beige	Ninguno
	Quimsacucho Quimsacucho	Hojas y tallo	Verde Claro	Ninguno
	Tara	Fruto y semilla	Grises y azul acero	Ninguno
	Kiswara	Flor	Tonos amarillos y anaranjados	Ninguno

	Queñua	Corteza	Beige	Ninguno
	Diente de león	Hoja	Verde Claro	Ninguno

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jesica. 2019

3.9.1.2. Materiales para el teñido

- **Ollas o recipientes:** Serán para uso exclusivo del teñido. Estos recipientes deben lavarse después de cada uso, porque si se dejan con residuos de los mordientes, podrían perforarse.
- **Cocina eléctrica:** De gas o de leña: Para calentar el agua y hervir los tintes.
- **Depósitos, tinas o lavadores:** Se usa para los enjuagues y mediciones.
- **Cucharón o palo:** Servirá para remover los tintes (su uso será exclusivo para el teñido).
- **Guantes:** Prenda de protección para cuidar las manos.
- **Hilado enmadejado:** La preparación del hilado en madejas debe ser floja para fijar bien el color al hilado.
- **Colador o tela para filtrar:** Para separar los ingredientes ya usados del tinte.
- **Balanza:** para llevar un correcto control de las medidas.
- **Cucharas:** para separar y medir los mordientes.

El proceso será diferente de acuerdo a la técnica. Normalmente incluye:

Hervir el agua

- Colocar y cocinar la planta especie
- Colocar el tinte
- Colocar y remover la fibra
- Tinturar y agregar el mordiente
- Una vez culminado el proceso se deberá lavar las fibras

Para realizar los colorantes se necesita: Una olla con el agua a una temperatura de 90 a 100° C. El colorante natural que se desee utilizar para tinturar la fibra.

Insumos: Para un kilo de hilado

- 35 litros de agua
- 4 kilogramos de colorante natural
- 1 kg de hilado
- 500 ml de vinagre

Procedimiento del Teñido

- Paso 1.- En una olla se colocó los 6 litros de agua y una vez que comenzó a hervir se añadió los 200 gramos del colorante natural durante una hora hasta observar que suelta toda la tintura.
- Paso 2.- Se filtró los residuos del colorante natural para obtener solo el agua.
- Paso 3.- Se colocó el agua filtrada en una olla limpia, se procedió a agregar el vinagre y removerlo, finalmente se incorporó los 200 gramos del hilo.
- Paso 4.- Durante 30 minutos se hierve, procurando remover suavemente con un palo de madera.
- Paso 5.- Se enjuaga la madeja del hilado con agua tibia varias veces, hasta que el agua quedo cristalina. El secado se lo realizo bajo la sombra.

3.10. Manual de elaboración de prendas a base de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*)

Procedimiento para la elaboración de un botín

Materiales

- Plantilla
- Chochet N°8
- Hilo de alpaca 250 gr

Procedimiento

1. El primer paso es tejer el primer punto a partir de la primera rendija no cortada de la suela. Hacer dos puntos y medios en el lado derecho de la suela por cada agujero.
2. Recuerda que la punta de la suela debe estar hacia el frente a usted. Los puntos siguientes se deben realizar guiándose según esta posición. Es decir, se debe tejer los puntos consecutivos hacia la punta del zapato y completar todo el borde de la suela.

3. Cuando se haya completado la primera línea, se deberá rematar este primer borde con un punto deslizado.
4. Luego de cerrar la primera línea, se tiene que subir con una cadena y hacer medio punto en cada uno de los puntos realizados en la línea anterior. Sin embargo, no se debe realizar este procedimiento en todo el borde del zapato sino hasta el lado contrario de la línea que hemos utilizado como referente al comienzo de este manual.
5. Ahora se debe subir con una cadena y se tejera un medio punto brincando un espacio. Este paso deberá hacerlo 4 veces de la misma manera. En otras palabras, tejer 4 vueltas siguiendo este tipo de punto.
6. En este quinto paso se hará una disminución de la siguiente manera: tejer una cadeneta y saltar el primer punto. Halar el hilo, pero no tejer, sino hasta que se realice el punto consecuente y tejerlos juntos.
7. Luego, se deberá tejer 3 medios puntos normales. Cuando se haya hecho, volver a realizar una disminución.
8. Deberás subir con una cadena y sólo saltar el primer punto cada vez que vayas a realizar una línea. En este paso realizar 4 líneas con puntos normales y disminuciones.
9. En este paso hacer 2 líneas solo con disminuciones. (El primer espacio nunca tejer).
10. Voltear el zapato y haz otras líneas de forma contraria y finaliza el zapato.

