



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

**“AMARANTO Y NOGAL PARA EL TEÑIDO DE LA FIBRA DE ALPACA”**

**Trabajo de titulación**

**Tipo: Proyecto de Investigación**

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

**INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA: ALISSON KASANDRA NÚÑEZ MAZZA**

**DIRECTOR: ING. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA PhD**

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

© 2021, ALISSON KASANDRA NÚÑEZ MAZZA.

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

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

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

Riobamba, febrero del 2021

**ALISSON KASANDRA NÚÑEZ MAZZA**

**CI: 060589311-4**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios por ser el guía y darme la fuerza para continuar con este proceso de obtener mi título y profesión.

A mis padres, por su gran amor, sacrificio y apoyo incondicional en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que hoy soy.

A mis hermanas(os) por estar presentes en todo el trayecto de mi carrera, apoyándome y dándome ánimos para seguir y no rendirme siguiendo su ejemplo.

A mis abuelitas que han estado presente en muchas ocasiones con su apoyo y solidaridad.

A mis amigas(os) que han sido mis compañeros de clase, mi equipo de trabajo y pese a los malos momentos siempre estuvieron ahí hasta el final, jamás olvidare que fuimos un buen grupo para todo, gracias amigos.

**ALISSON KASANDRA NÚÑEZ MAZZA**

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Investigación “**AMARANTO Y NOGAL PARA EL TEÑIDO DE LA FIBRA DE ALPACA**”, realizado por la señorita: **ALISSON KASANDRA NÚÑEZ MAZZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Dra. Georgina Ipatia Moreno Andrade  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

29-07-2021

Ing: Luis Eduardo Hidalgo Almeida PhD  
**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

29-07-2021

Ing Maritza Lucía Vaca Cárdenas MSC.  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

29-07-2021

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO 1

<b>1.</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.</b>	<b>La Alpaca.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.</b>	<b>La fibra de alpaca.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1.</b>	<b><i>Características de la fibra de alpaca</i>.....</b>	<b>7</b>
<i>1.2.1.1.</i>	<i>Finura.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.1.2.</i>	<i>Diámetro de la fibra.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.1.3.</i>	<i>Rizo.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.1.4.</i>	<i>Índice de curvatura.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.1.5.</i>	<i>Longitud.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.1.6.</i>	<i>Finura al hilado.....</i>	<i>8</i>
<b>1.3.</b>	<b>Tinturado de la fibra de alpaca.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.</b>	<b>Procesos De Tintura.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5.</b>	<b>Colorantes naturales.....</b>	<b>14</b>
<b>1.5.1.</b>	<b><i>El nogal</i>.....</b>	<b>15</b>
<i>1.5.1.1.</i>	<i>Usos del nogal.....</i>	<i>16</i>
<b>1.5.2.</b>	<b><i>El amaranto</i>.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.3.</b>	<b><i>Usos industriales</i>.....</b>	<b>18</b>

### CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.</b>	<b>Métodos para la sistematización de la información.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1.</b>	<b><i>Materiales y métodos</i>.....</b>	<b>21</b>
<i>2.1.1.1.</i>	<i>Recursos Tangibles.....</i>	<i>21</i>
<i>2.1.1.2.</i>	<i>Recursos Intangibles: software, base de datos, plataformas.....</i>	<i>21</i>
<b>2.1.2.</b>	<b><i>Criterios para la selección de la información</i>.....</b>	<b>21</b>

2.1.2.1.	<i>Descriptiva</i> .....	22
----------	--------------------------	----

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.</b>	<b>Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del Amaranto y Nogal</b> .....	<b>23</b>
3.1.1.	<i>Resistencia a la tensión (N/cm<sup>2</sup>)</i> .....	24
3.1.2.	<i>Solidez al lavado</i> .....	26
3.1.3.	<i>Solidez al frote en seco</i> .....	29
<b>3.2.</b>	<b>Evaluación de las características sensoriales en la tintura de la fibra de alpaca con nogal y amaranto</b> .....	<b>32</b>
3.2.1.	<i>Solidez a la luz</i> .....	32
3.2.2.	<i>Intensidad de color</i> .....	34
<b>3.3.</b>	<b>Análisis económico</b> .....	<b>36</b>

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>39</b>
---------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>40</b>
------------------------------	-----------

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Tintes naturales útiles para la tintura de la fibra de alpaca.....	11
<b>Tabla 1-3:</b> Evaluación de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.....	24
<b>Tabla 2-3:</b> Evaluación de la solidez al lavado de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.....	27
<b>Tabla 3-3:</b> Evaluación de la solidez al frote de la fibra de alpaca utilizando tinturado -natural proveniente del amaranto y nogal.....	30
<b>Tabla 4-3:</b> Evaluación de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal .....	32
<b>Tabla 4-3:</b> Evaluación de la intensidad de color de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal .....	35
<b>Tabla 6-3:</b> Evaluación económica de la producción de fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal .....	37



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2.</b>	Proceso de recolección de información.....	20
<b>Gráfico 1-3:</b>	Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal. ....	25
<b>Gráfico 2-3:</b>	Solidez al lavado de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.....	28
<b>Gráfico 3-3:</b>	Solidez al lavado de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.....	31
<b>Gráfico 4-3:</b>	Solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.....	33
<b>Gráfico 5-3:</b>	Solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Teñido de lana de alpaca: Color Café, pH 3.5. (Extracción del colorante con 75% etanol) (Bermeo, 2016)
- Anexo B:** Estadísticas descriptivas de la coloración de la fibra y lana lavada en el Prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias (Bermeo, 2016).
- Anexo C:** Análisis de Varianza de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca teñida con colorante natural (amaranto), (Guerrero, 2011)
- Anexo D:** Proceso de extracción del colorante de amaranto (Guerrero, 2011)
- Anexo E:** Proceso de tinción con nogal de las fibras (Aguilar, 2018)
- Anexo F:** Tipo de mordadiente que se utiliza para la fijación del color en el proceso de tinturación (Cano, 2007)
- Anexo G:** Tipo de tintes es más aceptado en el mercado, (Cano, 2007)
- Anexo H:** Prueba de solidez Muestra inicial lavado con 5% de detergente y 5 días de exposición al sol

## **TÍTULO: “AMARANTO Y NOGAL PARA EL TEÑIDO DE LA FIBRA DE ALPACA”**

### **RESUMEN**

El objetivo del presente proyecto bibliográfico fue comparar cuál de los tintes orgánicos *Amaranthus Hypochondriacus* (Amaranto) y *Juglans Regia* (Nogal), es el más adecuado, para teñir de acuerdo a las exigencias de calidad de la fibra de alpaca, para lo cual se recopilara la información necesaria en las fuentes bibliográficas de los sitios como Dspace, Scielo, Scoopus, entre otros, con el criterio de exclusión de los resultados basados especialmente en el año de publicación que no debe ser más allá de 5 años. Los resultados expresan que la aplicación en el teñido de la fibra de alpaca productos de origen orgánico, constituye una tecnología amigable con el ambiente. En la valoración de las resistencias físicas establecieron la mayor resistencia a la tensión  $1128,03 \text{ N/cm}^2$ , y solidez al frote (5 puntos), al aplicar extracto natural del nogal. Mientras que la mejor solidez a la luz se determinó con el extracto de amaranto con una puntuación de 4,75 puntos y en la evaluación sensorial de intensidad de color la mejor respuesta la obtuvieron el lote de las fibras a las que se le aplicó extracto de amaranto con una valoración de 5.00 puntos considerada como calificación excelente, y que es un referente para considerar que el colorante natural ha ingresado hasta la parte medular de la fibra y no se ha lixiviado. De igual manera la mayor rentabilidad se determina en las fibras de alpaca teñidas con extracto de nogal siendo el monto determinado para los egresos durante el proceso de tinturado de \$10.26, mientras que los ingresos fueron de 15,50 dólares lo que representa una relación beneficio-costos de 1,51, es decir que se tiene una ganancia del 51 %.

### **PALABRAS CLAVE**

<Intes> <Orgánico> <Amaranto (*Amaranthus Hypochondriacus*)> <Nogal *Juglans Regia*>  
<Teñido> <Calidad> <Fibra de alpaca> <Amigable> <Resistencia a la tensión> <Intensidad de color>

## **ABSTRACT**

The objective of this bibliographic project was to compare which of the organic dyes Amaranth (*Amaranthus Hypochondriacus*) and Walnut (*Juglans Regia*) is the most suitable, to dye according to the quality requirements of alpaca fiber, for which the necessary information from the bibliographic sources of sites such as DSpace, Scielo, Scoopus, and others. The exclusion criterion of the results was based especially on the year of publication which should not be more than 5 years. The results express that the application in the dyeing of the alpaca fiber products of organic origin, constitutes a friendly technology with the environment. In the evaluation of the physical resistances, they established the highest resistance to tension 1128.03 N / cm<sup>2</sup>, and solidity to rubbing (5 points) when applying natural extract of walnut. While the best light fastness was determined with the amaranth extract with a score of 4.75 points and in the sensory evaluation of color intensity, the best response was obtained by the batch of fibers to which extract of amaranth with a 5.00-point rating considered excellent, and which is a reference to consider that the natural dye has entered up to the medullary part of the fiber and has not leached. In the same way, the highest profitability is determined in the alpaca fibers dyed with walnut extract, the amount determined for the expenses during the dyeing process was \$10.26, while the income was \$ 15.50, which represents a benefit ratio - cost of 1.51, that is to say that there is a profit of 51%.

## **KEYWORDS**

<ORGANIC DYES> <AMARANTH (*Amaranthus Hypochondriacus*)> <WALNUT *Juglans Regia*)> <DYED> <ALPACA FIBER> <STRESS RESISTANCE> <COLOR INTENSITY>

## INTRODUCCIÓN

La fibra de alpaca posee de forma natural más de 40 tonalidades que van desde el marfil al negro pasando por todas las gamas de grises y marrones, es magnífica para teñirla con los más hermosos colores sin perder ninguna de las propiedades únicas como son: suavidad, calidez ligereza y finura, es tres veces más resistente gracias a su resina natural que la impermeabiliza de la humedad y le brinda suavidad. (Aguirre, 2011 pág. 26)

La crianza de alpacas presenta algunas debilidades para los productores dedicados a esta actividad, los bajos índices de productividad, el pobre o nulo manejo genético, todas estas dificultades que se traducen en escasos ingresos económicos por la venta de su fibra. En la actualidad las comunidades campesinas poseen en promedio de 23,1 a 26,5 $\mu$  de finura de fibra, evidenciando la necesidad de un programa productivo adecuado que considere: la mejora genética que conlleve a tener mejores resultado en finura de fibra, incrementar las fuentes de alimentación mediante la implementación de nuevas técnicas de manejo de pastizales, selección de mejores ejemplares, entre otros, (Arroyo, 2016 pág. 26)

La industria alpaquera se encuentra en gran auge en el campo de la exportación de materia prima como de productos de valor agregado (tejidos), surgiendo problemas de abastecimiento en los mercados tanto nacionales como internacionales, debido a que no existen los recursos necesarios como maquinaria y tecnología, provocando que el proceso de teñido mucha de las veces sea más largo y no se logre cumplir con las fechas establecidas de contrato, causando pérdidas innecesarias a la empresa.

En la industria textil se produce una alta carga contaminante, debido a la emisión de compuestos químicos generados por los colorantes sintéticos, principalmente presentes en las aguas residuales; los tintes actualmente presentan propiedades físicas y químicas como: estabilidad a la luz y temperatura, a la acción de detergentes y a la degradación microbiana, por lo que son considerados compuestos altamente recalcitrantes y son complejos de eliminar por métodos convencionales, (Pinazo, 2000 pág. 19).

Los colorantes naturales, son extraídos de varias especies de plantas como son el nogal, eucalipto, remolacha; teniendo como ventaja ser colorantes procedentes de recursos renovables, reduciendo el proceso de contaminación y de aguas residuales sin presentar problemas de degradación, debido a que no tienen en su composición sustancias químicas que muchas veces no pueden ser tratadas y producen contaminación y sus efectos negativos. (Costa, 2009 pág. 12)

Los movimientos ambientalistas cada vez se vuelven más estrictos con sus exigencias y piden en la normativa ambiental de cada país se consideren leyes que no permitan que se evacuen residuos del tinturado de la fibra con los colorantes de naturaleza química hacia cuerpos de agua dulce que afecten tanto a fauna y flora, ya que son componentes agresivos por su carácter fuertemente ácido y poco amigables con el medio ambiente.