Procedimiento para la elaboración de una cartera

Materiales

- Chochet N°0
- Hilo de alpaca 150 gr

Procedimiento

1. Comenzar haciendo la cantidad de puntos cadena de acuerdo al ancho del fondo que se desee la cartera y también del borde superior de este. Dependiendo del modelo, hacer la cantidad de cadenas y las hileras necesarias para ello.
2. Tejer un rectángulo teniendo en cuenta que el borde superior y el fondo del bolso serán del mismo tamaño.
3. Se recomienda usar de treinta a sesenta puntos por hilera.
4. Dar vuelta a la labor y confeccionar medios puntos de regreso por toda la cadena. Cuando se tenga lista la cadena base, darle vuelta para comenzar la nueva vuelta del lado opuesto. Esto se repite cada vez que se termina una hilera, hasta llegar a la altura deseada.
5. Al girar la labor, es recomendable que hacerlo en el sentido de las agujas del reloj dándole media vuelta de manera que el último punto de la hilera sea el primero de la próxima que se inicia, y así se debe hacer hasta terminar la cartera.
6. Seguir tejiendo hasta lograr la altura deseada para la cartera.
7. La parte inferior del bolso doblar hacia arriba, y la parte superior plegar como una solapa.
8. Cuando hayas finalizado por completo la labor, ahora se debe cerrarla.
9. Cortar el hilo del ovillo dejando una tira que sobre algunos centímetros. Ajustar al ganchillo, retirar y tirar del hilo para que se ajuste. Por último, tejer la tira entre los puntos que están en la fila superior.
10. Ahora doblar y coser para darle forma a la cartera. En este sentido, plegar la mitad inferior de la pieza hacia arriba.
11. Usar un broche para la abertura.

Procedimiento para la elaboración de una alfombra

Materiales

- Base de alfombra
- Crochet N° 1
- Regla de 30 cm
- Pulidora
- Marcador
- Tela
- Balanza
- Hilo de alpaca (600 gr)

Procedimiento

- Pesar la madeja de hilo, tela y la base para la alfombra.
- Con una tela de color que combine y con la ayuda de una máquina de coser se borda el contorno de la alfombra
- Con la ayuda de un marcador dibujar en la base de la alfombra el diseño que se desee
- En una regla enrollar el hilo de los colores que se escogió para poder cortar (con la ayuda de una tijera), un tamaño considerable de más o menos 5 cm
- Para tejer doblar en dos el hilo de 5 cm
- Introducir el Crochet en el tabla de la base de la alfombra

Procedimiento para la elaboración del tapete

Materiales

- Crochet N° 2
- Hilo de alpaca (260 gr)

Procedimiento

- Tejer cinco cadenas y cerrar con punto deslizado
- En cada punto tejer 3 puntos enteros
- Tejer en el punto deslizado tres cadenas y así sucesivamente hasta terminar de tejer 3 cadenas en las 5 cadenas anteriores.
- Tejer dos cadenas
- Continuar tejiendo hasta llegar al primer punto y cerrar con un punto deslizado
- Seguir tejiendo 2 cadenas y tres puntos enteros hasta llegar al tamaño deseado.

Procedimiento para la elaboración del chal

Materiales

- Crochet N° 5
- Hilo de alpaca (200 gr)

Procedimiento

1. En la aguja tomar treinta puntos con la ayuda de la otra aguja tejer dos puntos derechos y dos puntos reverso, dos puntos derechos de reverso hasta llegar hasta el punto treinta.
2. Dar vuelta el tejido y empezar con dos puntos derechos en la segunda fila empezar con dos puntos de reverso y luego dos puntos derechos hasta llegar al punto numero treinta.
3. Seguir tejiendo así hasta llegar a un tamaño de 1 metro.

Para cerrar el chal tejer el primer punto, tomar el segundo punto y tejer así sucesivamente hasta cerrar todos los treinta puntos.

3.11. Evaluación económica

En la evaluación de los costos e ingresos producidos en la investigación, se evaluó los tres tratamientos de lavado para obtener el hilo partiendo de la fibra de alpaca, el primer tratamiento (Bicarbonato de sodio + Sal en grano) se tuvo un egreso total de \$36.725, este rubro fue la suma de adquisición de productos para el lavado, productos para el secado, costos del hilado productos para el teñido gastos adicionales y elaboración de artículos.

Mientras que el total de ingresos para el mismo tratamiento fue igual a \$42.61, este rubro constituye la suma de la venta del excedente de hilo y la venta de los artículos a confeccionar, la relación beneficio – costo para el primer tratamiento fue igual a 1.16 que indica que por dólar invertido el productor ganara 0.16 centavos; por lo que es viable aprovechar las fibras de alpaca para obtener hilos finos.

Para el segundo tratamiento (lavado con la adición de detergente OZZ), el total de gastos fue igual a \$36.21 que incluyo los mismos egresos que se detallaron para el primer tratamiento y el total de ingresos fue igual a \$46.55, obteniendo una relación beneficio-costos igual a 1.29 que representa que por dólar invertido se generara una ganancia igual a 0.29 centavos que representa un 30% de la inversión.

Para el tercer tratamiento (lavado con la adición de detergente OZZ+ cloruro de sodio + Bicarbonato de Sodio), el total de gastos fue igual a \$38.61 que incluyo los mismos egresos que se detallaron para el primer tratamiento y el total de ingresos fue igual a \$52.64, obteniendo una

relación beneficio-costo igual a 1.36 que representa que por dólar invertido se generara una ganancia igual a 0.36 centavos que representa un 40% de la inversión.

El tratamiento que mayor beneficio costo alcanzo fue en el que se adiciono detergente OZZ+ 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 y se aumenta la calidad final de los hilos obtenidos, hay que adicionar que es una tecnología viable que utiliza compuestos orgánicos que no generan daños al ambiente.

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 y mercados internacionales, esto hará que el mercado sea variable y que se tenga una mayor oferta y demanda de las prendas.

Tabla 9-3: Evaluación Económica

CONCEPTO	SISTEMAS DE LAVADO		
	Bicarbonato de sodio + sal en grano	Detergente OZZ	Bicarbonato de sodio + sodio + detergente OZZ
	T1	T2	T3
Productos para el lavado (1Kg)			
Bicarbonato de Sodio	3.3	-	3.3
Sal en grano	0.08	-	0.08
Detergente Biodegradable OZZ	-	0.5	0.5
TOTAL	3.38	0.5	3.88
Productos para el Secado (1Kg)			
Fundas de basura grandes	0.1	0.1	0.1
Costo del Hilado			
Hilado a máquina	17.52	17.52	17.52
Hilado manual	3.6	3.6	3.6
TOTAL	21.12	21.12	21.12
Productos para el Teñido			
Remolacha <i>Beta vulgaris</i>	0.042	-	0.021
Diente de leon	0.5	-	-
Cebolla colorada <i>Allium cepa</i>	-	-	0.5
Musgo <i>Bryophyta</i>	-	3.3	1.00
Tanque de gas	0.83	0.83	0.83
Vinagre	1.20	0.80	1.6
TOTAL	2.572	4.93	3.951
Gastos Adicionales			
Termómetro	5	5	5
Balanza granera	4.66	4.66	4.66
TOTAL	9.66	9.66	9.66
Confeccion de articulos	35	38	50
TOTAL DE EGRESOS	36.732	36.21	38.611

INGRESOS

Total de hilo producido (gr)	960	930	940
Costo de hilo producido	33.25	32.55	33.6
Costo del gramo de hilo	0.28	0.29	0.27
Hilo utilizado en la confección	314	600	456
Excedente de hilo (gr)	646	330	504
Venta de excedente de hilo (0.35 g)	22.61	11.55	17.64
Venta de artículos confeccionados	20	35	35
TOTAL DE INGRESOS	42.61	46.55	52.64
Relación Beneficio Costo	1.16	1.29	1.36

Elaborado por: Huebla, Wendy. y Rea, Jessica. 2019.