La estructura morfológica de la fibra de alpaca está compuesta por escamas y posee una zona medular, lugar donde actúa la tinte y por ende la tinte, es un material proteico muy delicado frente a la temperatura, además contiene grasas y ceras como la lanolina que soporta hasta un pH de 8.

El amaranto y el nogal se los encuentra fácilmente en los mercados de nuestra provincia y por consecuente lograr salvar la forma ancestral de la elaboración de teñidos, ya que se confiere mayor valor agregado al producto final, es fácil de realizar, pero demanda más mano de obra que el teñido con anilinas.

El presente estudio se ha realizado con el propósito de establecer información objetiva sobre la tinte de fibra de alpaca con productos naturales, provenientes de nuestra región, como son el amaranto y el nogal con el fin de conseguir un teñido profundo de la fibra lo cual contribuirá en las futuras investigaciones que se puedan realizar respecto al tema de tinte de la fibra de alpaca y de igual manera al desarrollo del poblador alto andino, en especial a los productores alpaqueros de nuestra provincia. Por lo expuesto anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Comparar cuál de los tintes orgánicos *Amaranthus Hypochondriacus* (Amaranto) y *Juglans Regia* (Nogal), es el más adecuado, para teñir de acuerdo a las exigencias de calidad de la fibra de alpaca.
- Efectuar un estudio bibliográfico sobre los principales colorantes del *Amaranthus Hypochondriacus* (Amaranto) y *Juglans Regia* (Nogal), como son alcoholes fenólicos, taninos, flavonoides y antraquinonas.
- Contrastar referencias bibliográficas del *Amaranthus hypochondriacus* (Amaranto) y *Juglans regia* (nogal), sobre su parte útil para la elaboración de tintes naturales, la que proporciona materia colorante y sus efectos en las resistencias físicas y sensoriales de la fibra de alpaca.
- Realizar un estudio comparativo de algunas investigaciones relacionadas la relación beneficio costo de la tinte de fibra de alpaca.

## CAPITULO 1

### 1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 1.1. La Alpaca

Los camélidos sudamericanos constituyen desde la historia de los pueblos ancestrales de América del Sur un aporte a su desarrollo económico de las zonas alto andinas de un país, el mundo está poblado por siete diferentes especies de camélidos, entre los más destacados, se tiene los denominados “camélidos del Viejo Mundo” como son: el dromedario (*Camelus dromedarius*) que habita en África y Oriente Medio que se caracteriza por presentar una sola joroba, el camello bactriano doméstico (*Camelus bactrianus*) y camello bactriano salvaje (*Camelus ferus*) que se encuentran en Asia cuya característica es presentar dos jorobas, (Arroyo, 2016 pág. 51).

En América existe la presencia de los camélidos sudamericanos denominados “Camélidos del Nuevo Mundo” siendo: la llama (*Lama glama*), y la alpaca (*Vicugna pacos*) siendo éstas especies domésticas, como también el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*) consideradas especies silvestres. el Ecuador no cuenta con guanaco, pero existe una pequeña población en Paraguay, (Rodríguez, 2019 pág. 45)

La alpaca posee ciertos parentescos al de su antecesor, la vicuña; presentando en la actualidad dos fenotipos denominados Huacaya y Suri, la primera presenta una cobertura de fibra total del cuerpo de forma densa que cubre las piernas, frente y mejillas, llegando a cubrir sus ojos en modo de copete, su fibra en forma rizada genera un aspecto esponjoso. (Christie, 2001 pág. 36)

En el caso de la alpaca Suri, el aspecto de las sus fibras es sedoso, lacio y de crecimiento largo que cae desde la línea media de su columna a ambos lados del cuerpo y se destaca por ser una especie seleccionada por su alto valor de fibra, el tono de su pelaje es más uniforme que el de la llama y sus colores varían desde blanco, negro y café, presentando diversas tonalidades intermedias, (Aguilar, 2018 pág. 25).

En las explotaciones realizan una selección de estos ejemplares para evitar tonalidades bicolors o tricolors, resaltando la preferencia por el color blanco; cabe mencionar que las cualidades de finura de fibra de la alpaca dan una semejanza a la calidad de fibra de la vicuña, ejemplar considerado con la mejor calidad de fibra del mundo. En la tabla 1, se describe la clasificación taxonómica de la alpaca. (Jaramillo, 2009 pág. 35):

Se puede señalar que los camélidos sudamericanos (CSA), son fuente de fibra, carne, abono y de diversos productos que contribuyen al sustento de un amplio sector de la población alto andina, sobresaliendo su eficiencia en el uso de la tierra en un ambiente adverso como lo son las frágiles praderas de los páramos andinos de los cinco países donde se concentra la mayor población natural de estas especies; Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú, (FAO, 2015 pág. 1).

Dentro de la seguridad alimentaria, los camélidos sudamericanos cumplen un rol de gran importancia en las poblaciones alto-andinas, ya que la fibra la usan para realizar vestimentas, su carne como fuente de proteína, y los excrementos para la elaboración de combustible y fertilizante. Se considera que el 90 por ciento de las alpacas y totalidad de las llamas se encuentran en manos de pequeños productores de subsistencia de estos asentamientos.

## **1.2. La fibra de alpaca**

La fibra de alpaca es el producto más importante obtenido de este camélido, el cual es utilizado para la elaboración de prendas textiles de alta calidad por lo cual presenta un alto potencial para su exportación. Sin embargo, el aprovechamiento de la fibra depende de varios factores ambientales, nutricionales y fisiológicos propios de cada animal. La producción de fibra de alpaca ha ido mejorando desde las épocas precolombinas consiguiendo hoy en día la obtención de dos fibras: Huacaya y Suri. (Cazares, 2014 pág. 39)

La fibra es el pelo que cubre a la alpaca y está constituida por fibras finas y gruesas, de diferentes tonalidades de colores que van desde el blanco, crema claro, café, hasta el negro. La principal característica productiva y económica de la alpaca es su fibra, que actualmente se identifica en el extranjero como una fibra exótica y textil de calidad, hacen que tenga un precio mayor frente a la lana de ovino en el mercado mundial, (Arrollo, 2017 pág. 53).

Las fibras de los camélidos, son denominadas "fibras especiales" al igual que otras fibras animales como la Cashemire, Mohair, fibra de Yak y Musk Ox, fibra de Camellos, entre otras. Entre las características de las fibras de los camélidos sudamericanos existen algunas similitudes, que en cierto sentido podrían establecer competencias entre ellas, desde el punto de vista de uso textil, (Arroyo, 2016 pág. 38)

La fibra de alpaca se clasifica como una fibra textil especial. En otras palabras, esta va a depender de varios factores físicos como: edad, sexo, altitud, alimentación, entre otros, por lo que es considerada una de las fibras más lujosas y finas del mundo, no solo por sus atributos físicos, capacidad térmica, suavidad y resistencia, sino también por ser escasa en el mercado, haciéndola



así más exclusiva. En cuanto a la fibra fina se encuentra en la parte del lomo y los flancos del animal; mientras que las fibras gruesas se concentran mayormente en la región pectoral, extremidades y cara. El diámetro de la fibra de alpaca oscilará entre 18 y 33 micras, dependiendo a qué parte del cuerpo corresponde y a la edad del animal esquilado, la fibra de alpaca es resistente logrando prendas muy durables y de cuidado fácil, siendo un ahorro para las personas y mayor cuidado para nuestro ambiente, (Arroyo, 2016 pág. 21).

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 primera calidad, que poseen la propiedad de absorber la humedad lo que permite que la piel respire. Durante el verano la piel se siente fresca y en invierno ayuda a conservar el calor, asimismo las precipitaciones no penetran fácilmente en las prendas de alpaca manteniendo a la persona que lo usa abrigado y seco (Gonzales, 2017 pág. 21)

La fibra de alpaca presenta varias propiedades como son: (Christie, 2001 pág. 29).

- La fibra 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.
- 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.
- Posee un brillo sedoso que se mantiene pese a la producción, teñido o lavado.
- No retiene el agua y puede resistir a la radiación solar.
- Es resistente logrando prendas muy durables y de cuidado fácil, siendo un ahorro para las personas y mayor cuidado para nuestro ambiente.
- Es hipoalérgica por su gran finura., tiene más de 22 colores naturales (café y grises).
- La fibra de alpaca no sólo se hila también se la puede fieltar obteniendo hermosos paños y fieltro manual de alpaca

La primera esquila en una alpaca se realiza cuando tiene 18 meses de edad. Existen dos épocas de esquila: campaña grande (marzo, abril y mayo), y campaña chica (octubre y noviembre). Sin embargo, se realizan esquilas menores durante el año producto de la necesidad económica del

alpaquero. Por lo general, la esquila se realiza de manera rústica y tradicional, utilizando cuchillos y todo material cortante incluido el vidrio, lo ideal es que se realice con tijeras o lapiacos, en cuanto a la clasificación es un proceso manual en el cual el vellón es separado en diferentes grupos de calidades, (Gutiérrez, 2004 pág. 52).

El lavado es el proceso inicial de la fibra liberando todo tipo de impurezas. En el cardado y peinado, se eliminan los pelos cortos, uniformándose la mecha, el hilado es un proceso que puede ser manual o industrial consiguiendo hilos de diferentes calidades, mezclas y grosor. Luego, mediante el uso de tecnología, se continúa con el teñido de la fibra presentando una amplia gama de colores. Por último, se confeccionan prendas en tejidos de punto o tejidos planos.

Para la determinación de la zona muestral representativa para evaluar las características de la fibra de un vellón de alpaca se toma en cuenta que, los componentes del vellón varían con la localización corporal, en donde es más fino y largo en zonas de la espalda, dorso y flancos y más grueso y corto en zonas de las extremidades y cabeza. (Téllez, 2014 pág. 52)

Existen varias funciones que cumple el vellón de los camélidos sudamericanos entre ellos: (Jaramillo, 2009 pág. 63)

- Protege de las inclemencias climatológicas como la abrasión de la piel
- Permite el camuflaje mediante la coloración.
- Favorece la termorregulación, como parte de un mecanismo homeostático relacionado con el metabolismo energético que mantiene al organismo dentro de un rango de temperatura óptima.
- Acción del agua en la fibra: los enlaces iónicos entre los grupos terminales de aminoácidos ácidos y básicos, junto con los enlaces de hidrogeno, estabilizan 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). 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, siendo esta última la más dañina. Dado que las fibras bien lavadas en un medio alcalino débil poseen un pH de extracto acuoso entre 9 y 10, y que la temperatura no suele ser superior a 50°C, no se puede producir una alteración significativa de la fibra.
- Acción de los álcalis en la fibra: Los álcalis actúan principalmente sobre la queratina hidrolizando la cadena polipeptídica, atacando algún resto aminoácido y creando nuevos

enlaces transversales. Las proteínas que contienen cistina son especialmente sensibles, debido a la reacción de los enlaces disulfuro con el álcali, cuando la fibra es atacada por los álcalis se produce una pérdida de resistencia, su color tiende a amarillear y el tacto es más áspero, depreciándose su calidad comercial. Por ello, en todos los procesos en medio alcalino, las condiciones deben ser controladas para evitar un ataque de la fibra fuera de los límites aceptados.

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

La industria textil considera a la fibra de alpaca como una fibra exclusiva y de excelente calidad promoviendo a la confección de prendas y catalogándose como artículos de lujo. Por lo cual se menciona las siguientes características de la fibra a continuación, (Vidal, 2010 pág. 29)

#### ***1.2.1.1. Finura***

Es la principal característica que determina la calidad y precio de la fibra. Se mide en micras y también se la denomina diámetro de la fibra. Por lo cual se define como la masa por la densidad lineal del material; es importante considerar que a mayor finura de fibra se presenta mayor confort de la prenda. (Rodríguez, 2019 pág. 25).