CONCLUSIONES

- Utilizando los tres diferentes sistemas: (Bicarbonato de sodio + sal en grano +detergente biodegradable); se obtuvo un hilo adecuado para la confección de artículos nuevos como calzado, alfombras provenientes de la fibra de Vicugna Pacos, logrando así optimizar las labores que realizan en la organización “Mushuk Kawsay generando ingresos económicos para cada una de las familias;
- Los análisis físicos de la fibra cardada, reportaron los resultados más altos de tensión (2663.33 N/cm²), y porcentaje de elongación (53.50 %), al utilizar bicarbonato de sodio más sal en grano, en cuanto a los análisis de hilo hilado a máquina al utilizar bicarbonato de sodio más sal en grano y más detergente biodegradable se consigue la mejor tensión (466.67 N/cm²), porcentaje de elongación (75 %) y solidez a la luz (4 puntos), y que fueron similares en superioridad es decir al utilizar el tratamiento T3 puesto que se obtuvo la mejor tensión (2278.00 N/cm²), porcentaje de elongación (73.50%) y la solidez a la luz (3.60 puntos), en el hilo hilado a máquina.
- De acuerdo a la escala de evaluación sensorial de la fibra cardada se aprecia que al realizar el proceso de lavado con bicarbonato más sal en grano y detergente biodegradable (T3), se consigue ponderaciones altas de color (4.60 puntos), tacto (4.40 puntos) y textura (4.80 puntos), lo mismo sucede en el hilo hilado en forma manual es decir se registran los resultados más relevantes de color (4.80 puntos), tacto (4.40 puntos) y textura (4.60 puntos), similar comportamiento sucede en el hilo hilado a máquina , en el que las ponderaciones más altas correspondientes al color (4.40 puntos), tacto (4.60 puntos) y textura (4.80 puntos) , se determinan al utilizar el tratamiento T3.
- La relación beneficio/costo infiere una mayor ganancia al realizar un lavado con el T3 (Bicarbonato de sodio + sal en grano + detergente), ya que el valor fue de 1,36; es decir, que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 36%, que al ser comparada con otras actividades similares resultan ser más atractivas considerando sobre todo que la inversión inicial y la recuperación de capital es menor.

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 y los productos del teñido se fijaron mejor produciendo un hilo muy vistoso, que se conseguirá posesionar en mercados tanto nacionales como internacionales.
- 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 comprador.
- Es aconsejable ejecutar un estudio de mercado para mejorar la comercialización de los productos que se obtienen al industrializar la fibra, para acceder directamente al consumidor final, eliminando al intermediario y logrando a su vez mayores ingresos de las comunidades dedicadas netamente a la fibra de alpaca.
- La industria alpaquera del país actualmente se encuentra en crecimiento, lamentablemente la producción local de fibra no es capaz de ser competitiva, y por ello se requiere la ayuda del MAGAP para contar con animales propicios para la producción de la fibra, que ayuden a repotenciar este sector, ya que se ha demostrado que sería una inversión rentable para los pobladores de la zona andina.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUIRRE MATTA, Fernando Leon, & MONTERO CORNEJO, Jorge Luis.** Produccion comercial de fibra fina de alpaca mediante tecnologias de reproducción asisitida y crianza semiintensiva (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Administración de Empresas. Lima- Peru. 2011. pp. 30-57.
2. **AYLAN, Parker J.; GREGOR, A.** “Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas”. *Research*, vol. 44, n°, 2002, (United State of America) pp. 53-64.
3. **ALVAREZ CAJAN, Fernando.** *Escala de grises para la decoloracion de los productos.* [blog]. 2012.
[Consulta: 13 febrero 2019].
<https://www.royaltalens.com/es-es/informaci%C3%B3n/preguntafrecuentes/resistencia-a-la-luz/>
4. **AYNIBOLIVIA.** *Propiedades de la fibra de alpaca.* [blog]. Bolivia: World Fair Trade Organization, 2018.
[Consulta: 13 febrero 2019].
<http://aynibolivia.com/shop/blog/alpaca-fibra-andes/>
5. **BARROS, Rocío.** *La fibra de alpaca mejorada.* [blog]. Peru :Asociación Peruana de Técnicos Textiles, 2015.
[Consulta: 1 febrero 2019].
<http://aptpperu.com/una-fibra-alpaca-mejorada/>
6. **BUSTINZA, C. V.** *La alpaca, conocimiento del gran potencial andino.* 1ª ed. Andes - Peru: Puno, 2001, pp. 27- 30.
7. **BUSTINZA, C. V.** *Crianza manejo y mejoramiento de las alpacas.* 1ª ed. Andes-Peru: Oficina de Recursos del Aprendizaje, Sección Publicaciones, 2001, pp. 7-9.
8. **CARPIO , Fortunato E.** “La cadena de valor para optimizar la producción de fibra de Alpaca en la empresa Sais Sollocota Ltda. N° 5” *Scielo*, vol. 8, n° 2 (2017), (Peru) pp.125-136.

9. **CARRASCO CABELLO, Joel Oscar.** Proporción de pelos en vellones clasificados según edad en alpaca Huacaya hembra (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Nacional del Altiplano, Médico Veterinario y Zootecnista. Puno-Peru. 2009. pp. 56-57
10. **CONTRERAS MANZANO, Anabel Serena & QUISPE ESPARZA, Carlos Rafael.** Estructura cuticular y características físicas de la fibra de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*) de color blanco en la Región de Huancavelica. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Nacional de Huancavelica, Ingeniería Zootecnista. Huancavelica –Peru. 2009. pp. 90-95.
11. **CORDOVA, Luis:** *Proceso de Transformación de La Fibra de Alpaca.* [En línea] 2014. [Consulta: 13 diciembre 2018].
<https://es.scribd.com/doc/220422151/Proceso-de-Transformacion-de-La-Fibra-de-Alpaca>
12. **CÓRDOVA RUIZ, Margoth Liliana.** Comparación de la calidad de las fibras de *Vicugna pacos* (alpaca) y *Lama glama* (llama) (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Ciencias Pecuarias, Carrera De Ingeniería Zootécnica. Riobamba - Ecuador. 2015. pp. 34-45.
13. **GIL QUISPE, Rubén.** Evaluación de las características textiles de la fibra de alpacas Huacaya del Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno - Peru. 2017. pp. 60-67.
14. **HIDALGO, Luis.** Escala de calificación de las variables sensoriales de la fibra de alpaca. Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba – Ecuador. 2019.
15. **MENDEZ, Pilar.** *La fibra de alpaca características, tipos y propiedades.* [En línea] 2018.
[Consulta: 20 Marzo del 2019]
<https://www.aboutespanol.com/que-es-la-alpaca-3201503>
16. **MONTES, Mario.; QUICAHÑO, Iván.; QUISPE, Enma.; ALFONSO, Leonel.** “Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau

region of Huancavelica”. *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 6, n° 1.2008, (Peru) pp. 33-38.

17. **LUPTON, C.; COLL, M.; STOBARTE, R.** “Fiber characteristics of the Huacaya alpaca.” *Small Ruminant Research*, vol 64. n° 3 (2006), (United State of America) pp. 211- 224.
18. **OBANDO PORTILLO, Ruth Elizabeth.** Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil. Ibarra-Ecuador. 2013. pp. 21-25.
19. **ORMACHEA, Edwin.; CALSÍN, Bilo.; OLARTE, Uberto.** “Características textiles de la fibra en alpaca Huacaya del distrito de Corani.” *Revista Investigativa Altoandinas*, vol 17. n° 2 (2015), (Peru) pp.215-220.
20. **PONZONI, Rubi:** “ Genetic improvement of Australian alpacas: present state and potential developments” . *Aust Alpaca Assoc*, vol 1. n° 1 (2000), (Australia) pp 71-96.
21. **QUISPE, E.; ALFONSO, L.; FLORES, A.; GUILLÉN, H.; RAMOS, Y.** "Bases para un programa de mejora de alpacas en la region altoandina de Huancavelica”. *Scielo*. vol 58. n° 224 (2009), (Peru) pp 4-10.
22. **QUISPE, Ernesto.; FLORES, Alicia.; ALFONSO, Luciano.; GALINDO, Alfredo.** Algunos aspectos de la fibra y peso vivo de alpacas Huacaya de color blanco en la región de Huancavelica (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Nacional de Huancavelica. Cusco- Peru. 2007. pp. 2-4.
23. **SACHERO, Daniel:** *Medidas objetivas para determinar calidad de lanas.* 1ª ed. Bariloche -Argentina: Memorias argentino, 2005 pp. 19- 22.
24. **SAFLEY, Mery.** *Crimp versus crinkle.* [En línea] 2005.
[Consulta : 23 Enero del 2019
HYPERLINK "https://alpacas.com/AlpacaLibrary/Html/CrimpCrinkle.htm/"
<https://alpacas.com/AlpacaLibrary/Html/CrimpCrinkle.htm/>