Para la clasificación de la fibra de alpaca siempre se tomará en cuenta la finura siendo esta una característica física por lo que la mayoría de productores expertos usan la mano o tacto a manera de herramienta subjetiva para clasificar la fibra en calidades comerciales, cabe mencionar que, en la normativa técnica del rubro, esta herramienta es la más usada y resulta menos costosa que someter a análisis de laboratorio. (Jaramillo, 2009 pág. 35)

#### ***1.2.1.2. Diámetro de la fibra***

El diámetro de la fibra de alpaca es uno de los factores más importante en el precio de los tops, sin embargo, los productores pequeños son los más afectados con grandes carencias, a diferencia de los grandes criadores de alpacas que reciben precios diferenciados por el diámetro de fibra. Debido a esta falta de atención se dejan de lado los esfuerzos por buscar una mejora en la genética de la fibra de alpaca, una buena manipulación lo que conlleva a desmejorar su calidad al momento de la comercialización, y por ende se pierde a virtud de crear tejidos de una belleza inigualable que puede ser posesionado en mercados muy exigentes, que tiene una gran atracción hacia los tejidos a mano de un material natural como es la fibra, entre los que se contemplan sueters, gorras, bolsas, etc . (Téllez, 2014 pág. 35).

### *1.2.1.3. Rizo*

Esta característica influye en el volumen y elasticidad durante la torsión del hilo y por ende en la conservación del calor. Los rizos son las ondas que se presenta a lo largo de la fibra de alpaca y se mide por el número de ondulaciones y distancia de las ondas. (Quintriqueo, 2012 pág. 25).

El rizo puede ser expresado en función a la “definición del rizo”, descrita como el grado de alineamiento del rizo de modo que existen definiciones pobres, y a la “frecuencia del rizo” determinado como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro. Ambas características, junto con el color, grasa, longitud de mecha, suciedad y el desgaste, representan el “estilo de fibra”, el cual es muy importante para establecer el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos finales de fibra. (Trillo, 2013 pág. 27).

### *1.2.1.4. Índice de curvatura*

El índice de curvatura (IC) de la fibra puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras. Esta característica es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir, ya que introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles. Se puede medir la curvatura de fibras utilizando los equipos como: el OFDA (Analizador óptico del diámetro de fibras) y LaserScan, ambos de fabricación australiana. (Quispe, 2013 p. 39)

### *1.2.1.5. Longitud*

Es el largo de la fibra y se mide en centímetros, las de mayor longitud las tienen los ejemplares jóvenes de primera esquila (8 meses de edad) y las de menor longitud son de los animales de mayor edad. Un estudio demostró que la tasa de crecimiento de la fibra (TCF) es afectada por el genotipo y el mes más no por el sexo y que incrementan significativamente durante los primeros tres meses por lo que luego se mantiene casi constantemente. Se halló que las fibras de alpacas Suri crece un 20% más que las fibras de alpacas Huacaya. Con esto concluye que es posible la esquila de animales desde los 8 meses de edad, pues dichas fibras tendrían el largo suficiente para el requerimiento del proceso textil, (Andrade, 2016 p. 15).

### *1.2.1.6. Finura al hilado*

En cuanto a la finura al hilado (FH) de la fibra de alpaca, se la expresa en  $\mu\text{m}$ , y es la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación por lo que genera un valor

de rendimiento a la muestra cuando es hilada. La fineza de la fibra se la describe a la calidad de fibras especiales. (Costa, 2009 p. 31).

La producción de prendas suaves sin picazón se obtiene solo de fibra fina de alpaca sin residuos de fibra gruesa, siendo este camélido el mejor para producir esta fibra. Para evitar la picazón, el pelo grueso de 30 micrones o más, debe mantenerse en un total de 5% o menos, en cualquier prenda o tela. Los productos que resultan son tan suaves como el Cashmere pero más baratos de producir, (Christie, 2001 p. 19)

### **1.3. Tinturado de la fibra de alpaca**

Debido a las ventajas que ofrece, actualmente la industria textil ha optado por la utilización de colorantes sintéticos en las labores de teñido, la optimización del tiempo, una buena reproducibilidad lote a lote, la amplia gama de colores que existe que van desde los más limpios y brillantes hasta los oscuros e intensos y buena solidez tanto al frote como al lavado y la exposición a la luz, son cualidades que han hecho que los colorantes sintéticos sobresalgan de los colorantes naturales en su utilización, siendo estos de manera muy reducida aún más sobre su uso en fibras naturales tales como la fibra especial de Alpaca Suri. (Cegarra, 2009 p. 30).

Dentro de proceso que comprende el teñido, se debe considerar y tomar en cuenta varios parámetros que ofrezcan una tintura de buena calidad, que presente igualdad, homogeneidad, solidez y fijación al producto final obtenido, ente los cuales tenemos: (Costa, 2009 p. 26):

- **Tiempos:** Este se determinará de manera que permita una adecuada y uniforme repartición tanto de productos químicos, auxiliares y colorantes utilizados, antes que por efecto del incremento de temperatura exista un aumento excesivo en la velocidad de absorción del colorante por parte de la fibra. El tiempo de calentamiento que se considera como el lapso que se demora hasta llegar a la ebullición está en función y dependerá en gran parte al grado de compensación del colorante.
- **Temperatura:** La temperatura constituye una variable primordial en todos los procesos de tintura tanto de fibra como de algodón, siendo la más idónea para las fibras aquella que se encuentra en un rango de 90-100°C, considerada como la temperatura necesaria para realizar la tintura. Dicha variable es de suma importancia principalmente en igualación, de manera general la temperatura se irá incrementando progresivamente de 1 a 1,5°C por minuto, hasta llegar a la temperatura necesaria. En todos los colorantes utilizados el aumento de temperatura de teñido, dará como resultado un aumento en la fijación.

- **Relación de baño:** Se considera como la relación que existe entre la cantidad de agua necesaria en función a la cantidad de material que se encuentra en proceso. En máquinas de sistema abierto se conoce que la relación de baño más idónea está en un margen de 1:8 a 1:12, es decir se utilizara por cada Kg. de material 8 litros de agua, o a su vez por cada Kg. de material se utilizará 12 litros de agua respectivamente
- **Dureza del agua:** Se define a la dureza del agua como la presencia de diferentes tipos de sales disueltas en la misma, se considera que las sales más perjudiciales dentro del ámbito textil en procesos de tinte son las de Magnesio, Calcio, Ferrosas y de Aluminio, las mismas que son responsables de la presencia de manchas de óxido en los blanqueos. De igual manera las sales de calcio y magnesio provocan la formación de precipitados a manera de un polvo blanco que corresponde a las sales de carbonatos que se empastan en la fibra, repercutiendo directamente en la tonalidad del color requerido como también el sangrado permanente en cada lavada.
- **Potencial de hidrógeno (pH):** Se considera al grado de acidez o basicidad que presenta una solución, que está en función de la concentración de iones de hidrógeno que presente. El pH se puede expresar en moles por litro o más comúnmente en unidades de pH, es muy utilizado en el campo biológico como en el industrial, siendo este mucho más conveniente que la molaridad. El grado de acidez o alcalinidad que presente un baño de tinte determina de manera directa el resultado y el éxito final del teñido. Razón por la cual es primordial controlar el nivel de pH que permite determinar cómo ácido, neutral o alcalino un líquido. Generalmente se utiliza una escala del 1 al 14 en la cual del 1 al 6 indica un ácido, el 7 es neutral y del 8 al 14 es considerado como alcalinos.
- **Contenido Salino:** Los aniones salinos reaccionan con los aniones del colorante, es decir existe una atracción electrostática en su búsqueda de grupos catiónicos de fibra, existiendo mayor afinidad de los aniones del colorante los cuales son absorbidos por la fibra, sin embargo, la gran superioridad numérica de los iones salinos hace que estos desplacen parcialmente al colorante y en consecuencia se reduzca la afinidad iónica durante el proceso de tinte.

El proceso de teñido de fibra de alpaca consiste en dar coloración a la fibra mediante un proceso en el cual se utiliza colorantes e insumos apropiados. En dicho proceso, se implementa una serie de normas, pasos y condiciones a las cuales es sometida la fibra hasta lograr que el color se fije de manera sólida y permanente. Es decir, dar color o teñir las fibras mediante el uso de colorantes, especialmente los naturales que provienen de plantas que muchas veces están al alcance de los productos y su costo es muy bajo (Andrade, 2016 p. 26)

Los principales factores que intervienen en mencionada actividad son la fibra, el colorante y el proceso de tinción los cuales deben estar en una adecuada relación entre sí, y mantenerse en buenas condiciones; caso contrario, el resultado final es decir el teñido no tendrá la calidad deseada. Otros aspectos importantes que se requiere para teñir es: la disponibilidad de un local que cuente con ventilación y con abundante luz solar. De igual manera disponer de materiales y equipos adecuados, poseer conocimientos sobre el comportamiento de los colorantes, mordientes e insumos utilizados en el proceso de teñido, como también mantener la limpieza y orden en todo momento en el lugar donde se está realizando el tinturado, como también durante todo el proceso de industrialización de la fibra, (Cazares, 2014 p. 12).

**Tabla 1-1:** Tintes naturales útiles para la tintura de la fibra de alpaca

Materia Natural	Mordiente	Color
Hojas de eucalipto (goma azul)	Alumbre	Amarillo
Vainas de Guarango (palo Campeche)	Sulfato u óxido de hierro	Gama del marrón, habanos, plomos, hasta negros
Flores de manzanilla		Gama del Amarillo, Amarillo dorado, Amarillo
Pulpa y semillas de achiote		Gama de anaranjados, rojo anaranjado
Añil	no se necesita	azul intense
Fruto de shanshi		Gama del azul, violeta/marrón
Hojas de chilca		Gama de los amarillos, amarillo oro Amarillo verdoso hasta café
Cáscara verde o fruto de tocte		Gama de marrón, café, rojo/marrón
Cáscaras y semillas o hojas de mango	corteza del árbol de goma y alumbre	Amarillo
Cochinilla	Bicromato de potasio	Gama del rojo, rosa, morado, violeta púrpura
Nogal	Alumbre	fuelle del <b>color</b> marrón
Amaranto	Alumbre	Gama del Rojo, magenta, rosa

Fuente: (Andrade, 2016 p. 26)

En la mayoría de los teñidos, al realizar un incremento gradual de temperatura se controla la tasa de agotamiento, posiblemente fundamentada por la adición de productos químicos tales como ácidos y sales. Cuando el colorante en el interior de las fibras no posee la capacidad de desasorber

hacia el baño y poder redistribuirse hacia las fibras con menor coloración a lo cual se denomina migración, dicho control es muy importante y esencial para asegurar un color final tan uniforme como sea posible, La velocidad de tintura inicial que se conoce como penetración depende de la pendiente inicial del gráfico de agotamiento versus el tiempo. La cual disminuye de forma gradual hasta que, si el teñido continúa por suficiente tiempo, llegue a alcanzar un equilibrio donde la fibra no absorba más colorante, en la tabla 2 se indica algunos tintes naturales útiles para la tintura de la fibra de alpaca (Gonzales, 2017 p. 19).

Bajo ciertas condiciones dadas, el agotamiento de equilibrio es el máximo que se puede lograr, que no exista más agotamiento, no significa necesariamente que haya un equilibrio verdadero, ya que puede deberse a que el colorante presente en la solución se encuentre en equilibrio con el colorante que hay en la superficie externa de la fibra. El equilibrio propiamente dicho solo existe cuando el colorante en solución se encuentra en equilibrio con el colorante totalmente penetrado en el centro de las fibras. Se requiere de mucho tiempo lograrlo por lo que es raro que los colorantes lleguen a este punto. (Téllez, 2014 p. 13)

#### **1.4. Procesos de Tintura**

Se considera como tintura al proceso por el cual una materia textil es sometida a una solución de colorante, la cual absorbe a este, de tal forma que luego de haber finalizado el teñido, presentará una actitud de resistencia a devolver la materia colorante al baño del cual fue absorbida. Debido a que la fibra de alpaca por lo general se clasifica como pelo largo, se adopta procedimientos de tintura semejantes a los de la lana. Pero de igual manera se hace necesario conocer sus características tanto morfológicas como químicas y cómo estas influyen en el proceso de tintura necesaria para poder obtener óptimos resultados. El proceso de tintura hace referencia a colorear de forma casi permanente las fibras textiles u otras sustancias, por medio de la saturación de las mismas mediante una solución de colorante. De manera general existen dos maneras de tinturar una fibra, (Christie, 2001 p. 32):

- Por afinidad entre colorante y fibra: este método de tintura es conocido también como por agotamiento. En mencionado proceso actúan las fuerzas de afinidad que existe entre colorante y fibra las cuales hacen que el colorante pase del baño a la fibra hasta un grado de saturación y quedar fijada en él.
- Por impregnación de la fibra: denominado también método por impregnación de la fibra en colorante. Con la característica que el material textil que es impregnado de la solución colorante, lo hace sin que en ese momento quede todavía fijado en él; es sino después, en el



proceso de fijado, cuando realmente la tintura es definitiva. Durante el proceso de impregnación la relación de baño es mucho más baja, estando entre 1,2 y 0,6 litros de solución por Kg. de fibra

El mordentado de la fibra es primordial para alcanzar una adecuada fijación del color, ya que de eso depende que el color quede impregnado y perdure o no en el tiempo. Básicamente se pueden hacer tres tipos de mordentado: Antes, durante o después del teñido. El más utilizado por lo general es el que se realiza antes del teñido donde se requiere una preparación con anterioridad de la fibra antes de sumergirla en el baño de tintura. (Christie, 2001 p. 32)

Entre los factores más importantes en el proceso de teñido, tanto la velocidad como el grado de difusión del colorante al interior de la fibra determinan el grado de productividad, reproductibilidad, calidad, solidez y apariencia de una tintura, se requiere de gran atención controlar la velocidad de adsorción del colorante, debido a que de ello dependerá que el teñido sea parejo y uniforme, el control de otros factores como el tiempo, temperatura y grado de hinchamiento o su estructura, determinarán la penetración y absorción del colorante, (Gutiérrez, 2004 pág. 19).

El coeficiente de difusión está determinado por la estructura que presenta la fibra, el tamaño molecular y el tipo de químico de la molécula en difusión, donde las fibras al ser sumergidas en el baño se hinchan haciendo que las moléculas se difundan rápidamente al interior, y transcurrido algún tiempo algunas de las moléculas de colorante en el interior comienzan a difundirse hacia el baño nuevamente, pero no tan rápidamente como aquellas que están ingresando, debido a que su concentración es menor comparada con la concentración exterior del baño, (Gonzales, 2017 pág. 12).

Mientras la concentración interior se incrementa, la velocidad de difusión exterior también lo hace. En este caso la difusión del colorante del baño al interior de la fibra inversamente disminuye debido a la disminución de su concentración. Las moléculas que están difundiendo al interior de la fibra y la cantidad de estas que están regresando al baño es la misma, se dice haber alcanzado el equilibrio. La mayor parte de colorantes poseen una alta afinidad por la fibra a la cual son aplicados, razón por la cual su difusión al baño aun durante un lavado es mínima, (Aguirre, 2011 pág. 25).

La velocidad de difusión de un colorante está determinada por la fuerza que lo liga a las paredes del poro, es decir de su afinidad, y de su coeficiente de difusión. Se valora dependiendo del tiempo que demora este en alcanzar el equilibrio tintóreo, que es donde termina la difusión y comienza la fijación del mismo, (Jaramillo, 2009 pág. 27)

Cuando se ha seleccionado el colorante a utilizar, como siguiente paso será evaluar su aplicabilidad en los procesos de tintura, para lo cual, es indispensable determinar tanto las condiciones de proceso como las concentraciones de colorante y auxiliares a utilizar. Se debe considerar que dichos colorantes son sensibles a la temperatura y que deben ser cuantificadas en cantidades óptimas a fin de conseguir una fibra de alpaca con un tinturado comparable en términos de solidez e intensidad con los colorantes sintéticos o naturales utilizados en la industria textil. La reproducibilidad, intensidad y solidez de los tejidos tintados obtenidos serán también objeto de estudio en la presente investigación, (Cegarra, 2009 pág. 21).

### **1.5. Colorantes naturales**

Son identificados por sus códigos entre el E-100 y el E-180, que indica que un aditivo aprobado por el Codex Alimentarius, a través del Comité Científico o la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, responsable de evaluar si el aditivo es seguro; además sirve para etiquetar de manera práctica la información del producto, (Codex, Alimentarius, 2015 pág. 1).

El uso de colorantes naturales por parte del ser humano data a tiempos prehistóricos; donde las personas dependían en su totalidad de lo que encontraban en la naturaleza donde plantas, minerales y animales constituían la principal fuente de obtención de colores utilizados para colorear el cuerpo y su vestimenta. La historia nos ha demostrado que el color ha representado un aspecto muy significativo en la vida de la humanidad ya que mediante el mismo se reflejaron emociones, estados de ánimo, se establecieron niveles sociales, económicos y de poder, mediante el color simbolizaron creencias y a la vez satisficieron necesidades estéticas. El material textil con su diversidad de colores y texturas desempeña un vehículo de ideas y aquel lenguaje simbólico que va más allá de otros fines utilitarios., (Christie, 2001 pág. 21)

Los colorantes alimentarios pueden ser utilizados para teñir tejidos, con el inconveniente que no soportan adecuadamente el lavado sobre todo cuando se usan sobre algodón, cáñamo y otras fibras vegetales; existen colorantes alimentarios que inclusive pueden ser fijados sobre nailon y fibras animales. (Costa, 2009).

En la vida de nuestros antepasados las plantas representaron un recurso de fundamental importancia, a pesar que formaba parte de su diario vivir en aquellas épocas, este medio natural satisfacía un sinnúmero de necesidades y aportaba varios beneficios como la medicina, la agricultura, madera, fibras y entre una de esas estaba el tinturado, la misma que la realizaban mediante la obtención de sustancias tintóreas provenientes de diferentes tipos de plantas y utilizadas para teñir fibras textiles, debido al avance tecnológico y la visión de los hombres en

busca de alternativas más avanzadas se fue abandonando esta práctica y reemplazándola por métodos diferentes para hacer más fácil su vida (Costa, 2009 pág. 12)

La aplicación del teñido natural ha disminuido con el transcurso del tiempo, llegando a perder la costumbre en el uso de algunos recursos de la naturaleza al igual que procesos de elaboración de compuestos tintóreos, actualmente los colorantes elaborados a partir de productos químicos han sustituido en gran parte a los naturales. A pesar de eso, existen lugares donde se ha tomado la iniciativa de utilizar colorantes naturales como manera tradicional, obteniendo colores únicos mediante la manipulación de diversas variedades de plantas, como también de otras fuentes naturales como animales y minerales, utilizados para teñir tejidos, (Arroyo, 2016 pág. 23)

### **1.5.1. El nogal**

El nogal también conocido como Nuez de castilla o Nogal, de nombre científico: *Juglans regia*, perteneciente a la familia: *Juglanaceae*. Es un árbol que puede llegar a alcanzar de 18-20 metros de altura, posee un tronco grueso de copa amplia. Su corteza es lisa de tonalidad gris plateada, fisurada. Provista de ramas erectas y corpulentas, con hojas alternas, compuestas, imparipinnadas, con 5-9 folíolos ovales y ovados de 6-15 cm de longitud, agudos, de consistencia algo coriácea; margen entero, tiene flores masculinas en amentos verdosos, cilíndricos, colgantes, en grupos de 1-3 sobre las ramillas del año anterior.



**Figura 1-1:** Ilustración de la planta de nogal

Fuente: (Bustamente, 2018 pág. 1)

Las flores femeninas se agrupan en espigas en los extremos de los brotes del año. Florece en los meses de mayo a junio, sus frutos se dan en grupos de 1 a 4 sobre un corto pedúnculo, son globosos, lisos y verdosos, conteniendo una nuez comestible en su interior. Partes que se utilizan

para teñir, en el gráfico 1, se ilustra la planta de nogal, (Bustamente, 2018 pág. 1). El fruto del nogal posee una cascara de color café, es un árbol endémico originario de regiones rurales de varios países, se halla también en los valles interandinos mesotérmicos. Sus hojas y frutos contienen taninos gálicos, naftoquinonas, flavonoides en un 3% (quercetina y kaempferol) y compuestos fenólicos de ácido cafeico. (Christie, 2001 pág. 51) .

#### *1.5.1.1. Usos del nogal*

Tanto las hojas como las ramas del nogal americano son fuente del color marrón. Popularmente es utilizado como tinte para el cabello, Se ha documentado y demostrado su uso ancestral por parte de las culturas andinas. Sus hojas y los frutos frescos se utilizan en la preparación de cosméticos como también en medicina tradicional. Otra propiedad es su uso como antihelmíntico ya que presenta características antiparasitarias, mediante la ingestión de las nueces de los frutos del nogal en ayunas, en cosmetología es utilizado a manera de agua facial para prevenir la formación de arrugas en el rostro, dentro de la medicina homeopática sus hojas frescas y molidas se aplican como cataplasma en articulaciones hinchadas, la cocción de las hojas del Nogal, está recomendado para combatir el estrés como también las vibraciones negativas cuando se lo realiza en forma de baño cada mañana. (Quispe, 2013 pág. 27).

Una vez recolectadas tanto las hojas como los frutos del nogal y sin haber transcurrido no más de 72 horas, son utilizadas en tintorería artesanal para teñir de castaño la lana mordentada mediante el uso de sulfato de aluminio natural conocido como "qollpa". El campesino andino ha venido utilizando el nogal como forma de teñido dando así aquel color marrón característico que presentan sus ponchos, chalecos y fajas "chumpi", (Arroyo, 2016 pág. 15).

De las cáscaras fermentadas del nogal se obtiene una solución acuosa la misma que es utilizada para teñir de castaño oscuro la fibra mordentada con sulfato de aluminio. Cuando se procede a retirar la cáscara del fruto del nogal, el compuesto hidroxilado incoloro que posee, se oxida en presencia del aire y da como resultado una quinona, la misma que reacciona con los grupos activos de la proteína de la piel formando un complejo quinonaproteína coloreado, tiñendo de esta manera la piel. El fruto del nogal contiene un compuesto orgánico llamado juglona, de igual manera contiene ácido gálico y ácido cafeico, los mismos que reaccionan en un medio alcalino, oxidándose y dando como resultado polímeros de color oscuro, (Christie, 2001 pág. 21)

Para obtener teñidos mediante el uso del nogal el proceso inicia primeramente sacando la corteza del tóete para después reducirlo a trozos pequeños, para posteriormente ser colocados en un recipiente con agua fría, donde se introduce el hilo de lana en madejas. Se eleva la temperatura

hasta la ebullición por un tiempo no mayor a cinco minutos. Transcurrido este tiempo se saca las madejas para que el aire oxide al colorante. Si en este proceso no se consigue la tonalidad deseada, nuevamente se introduce el material en el baño, repitiendo esta acción las veces sea necesario hasta llegar al color deseado, (Gonzales, 2017 pág. 62).

Una vez conseguido la tonalidad requerida, se saca las madejas del baño y se las lava en agua fría. Se puede repetir la operación descrita algunas veces con el sobrante del baño, de esta forma se llega a obtener una amplia gama de tonos que van de café muy oscuro cuando es procedente del primer baño hasta el habano muy claro de los baños posteriores, la principal característica del teñido con nogal es que presenta una elevada solidez a la luz como también al lavado y el frote, (Christie, 2001 pág. 28)

### **1.5.2. El amaranto**

Es una planta muy utilizada en América de manera tradicional, tiene sus orígenes de la cultura azteca. Es considerado como un superalimento ya que posee y brinda gran cantidad de nutrientes en comparación con otros alimentos razón por la cual su uso se centra en el sector alimenticio, pero también se desarrolla en otras áreas como en cosmetología, donde se utilizan tanto sus hojas como sus semillas. (Cegarra, 2009 pág. 18).