25. **SIGUAYRO PASCAJA, Roger.** 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 (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Peru. 2009. pp. 64-77

26. **SOLÍS, Ramón:** *Producción de Camélidos Sudamericanos.* 2ª ed. Huancayo-Peru: Asher , 2006. pp 10- 435- 467.

27. **VÁSQUEZ, Rutnis.; GOMEZ, Oscar.; QUISPE, Edgar.** "Características tecnológicas de la fibra blanca de alpaca Huacaya en la zona altoandina de Apurímac". *Revista Investigativa de Vetrinaria del Peru.* vol 26. n° 2 (2015), (Peru) pp. 213 - 222.

ANEXOS

Anexo A: Estadísticas de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavados.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	2966.67	2483.33	2316.67	2283.33	3266.67	13316.67	2663.33
Detergente	2150.00	2616.67	1966.67	1800.00	1966.67	10500.00	2100.00
Bicarbonato + sal en grano + detergente	2133.33	1966.67	2283.33	2450.00	1800.00	10633.33	2126.67

Promedio: 2296.67

Coefficiente de variación: 14.92

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	1010110.76	2	505055.38	4.30	0.0391
Error	1409451.42	12	117454.29		
Total	2419562.18	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 1.40

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE DUNKAN

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2663.33	a	153.27	5
Detergente	2100.00	b	153.27	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	2126.67	b	153.27	5

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Anexo B: Estadísticas del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	60.00	25.00	75.00	60.00	47.50	267.50	53.50
Detergente	57.50	30.00	82.50	40.00	27.50	237.50	47.50
Bicarbonato + sal en grano + detergente	47.50	77.50	37.50	20.00	55.00	237.50	47.50

Promedio: 49.50

Coefficiente de variación: 42.44

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	120	2	60	0.14	0.8742
Error	5295	12	441.25		
Total	5415	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 7.60

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	53.50	a	9.39	5
Detergente	47.50	a	9.39	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	47.50	a	9.39	5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Anexo C: Estadísticas del color de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	13.00	2.60
Detergente	4.00	3.00	3.00	2.00	4.00	16.00	3.20
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	23.00	4.60

Promedio: 3.47

Coefficiente de variación: 18.99

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	10.53	2	5.27	12.15	0.0013
Error	5.2	12	0.43		
Total	15.73	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 6.34

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.60	b	0.29	5
Detergente	3.20	b	0.29	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.60	a	0.29	5

Medias con letras común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Anexo D: Estadísticas del tacto de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	15.00	3.00
Detergente	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	17.00	3.40
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	22.00	4.40

Promedio: 4.0

Coefficiente de variación: 16.82

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	5.2	2	2.6	7.09	0.0093
Error	4.4	12	0.37		
Total	9.6	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 5.13

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	3.00	b	0.27	5
Detergente	3.40	ab	0.27	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.40	a	0.27	5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Anexo E: Estadísticas de la textura de la fibra de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	16.00	3.20
Detergente	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	20.00	4.00
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	24.00	4.80

Promedio: 2162.39

Coefficiente de variación: 16.69

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	6.4	2	3.2	10.67	0.0022
Error	3.6	12	0.3		
Total	10	14			

Prob: < 0.01: existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 3.79

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	3.20	b	0.24	5
Detergente	4.00	ab	0.24	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.80	a	0.24	5