La historia data que el origen de la planta de amaranto se ha ubicado en Centro y Norteamérica, principalmente en México y Guatemala y Sudamérica en los países de Ecuador y Perú, el amaranto es una planta que pertenece a la familia de los *Amaranthaceae* y al género *Amaranthus*. Su nombre científico es *Amaranthus Spp*, su cultivo es anual y puede alcanzar una altura de 0,5 a 3 metros, sus hojas son anchas y abundantes de color brillante, presenta espigas, y flores características de color púrpura, naranja, rojas y doradas. (Pinazo, 2000 pág. 28)

Desde el punto de vista nutricional el amaranto es muy rico en proteínas con alta proporción de aminoácidos esenciales entre ellos principalmente la lisina, en comparación con otras proteínas de origen vegetal, esto hace que sea una excelente fuente de proteína de alta calidad, posee vitaminas como la A, B1, B2, B3, C, y ácido fólico, también minerales como calcio, hierro y fósforo. De igual manera sobresale por su contenido de ácidos grasos tales como el omega-6, omega-3 y omega-9, predominando el omega-6 como ácido graso esencial, lo que hace que el amaranto sea un alimento de alto valor energético y proteico, llegando inclusive a compararse con el valor nutritivo que posee la leche, haciéndolo un alimento ideal para niños y adultos mayores, en el gráfico 2, se ilustra la planta de amaranto (Vele, 2017 pág. 29)



**Figura 2-1:** Ilustración de la planta de amaranto

**Fuente:** (Pinazo, 2000 pág. 28):

El amaranto constituye como un cultivo de gran potencialidad para mercados en busca de insumos con un alto valor nutricional, ya que tiene particulares características nutritivas como su grano que es rico en proteínas sin gluten con un valor biológico superior a la caseína y de alta digestibilidad. El almidón que se obtiene a partir del mismo se puede utilizar como sustituto de grasas, y cremas, sus hojas pueden llegar a reemplazar a la espinaca y acelga. Tiene compuestos fenólicos de ácido cafeico, (Arroyo, 2016 pág. 21).

De las diversas variedades de amaranto sobresalen dos las cuales contienen dos pigmentos naturales, uno amarillo que posee amarantina y otro rojo cuyo pigmento natural es la betalaína, siendo este último quien presenta un gran potencial en la industria alimentaria, debido a que la mayoría de los pigmentos rojos empleados actualmente son de origen sintético, y la industria alimentaria por cuestiones legales tiende a prescindir de ellos. (Quintriqueo, 2012 pág. 18).

### ***1.5.3. Usos industriales***

El grano de amaranto es la parte más importante que se aprovecha de la planta, principalmente para el consumo, también sus hojas son utilizadas para la preparación de platos culinarios, sin embargo, gracias a nuevos procesos tecnológicos se van generando y ampliando otras oportunidades de negocios para este cultivo, lográndose nuevos insumos específicos para la industria alimentaria y cosmética. Los granos de almidón de algunas variedades de amaranto poseen un tamaño que les permiten gelatinizar con temperaturas bajas, entre 50 y 75°C, haciéndolo apto para usar en sopas. Otra característica deseada principalmente por las industrias dedicadas a la fabricación de salsas, compotas entre otras es que gránulos son estables tanto al congelado como al descongelado, siendo excelente para su uso en alimentos congelados (Andrade, 2016 pág. 52).

Una de las características físicas importantes que presenta el grano de amaranto es que una vez procesado se puede obtener polvo impalpable y/o liofilizado, de esta manera ser utilizado en la preparación de desayunos. La variedad que son ricas en el pigmento natural amarantina que da la coloración amarilla, es muy utilizada en varios productos alimenticios que adoptan ese color, como por ejemplo mayonesas y salsa de soya, que a más de aprovechar las características aglutinantes del grano se sustituye la grasa que comúnmente contienen dichos aderezos por el extracto proteínico de amaranto. (Arroyo, 2016 pág. 18).

Como anteriormente se mencionó de las variedades rojas se obtiene un pigmento natural llamado betalaína, cuyo uso actualmente es muy prometedor, debido a que la mayoría de los pigmentos rojos son de tipo sintéticos y cuyo uso se encuentra limitado y en fase de prohibición por resultar un riesgo para la salud humana debido a que se los cataloga como cancerígenos. Su aceite, rico en escualeno considerado como un lípido vegetal muy refinado que tiene gran afinidad a los lípidos de la piel dicha condición la hace eficaz para su uso en la industria cosmética y farmacéutica que ayuda a proteger la barrera cutánea y retener la hidratación consiguiendo una piel más suave y tersa. También, se han desarrollado técnicas que han permitido obtener concentrados proteínicos de alto valor, utilizados en el enriquecimiento de alimentos de alto valor nutritivo, sustituyendo de esta manera a otras fuentes proteicas como la proteína de soya. (Bustamente, 2018 pág. 24).

Otro novedoso producto que se encuentra en desarrollo es una bebida denominada “leche de amaranto” que debido a sus propiedades nutricionales se le asemeja a la leche de origen animal que se consume diariamente. Siendo así esta bebida una opción más viable principalmente para personas que presentan intolerancia a la lactosa como también desde el punto de vista económico ya que resulta más barata y a la vez que es un excelente sustituto de la leche de soya. La utilización industrial de las hojas de amaranto, se centra en la elaboración de bebidas dietéticas y laxantes. (Cervantes, 2009 pág. 12).

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLOGICO

#### 2.1. Métodos para la sistematización de la información

La sistematización de la información es el ordenamiento, de elementos, objeto de estudio para llegar a un nivel de análisis e interpretación que permita revelar sus relaciones y lógica interna de contenidos elaborados. El método para la sistematización de la información fue de tipo descriptivo y se partió de un análisis deductivo, es decir de las teorías generales sobre los procesos de tintura de la fibra de alpaca como enfoque general y como específico se utilizó la influencia de colorantes naturales como son el amaranto y el nogal. Para lo cual se efectuó el siguiente esquema para la sistematización de información:



**Gráfico 1-2.** Proceso de recolección de información  
Elaborado por: Núñez, Alisson, 2020



### **2.1.1. *Materiales y métodos***

#### **2.1.1.1. *Recursos Tangibles***

- Computadora
- USB
- Teclado
- Mouse
- Libretas
- Libros

#### **2.1.1.2. *Recursos Intangibles: software, base de datos, plataformas***

- Excel
- Word
- Gmail
- Scielo
- Scopus
- Academia
- Google académico
- Scrib
- Dialnet
- Investigaciones en idiomas español e inglés sin excluir el resto de idiomas.
- Revisiones sistemáticas, meta análisis.
- Investigaciones, artículos científicos, artículos de revistas publicados en los últimos 5 años.

### **2.1.2. *Criterios para la selección de la información***

Para la recuperación de la información se realizó una inspección minuciosa en cada una de las plataformas que se dispone para recabar información sobre la tintura de la fibra de alpaca utilizando productos naturales como son el amaranto y el nogal, el material bibliográfico se verificó que sea actual y procurar que contemplen estudios realizados en las condiciones de nuestra región y que exista cierta similitud entre ellas para lo cual se utilizaron los siguientes recursos: Para el desarrollo del presente trabajo de integración curricular, se tomó en cuenta una serie de factores que comprende una recopilación bibliográfica definida por como aquella que

“aporta datos de fuentes de documentación y contiene información sobre el fenómeno en estudio, como libros, artículos de revistas, publicaciones y otros intereses de investigación”.

#### 2.1.2.1. *Descriptiva*

La investigación descriptiva se refiere al diseño de la investigación, creación de preguntas y análisis de datos que se llevarán a cabo sobre el tema. Se conoce como método de investigación observacional porque ninguna de las variables que forman parte del estudio está influenciada. Algunas características que distinguen a la investigación descriptiva son:

- **Investigación cuantitativa:** La investigación descriptiva es un método que intenta recopilar información cuantificable para ser utilizada en el análisis estadístico de la muestra de población. Es una herramienta popular de investigación de mercado que permite recopilar y describir la naturaleza del segmento demográfico.
- **Variables no controladas:** En la investigación descriptiva, ninguna de las variables está influenciada de ninguna manera, sino que utiliza métodos de observación para llevar a cabo el estudio. Por lo tanto, la naturaleza de las variables o su comportamiento no está en manos del investigador.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del Amaranto y Nogal

Dentro de sistema internacional del Color Index, el mismo que designa a todos los pigmentos un nombre y número de identificación y que permite determinar qué pigmento se ha utilizado en la elaboración de los colores, define a los tintes y pigmentos naturales como aquellos que son obtenidos a partir de una fuente animal o vegetal con nulo o mínimo tratamiento químico. Sin importar el origen biológico los colorantes y pigmentos naturales son obtenidos a partir de metabolitos secundarios que son compuestos orgánicos que se sintetizan en pequeñas cantidades y no se encuentran presentes en todos los organismos, siendo restringida a menudo a ciertas especies, (INDEX, 2016 pág. 11)

Los colorantes vegetales constituyen como el grupo más amplio dentro de las fuentes de obtención de pigmentos, debido a que encuentran distribuidos a nivel mundial, los colorantes son resultado principalmente de las funciones fisiológicas que cumple la planta, donde las vacuolas de las células vegetales constituye como el lugar donde mayor concentración de colorante encontramos, asociados a otros elementos tales como aceites y resinas, o a su vez son producto de procesos artificiales de sustancias de origen vegetal, abarcando prácticamente toda la gama cromática.

Debido a que la concentración de colorantes difiere en gran medida en las diferentes variedades de plantas siendo mínima en algunas de ellas no todas pueden ser consideradas como fuente de colorante ya que representaría mayor uso de recursos para su extracción, razón por la cual solo pocas representan y poseen importancia comercial, (Jaramillo, 2009 pág. 25).

El teñido es la interacción de la fibra con el medio acuoso del tinte natural, donde se producen reacciones químicas, en donde los iones del tinte son difundidos en la fibra, pero en condiciones correctas reaccionan y se enganchan, así mismo por enlaces covalentes a las moléculas largas de la fibra formando nuevas derivaciones de color en las fibras. El proceso de teñido de fibras textiles con colorantes naturales, industriales se realiza en una solución generalmente acuosa denominada licor o baño de teñido. Un proceso de teñido está realizado correctamente cuando la coloración es relativamente permanente, es decir, si no se remueve fácilmente por efecto de agentes externos

como la luz y el agua, el proceso de teñido se puede describir en varias etapas, el colorante se difunde en una fase líquida para llegar hasta la fibra, posteriormente el colorante pasa de la fase líquida a la fase sólida sobre la superficie de la fibra y finalmente el colorante ingresa al interior de la fibra estableciendo enlaces para fijarse dentro la misma. (Clodo, 2015 pág. 34)

### 3.1.1. Resistencia a la tensión (N/cm<sup>2</sup>)

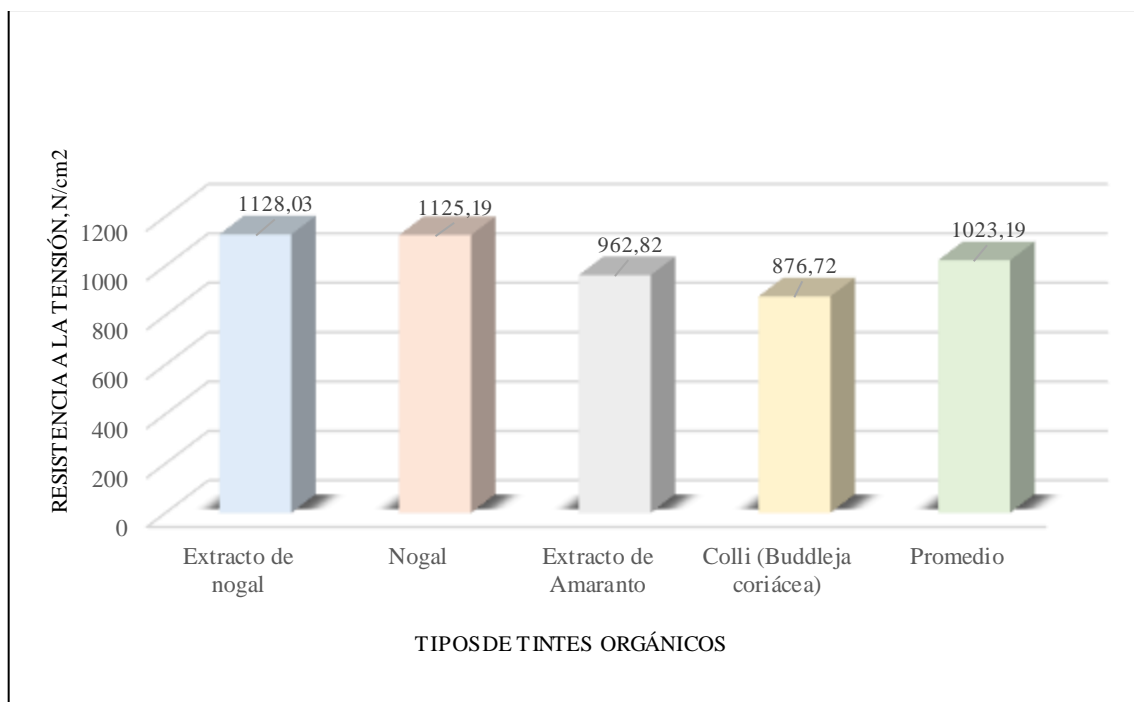
La resistencia a tensión constituye como una característica física que posee la fibra la cual es determinada mediante la utilización de un equipo que ejerce una fuerza horizontal sobre la fibra hasta llegar al punto de rotura, estiramientos similares a los que se efectúan durante la confección de alguna prenda. Los datos recopilados en función a los resultados obtenidos por diversos autores establecen que las medias registradas por (Ponce, 2011 pág. 59) son de 1128,03 N/cm<sup>2</sup>, utilizando el extracto de nogal aplicado al proceso de teñido, como se indica en la tabla 1-3:

**Tabla 1-3:** Evaluación de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

Producto	Resistencia a la tensión (N/cm <sup>2</sup> )	Autor
Extracto de nogal	1128,03	(Ponce, 2011)
Nogal	1125,19	(Esparza, 2016)
Extracto de Amaranto	962,82	(Cardenas, 2010)
Colli ( <i>Buddleja coriácea</i> )	876,72	(Aguilar, 2018)
Promedio	1023,19	

**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020

De la misma manera se puede citar los resultados obtenidos por (Esparza, 2016 pág. 52), quien al evaluar los procesos textiles de tintura de fibra utilizando colorantes naturales como el nogal registró valores de resistencia a la tensión de 1125,19 N/cm<sup>2</sup>, en tanto que las tracciones más bajas fueron evidenciadas por (Cardenas, 2010 pág. 53) que al evaluar diferentes niveles de extracto de amaranto en el teñido de fibra reporto un valor de 962,82 N/cm<sup>2</sup>. Además (Aguilar, 2018) en la obtención y caracterización del colorante natural a partir de inflorescencia de Colli (*Buddleja coriácea*) para su aplicación en teñido de fibra de alpaca obtuvo valores medios de 876,72 N/cm<sup>2</sup>, como se ilustra en el gráfico 1-3.



**Gráfico 1-3:** Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal.

Elaborado por: Núñez; Alisson, 2020

Al respecto (Aguirre, 2011 pág. 52), indica que la fibra de alpaca por naturaleza presenta una alta resistencia a la tensión debido a su función que es protegerse de condiciones ambientales áridas, esta característica se puede conservar una vez sometida a la esquila y tintura, dando beneficios al sector alpaquero ya que el costo de producción de fibras sintéticas es superior a la fibra de alpaca.

En base a los datos reportados de las investigaciones objeto de análisis, se considera que el Nogal constituye como la planta tintórea más utilizada además es un género que comprende unas veinte especies de árboles caducifolios y, por lo general, de crecimiento rápido originarios del norte y el sur de América, del Sudeste de Europa y el Sudeste Asiático. Sus hojas son aromáticas, pinnadas y, en ciertos casos, de gran tamaño de las cuales se obtiene un pigmento marrón oscuro.

En la industria textil se ha hecho muy necesario tratar los tejidos teñidos con agentes diseñados para mejorar la resistencia al encogimiento, a las arrugas y otras características, frecuentemente dichos agentes modifican y alteran tanto la apariencia como la resistencia de los colorantes, llegando inclusive a debilitar el entretejido de la fibra de alpaca provocando fieltramientos, los mismos que deterioran la calidad de la fibra, produciendo la rotura prematura del hilo en el momento de la confección del artículo final. (Morales, 2011)

La factibilidad que posee el tinte natural del nogal que lo hace muy especial es que el mismo se impregna fácilmente sin la necesidad de un mordiente (fijador) necesario para adherirse a la fibra

textil, dando la posibilidad de tinturar de diversas formas ya sea, en frio o por agotamiento, en comparación con otras plantas en las cuales se hace muy necesario la utilización de mordientes para poder fijar el colorante vegetal. Mediante este tipo de teñido obtenemos colores firmes, que presentan una mejor resistencia. (Ponce, 2011 pág. 22)

Los resultados expuestos en cuanto a la resistencia a la tensión de los autores citados cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación Química Española de la Industria de la fibra, (AQEIC, 2012 pág. 10), en la norma técnica IUP 9 (2012), donde se determina como exigencia de calidad que una fibra debe soportar de 800 a 1200 N/cm<sup>2</sup>, antes de producirse el primer daño en la estructura de la fibra, situación que se cumple en cada uno de los ensayos evaluados, es decir la fibra presenta resistencia evitando romperse tanto en su industrialización, confección o en el uso del artículo final .

### **3.1.2. Solidez al lavado**

La prueba de solidez al lavado de los colorantes consiste en determinar la resistencia que oponen los colorantes al ser sacados, para lo cual existen varias pruebas que requieren equipos muy sofisticados y los resultados se evalúan en una escala de grises, donde la clasificación de los resultados es de tipo cualitativo en función a la escala de solideces (solidez al lavado), con evaluación cualitativa de valores de: 5 puntos, corresponde a una calificación de Excelente es decir que no se destiñe, Cuando alcanza la puntuación de 4 puntos corresponde a Muy buena es decir que se Destiñe ligeramente, 3 puntos Buena porque se destiñe sensiblemente, 2 puntos la ponderación es Regular debido a que se Destiñe fuertemente, y 1 Malo ya que las fibras se Destiñe muy fuertemente. (Hidalgo, 2014, pág. 52)

La solidez al lavado es muy importante sobre todo para aquellas fibras que van a ser tenidas con colorantes fuertes como son el rojo, amarillo, carmín, azul, tomate entre otros, que se fijan fuertemente a la medula de la fibra sin embargo con la asociación con el agua tiende a romperse este complejo y sale en el agua y el hilo o la prenda pierde su tonalidad provocando el envejecimiento prematuro por lo tanto se requiere que el colorante natural sea fijado fuertemente para lo cual se utiliza mordientes adecuados, que eviten que el color se pierda tanto por el uso como por los múltiples lavados, (Aguirre, 2011 pág. 19). .

Al evaluar la solidez al lavado de las fibras de alpaca se mencionará las respuestas de la investigación de (Cardenas, 2010 pág. 52), quien registró diferencias altamente significativas al efectuar la comparación de las medias de solidez al lavado, en el baño de tintura con amaranto presentando un valor de 4.63 puntos es decir fibras de calidad excelente ya que no se destiñen

fácilmente; sea cual, sea el proceso industrial que se aplicó para la obtención del hilo, y sobre todo el tipo de lavado que puede ser manual o mecánico.

Un resultado similar fue reportado por (Bermeo, 2016 pág. 52) donde al efectuar el análisis de la situación actual de las técnicas de teñido natural en la provincia de Loja reporto que al aplicar al tinturado con nogal en mordiente de limón y sal, los resultados de la resistencia al lavado fueron de 4.50 puntos, como se indica en la tabla 4.

**Tabla 2-3:** Evaluación de la solidez al lavado de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

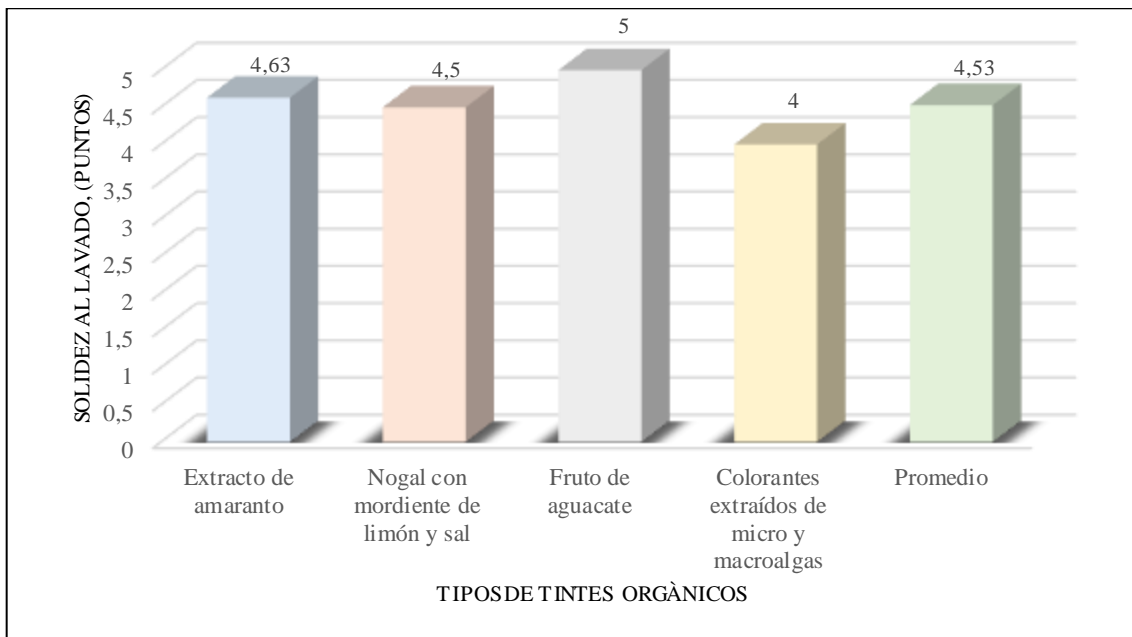
PRODUCTO	SOLIDEZ AL LAVADO (puntos)	AUTOR
Extracto de amaranto	4,63	(Cardenas, 2010)
Nogal con mordiente de limón y sal	4,50	(Bermeo, 2016)
Fruto de aguacate	5,00	(Guerrero, 2011)
Colorantes extraídos de micro y macroalgas	4,00	(Moldovan, 2016)
Promedio	4,53	

**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020

Según, (Guerrero, 2011 pág. 68) la prueba que realizó de solidez al lavado, del teñido de fibras de alpaca utilizando como colorante natural el fruto de aguacate, reporto un valor promedio de 5 puntos como se ilustra en el gráfico 6, es decir que la fibra de alpaca presentó una solidez al lavado muy buena, por lo tanto se puede concluir que la fibra teñida con este colorante natural presenta un comportamiento bastante aceptable, puesto que el porcentaje de tinte que se ha eliminado no es alto, ya que ha penetrado hasta el interior de la fibra en un enlace muy fuerte.

Cabe mencionar los aportes realizados por (Moldovan, 2016 pág. 75), quien al realizar la investigación sobre el proceso de tintura con colorantes naturales extraídos de micro y macro algas reporto en una calificación de resistencia al lavado de 4.00 puntos, sobre una calificación máxima de 5 razón por la cual la condición se ubica en la escala de muy buena como se ilustra en el gráfico 5, esto debido a que la fibra tiende a desteñirse parcialmente provocando algunas veces poca homogeneidad en el tinturado, es decir, se presentan pequeñas superficies con una migración de color, lo que podría ocasionar problemas en el momento de la confección debido a que en sectores

de la prenda el color no es intenso y más aún cuando es expuesta a las condiciones climáticas como calores intensos o lluvias que ocasionan la migración del tinte.



**Gráfico 2-3:** Solidez al lavado de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

Elaborado por: Núñez; Alisson, 2020.