Medias con letras común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Anexo F: Estadísticas de la resistencia a la tensión del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	460.00	393.33	380.00	408.33	575.00	2216.67	443.33
Detergente	433.33	544.44	377.78	483.33	325.00	2163.89	432.78
Bicarbonato + sal en grano + detergente	575.00	491.67	491.67	325.00	450.00	2333.33	466.67

Promedio: 447.59

Coefficiente de variación: 19.17

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3007.78	2	1503.89	0.2	0.818
Error	88349.32	12	7362.44		
Total	91357.1	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 2.35

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	443.33	a	38.37	5
Detergente	432.78	a	38.37	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	466.67	a	38.37	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo G: Estadísticas descriptivas del porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	147.50	52.50	55.00	47.50	60.00	362.50	72.50
Detergente	60.00	75.00	90.00	55.00	82.50	362.50	72.50
Bicarbonato + sal en grano + detergente	65.00	80.00	80.00	85.00	65.00	375.00	75.00

Promedio: 73.33

Coefficiente de variación: 35.944

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	20.833	2	10.42	0.01	0.9851
Error	8337.500	12	694.79		
Total	8358.333	14	597.02		

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 4.59

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	72.50	a	11.79	5
Detergente	72.50	a	11.79	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	75.00	a	11.79	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo H: Estadísticas descriptivas de la solidez a la luz del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	10.00	2.00
Detergente	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	18.00	3.60
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00	20.00	4.00

Promedio: 3.20

Coefficiente de variación: 20.571

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	11.2	2	5.6	12.92	0.001
Error	5.2	12	0.43		
Total	16.4	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 7.86

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.00	b	0.29	5
Detergente	3.60	a	0.29	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.00	a	0.29	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo I: Estadísticas descriptivas del color del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	13.00	2.60
Detergente	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	18.00	3.60
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	24.00	4.80

Promedio: 3.67

Coefficiente de variación: 14.084

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	12.13	2	6.07	22.75	0.0001
Error	3.2	12	0.27		
Total	15.33	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 4.73

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.60	c	0.23	5
Detergente	3.60	b	0.23	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.80	a	0.23	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo J: Estadísticas descriptivas del tacto del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	2.00	3.00	3.00	4.00	2.00	14.00	2.80
Detergente	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	17.00	3.40
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.00	5.00	5.00	5.00	3.00	22.00	4.40

Promedio 3.53

Coefficiente de variación: 21.923

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	6.53	2	3.27	5.44	0.0208
Error	7.2	12	0.6		
Total	13.73	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 6.61

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.80	b	0.35	5
Detergente	3.40	ab	0.35	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.40	a	0.35	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo K: Estadísticas descriptivas de la texturadel hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado a máquina.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	15.00	3.00
Detergente	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	22.00	4.40
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	23.00	4.60

Promedio 4.00

Coefficiente de variación: 15.138

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7.600	2	3.80	10.36	0.0024
Error	4.400	12	0.37		
Total	12.000	14	0.86		

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 4.81

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	3.00	b	0.27	5
Detergente	4.40	a	0.27	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.60	a	0.27	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo L: Estadísticas de la resistencia a la tensión del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	1112.50	1225.00	1712.50	1966.67	2083.33	8100.00	1620.00
Detergente	862.50	1100.00	1350.00	980.00	980.00	5272.50	1054.50
Bicarbonato + sal en grano + detergente	2116.67	1590.00	2616.67	2450.00	2616.67	11390.00	2278.00

Promedio: 1650.83

Coefficiente de variación: 22.48

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3749523.38	2	1874761.69	13.61	0.0008
Error	1652697.38	12	137724.78		
Total	5402220.76	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 2.32

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	1620.00	b	165.97	5
Detergente	1054.50	b	165.97	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	2278.00	a	165.97	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo M: Estadísticas del porcentaje de elongación del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	52.50	20.00	45.00	50.00	57.50	225.00	45.00
Detergente	27.50	57.50	57.50	57.50	65.00	265.00	53.00
Bicarbonato + sal en grano + detergente	77.50	70.00	52.50	77.50	90.00	367.50	73.50

Promedio: 57.17

Coefficiente de variación: 25.12

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2160.83	2	1080.42	5.24	0.0232
Error	2475	12	206.25		
Total	4635.83	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 5.38

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	45.00	b	6.42	5
Detergente	53.00	ab	6.42	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	73.50	a	6.42	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo N: Estadísticas de la solidez a la luz del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	11.00	2.20
Detergente	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	17.00	3.40
Bicarbonato + sal en grano + detergente	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	18.00	3.60

Promedio: 3.07

Coefficiente de variación: 21.47

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	5.73	2	2.87	6.62	0.0116
Error	5.2	12	0.43		
Total	10.93	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 6.59

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.20	b	0.29	5
Detergente	3.40	a	0.29	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	3.60	a	0.29	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo O: Estadísticas del colordel hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	11.00	2.20
Detergente	3.00	4.00	3.00	5.00	3.00	18.00	3.60
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	22.00	4.40

Promedio: 3.40

Coefficiente de variación: 19.36

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	12.4	2	6.2	14.31	0.0007
Error	5.2	12	0.43		
Total	17.6	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 5.33

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.20	b	0.29	5
Detergente	3.60	a	0.29	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.40	a	0.29	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo P: Estadísticas del tacto del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	1.00	2.00	3.00	3.00	12.00	2.40
Detergente	4.00	2.00	4.00	4.00	3.00	17.00	3.40
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	5.00	3.00	5.00	5.00	23.00	4.60

Promedio: 3.47

Coefficiente de variación: 25.80

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	12.13	2	6.07	7.58	0.0074
Error	9.6	12	0.8		
Total	21.73	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 10.20

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.40	b	0.4	5
Detergente	3.40	ab	0.4	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.60	a	0.4	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo Q: Estadísticas de la textura del hilo de alpaca utilizando diferentes sistemas de lavado en el hilado manual.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	REPETICIONES					Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V		
Bicarbonato + sal en grano	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	13.00	2.60
Detergente	3.00	5.00	4.00	4.00	3.00	19.00	3.80
Bicarbonato + sal en grano + detergente	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	24.00	4.80

Promedio: 3.73

Coefficiente de variación: 25.80

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	12.13	2	6.07	7.58	0.0021
Error	9.6	12	0.8		
Total	21.73	14			

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 6.43

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACION DE RANGOS DEACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

TIPO DE DETERGENTE	PROMEDIO	RANGO	EE	n
Bicarbonato + sal en grano	2.60	b	0.4	5
Detergente	3.80	ab	0.4	5
Bicarbonato + sal en grano + detergente	4.80	a	0.4	5

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.01$)

Anexo R: Evidencia fotográfica del proceso de Clasificación – Eliminación de Impurezas de la fibra de alpaca.



Anexo S: Evidencia fotográfica del proceso del lavado de la fibra de alpaca.



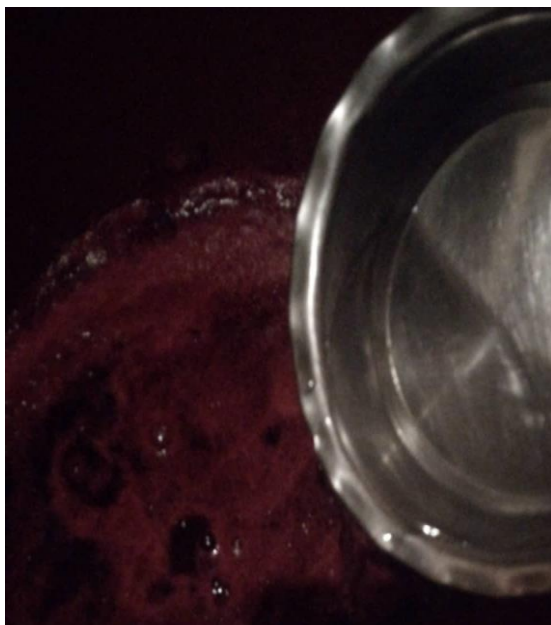
Anexo T: Evidencia fotográfica del secado y carado de la fibra de alpaca.



Cardado de la fibra de alpaca.



Anexo U: Evidencia fotográfica del proceso de Teñido y secado de la fibra de alpaca.



Anexo V: Evidencia fotográfica de las pruebas físicas del Hilo de alpaca.



Anexo W: Evidencia fotográfica del diseño y elaboración de las prendas tejidas.