Según los datos analizados de las investigaciones realizadas anteriormente, se puede evidenciar que la mejor solidez al lavado se obtuvo al aplicar fruto de aguacate, esto se debe a que la semilla contiene un extracto colorante conocido como antocianina, esto dependerá de la afinidad química que exista entre las moléculas, por esta razón se hace muy necesario realizar pruebas utilizando otros mordientes tales como: bicarbonato, ácido cítrico, ceniza, etc.

De esta semilla se obtiene un líquido lechoso con un olor y sabor semejante a la almendra, el que, debido a su contenido en taninos, se convierte en rojo al ser expuesto a la luz, lo que ha permitido proporcionar una tinta durable de color rojo-marrón o negruzco, que ha sido utilizada para marcar el algodón lino textil y, sobre todo, la fibra de alpaca. (Guerrero, 2011 pág. 69)

Se han realizado diversos estudios sobre las semillas de aguacate (*Persea americana Mill*), para determinar sus propiedades de teñido, donde se ha probado la utilización de diferentes disolventes en la extracción de la tintura, la misma que se puede aplicar a materiales de tejido de origen animal como es el caso de la fibra de alpaca. El agua destilada y el hidróxido de sodio son considerados los mejores solventes en la extracción de tintura, ya que han arrojado resultados satisfactorios en términos del oscurecimiento del color de los extractos y de su solubilidad en el agua. (Guerrero, 2011 pág. 35).



Además (Arrollo, 2017 pág. 56), menciona que la extracción de las tinturas utilizando carozo de aguacate da como resultado que la coloración proporcione matices más suaves y tenues, también se reporta que la coloración es más considerable y vistosa cuando el fruto este más maduro. Otro aspecto importante, fue la fijación de estos colorantes, la que resultó ser de buena calidad, ya que no presentó variación en sus tonalidades al ser lavadas posteriores al proceso de tintura y secado. La prueba de solidez al lavado consistió en realizar la limpieza de la fibra mediante el uso de detergentes y jabón, durante un tiempo aproximado de media hora de frotar, para posteriormente proceder a enjuagar, esta acción se repitió varias veces para observar cuanto se decolora la fibra.

Finalmente (Téllez, 2014 pág. 52), expresa que el procedimiento de lavado convencional o en lavandería industrial, depende principalmente del tejido y la fibra que se ha usado en la confección de la prenda, por ejemplo, se utiliza un lavado suave para lana, fibras especiales o prendas delicadas, como es la cachemira y el mohair, mientras que uno más enérgico para prendas de fibra cruda y otro más enérgico para alfombras.

### **3.1.3. Solidez al frote en seco**

Esta prueba de calidad nos permite determinar la solidez al frote en seco que presenta la fibra de alpaca de esta manera comprobar la cantidad de color transmitido en la superficie por parte de sustratos textiles coloreados a otra superficie mediante el frote, como también nos ayuda a determinar la resistencia de los colores en las fibras, se realiza utilizando un algodón en dos formas una con paño seco y otra con paño húmedo, mediante la frotación sobre la base de la fibra se verifica el total del colorante que ha sido transferido. (Gonzales, 2017 pág. 52).

En la actualidad existe un gran interés por retomar el uso de colorantes naturales en el área textil, como también el conocimiento ancestral de las técnicas de tintura, sin embargo, los colorantes naturales deben de cumplir con ciertos parámetros o requisitos para poder ser utilizados dentro de la industria, uno de ellos es la solidez del color que presentan, puesto que al realizar el vado en seco se puede desprender el color y consecuentemente el hilo o la prenda confeccionada perderá su valor por el envejecimiento provocado por el desteñido que suele ser en forma desuniforme., es decir que se aprecia partes blancas sea cual sea el color que se aplicó a la prenda . En cuanto a la variable solidez al frote en seco se presentan los resultados obtenidos por diferentes autores, entre los cuales se destacan los de (Obando, 2013 pág. 75), quien en su evaluación de la tintura con 12 % de extracto de nogal alcanzo la máxima solidez con 5 puntos observando que la fibra de alpaca no se destiñe fácilmente al someterlo al lavado, como se indica en la tabla 5:

**Tabla 3-3:** Evaluación de la solidez al frote de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

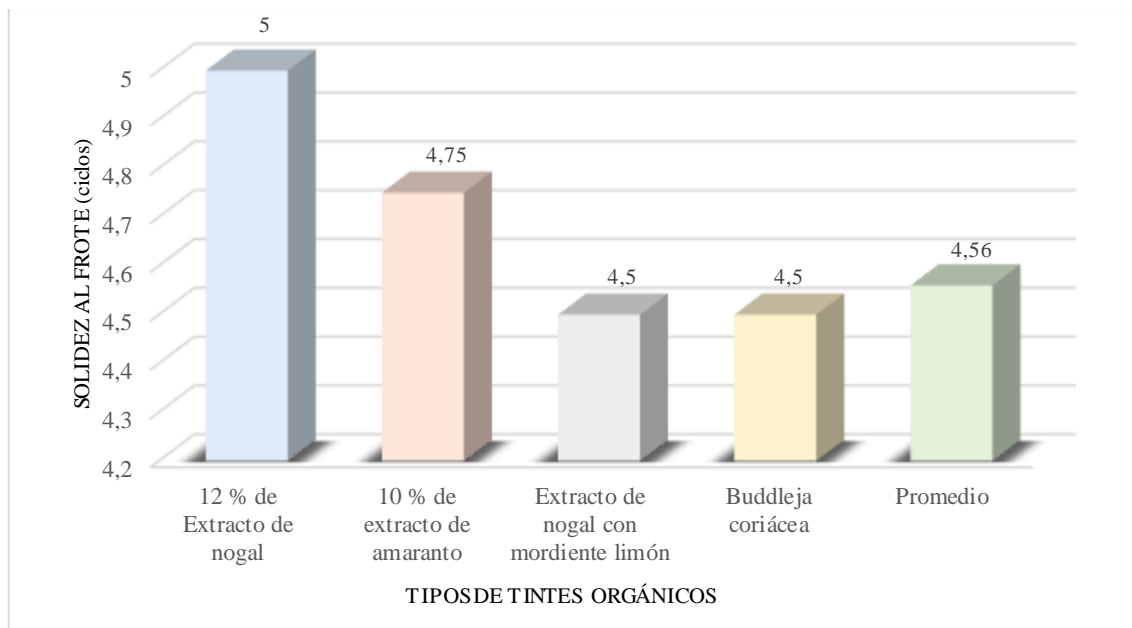
PRODUCTO	SOLIDEZ AL FROTE (ciclos)	AUTOR
12 % de Extracto de nogal	5,00	(Obando, 2013)
10 % de extracto de amaranto	4,75	(Haim, 2015)
Extracto de nogal con mordiente limón	4,50	(Bermeo, 2016)
Buddleja coriácea	4,50	(Aguilar, 2018)
Promedio	4,56	

**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020.

Los resultados anteriormente mencionados son superiores al ser comparados con la solidez al frote en seco de (Haim, 2015 pág. 25), quien al realizar la evaluación de la tintura de la fibra de alpaca con 10% de extracto de amaranto, estableció valores de 4,75 puntos, es decir, no existe desprendimiento del color de la fibra al frotarse con fieltros húmedos, manteniéndose el color brillante y muy intenso, y que es un indicativo que resistirá a los múltiples lavados ya cuando la prenda ha sido confeccionada

Por otra parte (Bermeo, 2016 pág. 59), señala que al evaluar varias técnicas y productos para el teñido de fibras de alpaca en la ciudad de Loja, registró valores promedio de 4,5 puntos al utilizar extracto de nogal, considerando a esta técnica no fue muy eficiente puesto que los argumentos principales para retomar los colorantes naturales a nivel industrial en el área textil, son la sustentabilidad, la química verde y la mejora del medio ambiente.

Finalmente se reportan los valores de solidez al frote reportados por (Aguilar, 2018 pág. 52), quien al aplicar en la tintura de la fibra de alpaca el tinte extraído de las flores de la planta Buddleja coriácea que es una especie de árbol perteneciente a la familia *Scrophulariaceae*, reporto una puntuación media de 4,5 puntos, como se ilustra en el gráfico 3-3.



**Gráfico 3-3:** Solidez al frote de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

Elaborado por: Núñez; Alisson, 2020.

Al respecto (Ruiz, 2012 pág. 66), afirma que para determinar la solidez al frote en seco muchas de las veces se debe medir el color de las muestras antes y después para ello se debe colocar 5 gramos de fibra teñida entre dos testigos de algodón blanco y luego frotar con las manos durante 10 minutos para finalmente separar las telas y observar si existen manchas en los testigos. Por lo que es correcto afirmar que, a mayor carga de colorante, mayor es la influencia del pH en el proceso para la obtención de una mayor solidez al frote con fieltro seco en la fibra de alpaca.

Las diferentes pruebas realizadas demuestran que la mayor puntuación de solidez al frote en seco se obtiene al teñir las fibras con 12 % de extracto de nogal por lo que demuestran mayor efectividad ya que posteriormente a la tintura, será sometida al proceso de confección al que se encuentre destinada. Sabiendo que la fijación de los colorantes influye mucho para optimizar al máximo el proceso de teñido.

Las tinturas de pobre solidez al frote pueden generar mala fama, debido a factores como: deficientes tratamientos pretintura, pobres condiciones de teñido, mala calidad de agua para la tintura, acabados mal aplicados o productos auxiliares ya sea de tintura o de acabado mal elegidos para determinado fin; causando polémica en su comercialización ya que provoca manchas indeseadas al momento de lavar, prendas confeccionadas que entran en contacto con la piel causando irritaciones o alergias, entre otros, esto suele suceder con las fibras que no han sido sometidas a lavados después de su tintura.

Además (Costa, 2009 pág. 63), resalta que en los últimos años el colorante natural más comercializado es el nogal (*Juglans neotropica Diels*), tintura que se puede extraer de sus hojas, fruto o corteza posibilitando a obtener una amplia gama de variedad de matices para teñir fibras, lana, telas, etc. Sin embargo a pesar de la importancia del colorante obtenido de nogal, la información técnica existente es únicamente a nivel artesanal, no habiendo información sobre las propiedades físicas químicas y rendimientos para su caracterización y aceptación.

### 3.2. Evaluación de las características sensoriales en la tintura de la fibra de alpaca con nogal y amaranto

#### 3.2.1. Solidez a la luz

Es necesario conocer que para determinar la solidez a la luz de la fibra de alpaca, los agentes físicos y climáticos están influenciados en variar el color original del textil, para ello se ha buscado la necesidad de realizar ensayos a escala reducida o de laboratorio con el objetivo de saber cuáles son sus requerimientos envueltos en una serie de condiciones y sus resultados sean fiables. Cabe mencionar que los resultados en el ensayo de laboratorio sean los mismos al someter el tejido al agente ensayado tanto en el proceso de manufactura como en el uso diario. (PONCE, *et al*, 2014, pág. 54), como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 4-3:** Evaluación de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

Producto	Solidez a la luz (puntos)	Autor
Extracto de amaranto	4,75	(Cardenas, 2010)
Extracto de nogal	4,50	(Bermeo, 2016)
Aliso	4,00	(Cano, 2007)
Colorante extraído de la cochinilla	3,50	(Ojeda, 2012)
Promedio	4,19	

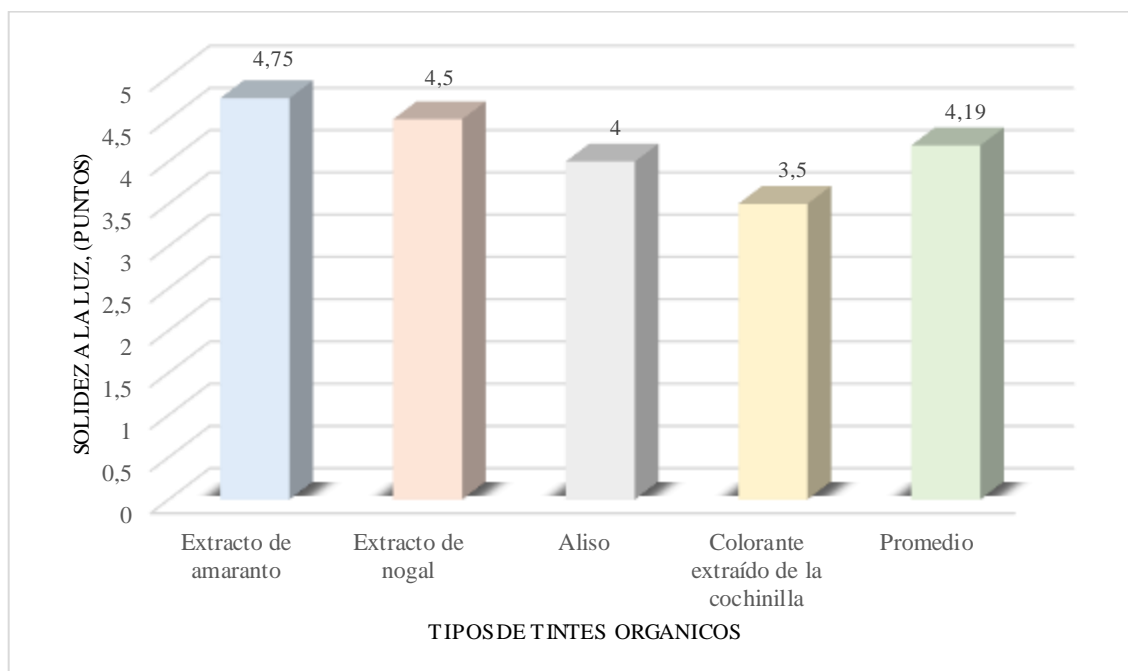
**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020

En la evaluación de la solidez a la luz realizada por (Bermeo, 2016 pág. 85), quien al teñir la fibra de alpaca con extracto de nogal, usó escala de grises, obteniendo un valor de 4,5 puntos, mientras

que (Cardenas, 2010 pág. 62) reportó un valor superior de 4,75 puntos al evaluar diferentes niveles de amaranto para el teñido de fibra de alpaca,

Los estudios comparativos ubican a continuación los resultados de las pruebas de solidez a la luz de la fibra de alpaca determinados por (Cano, 2007 pág. 53), señala que al efectuar el teñido de la fibra con colorante de aliso, y sometidos a una exposición de 24 horas de luz solar, alcanzaron una calificación promedio de 4,00 puntos.

Un estudio que también resulta importante tomarse en cuenta ejecutado por (Ojeda, 2012 pág. 52) revela que realizó el teñido de fibras de alpaca con cochinilla y registró un valor promedio de 3,5 puntos, ubicándose en un buen puesto ya que el colorante se fijó fuertemente en el entretejido de la fibra tanto que al exponerse a la luz de forma natural o artificial no suele amarillarse o volverse opaco, es decir que dicho resultado es considerado aceptable teniendo en cuenta que para su aplicación se utilizó 25% de mordiente no obstante, para lograr mejores resultados de solidez se requiere de menores niveles de mordiente.



**Gráfico 4-3:** Solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

Elaborado por: Núñez; Alisson, 2020

Los resultados obtenidos de solidez la luz de la fibra de alpaca al ser comparados con los reportes de (AENOR, 2014 pág. 5), menciona que las fibras sometidas a ensayos debe efectuarse una valoración del cambio de color, por lo que la norma ISO 105-B02 2014 recomienda una escala

de grises indicando que la condición alta debe superar los 3 puntos, también detalla que la nota 5 corresponde a un hilo con excelente tintura y notas inferiores van de muy buena a mala tintura.

Al respecto (Andrade, 2016 pág. 52), manifiesta que, al analizar los valores reportados anteriormente, quien mostró mejor solidez a la luz es el extracto de amaranto en el proceso de teñido. Por lo tanto, se afirma que la principal razón de los resultados óptimos de solidez a la luz se debe a los enlaces formados entre fibra y colorante. Con esto se podría afirmar que no es necesario el uso de mordientes al teñir telas con colorante natural de extracto de amaranto.

Además, (Andrade, 2016 pág. 63), también informa que la duración del color es mayor con la aplicación de amaranto, eso quiere decir que, las propiedades de los tintes naturales son más efectivos que los colorantes sintéticos aunque su proceso es más rápido las empresas textiles tienen la desventaja de contaminar las aguas residuales; observando gran problema vieron la necesidad de bajar los niveles de contaminación, se dedicaron al uso de colorantes naturales como: hojas, tallos, raíces y flores recolectadas de la vegetación natural que los rodeaba, desarrollando un conocimiento andino que desde tiempos remotos se ha ido utilizado, recreado e innovando.

El uso de extracto de amaranto presenta buenos resultados de solidez a la luz, el cual se interpreta como un ligero cambio de color, sin embargo, aunque en proporción muy pequeña, las fibras teñidas con las hojas son las que mayor cambio de color presentan. (Cervantes, 2009) Indica que el cambio más notorio después de la tintura es la decoloración producida por la descomposición de los colorantes, fundamentalmente por la absorción de radiación ultravioleta, y otros como: el cambio de coloraciones, oscurecimiento, amarillamiento y en definitiva el envejecimiento .

### **3.2.2. *Intensidad de color***

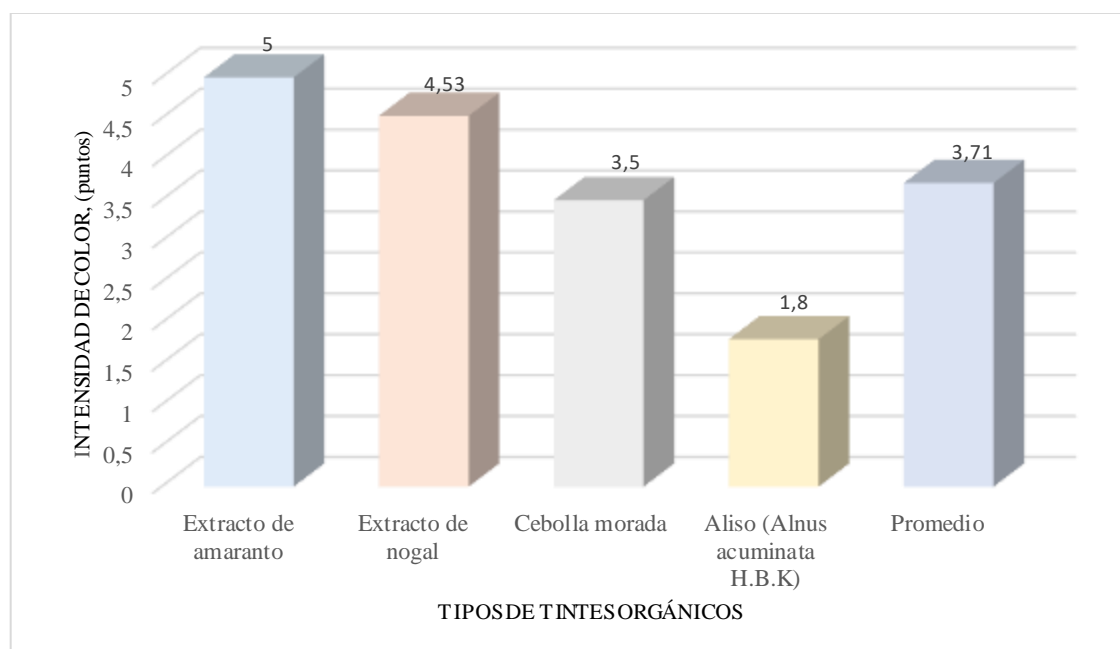
La intensidad de color es una prueba que sirve para medir y analizar en forma precisa y cuantificable, lo que es de suma importancia conocer la intensidad de color ya que estos poseen propiedades inherentes y se distinguen por la saturación, tono, brillo, entre otros; los mismos que otorga a formar grupos de colores como: cromáticos, complementarios, cercanos, triadas, etc; son sustancias capaces de teñir a otras sustancias y son solubles al agua lo que permite penetrar el color en la fibra. De los investigadores que sirvieron de referencia para el presente trabajo comparativo se cita a (Cardenas, 2010 pág. 51) el mismo que, al evaluar diferentes niveles de colorante extraído del amaranto registro puntuaciones de 5 puntos como calificación excelente como se aprecia en la tabla 4-3. Así también (Bermeo, 2016), al efectuar el análisis de la situación actual de las técnicas de teñido natural de la fibra de alpaca en la provincia de Loja, reporto que el extracto de nogal proporciono a la fibra un color muy intenso, dándole una calificación de 4.53 puntos.

**Tabla 5-3:** Evaluación de la intensidad de color de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

Producto	Intensidad de color (puntos)	Autor
Extracto de amaranto	5,00	(Cardenas, 2010)
Extracto de nogal	4,53	(Bermeo, 2016)
Cebolla morada	3,50	(Arrollo, 2017)
Aliso (Alnus acuminata H.B.K)	1,80	(Mendoza, 2018)
Promedio	3,71	

**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020

Por su parte (Arrollo, 2017 pág. 52), en los resultados obtenidos en la evaluación de la intensidad del color del teñido con la cáscara de cebolla morada, en función al área cromática alcanzó una calificación inferior en comparación con los resultados anteriores con valores de 3,50 puntos, como se aprecia en la ilustración del gráfico 2.



**Gráfico 5-3:** Solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020

Finalmente, (Méndez, 2018 pág. 65) reporta las calificaciones más bajas de la investigación con ponderación de 1,80 al utilizar el colorante de aliso (*Alnus acuminata*) en el teñido de la fibra de alpaca y condición baja que es indicativo de que este colorante no ha penetrado al interior de la fibra o también que el mordiente empleado no fue el adecuado para alcanzar la fijación de un porcentaje alto de tinte.

Al respecto (Haim, 2015 pág. 59), manifiesta que el teñido de las fibras proteínicas (queratinas) como la fibra de alpaca hoy en día es realizado con colorantes ácidos y reactivos en medio ácido. Sin embargo, la constitución química de la fibra también posibilita la tintura utilizando colorantes naturales como es el nogal, amaranto, remolacha, cebolla entre otros de manera directa o con el uso de mordientes, tal como lo hacían en tiempos remotos, que resultan amigables con el ambiente puesto que las anilinas al ser evacuadas hacia cuerpos de agua dulce (ríos, lagos, mares), provocan un alto grado de toxicidad por contener elevado contenido de sales de plomo, y por lo tanto se crean conflictos con el tema ambiental que llega inclusive a tener repercusiones legales.

De los resultados expuestos se afirma que en la fibra teñida con amaranto fueron las que mayor retención del color demostraron después del teñido, lo que es corroborado con lo expuesto por (Vele, 2017 pág. 62), quien menciona que hay fibras que presentan alguna coloración que no desaparece con el lavado, resaltando que es importante la intensidad del color para que su valor comercial sea más elevado.

Las pruebas para determinar la intensidad de color se realizan a nivel de laboratorio, simulando condiciones reales como: temperatura, humedad, acción del sol, cambio de pH y otros factores; la cual establece la resistencia de color que presenta la fibra. (Jaramillo, 2009)

### **3.3. Análisis económico**

A continuación, en la tabla 8, se presenta el análisis económico determinado por diferentes autores con la finalidad de establecer cuál es el procedimiento de teñido que genera una mayor rentabilidad. Al realizar un estudio profundo de la cinética de los colorantes, se aprecia que existió una reducción de los costos de operación y así lograr ahorro de energía al disminuir tiempo de tintura. Además, al conocer la calidad del colorante, constituye en una excelente alternativa de futuras investigaciones y al mismo tiempo se podrá pensar en la producción a nivel industrial con métodos eficaces, confiables, que tengan la intención del cambio de carácter del colorante químico al ser reemplazo en forma eficaz por un producto amigable con el ambiente como es el caso de los tintes que se extraen de plantas propias de la zona.



Al respecto (Bermeo, 2016 pág. 52), al realizar la evaluación económica de los costos de producción al aplicar extracto de nogal en el proceso de teñido de la fibra de alpaca registró un total de egresos de 45,70 dólares, alcanzando ingresos de 63,00, por lo que se puede determinar una relación beneficio - costo de 1,32, y se estima que por cada dólar invertido genera una utilidad de 32 centavos, situación muy alentadora, sobre todo por el plus que representa la producción netamente ecológica al trabajar con materia prima de animales que no están en peligro de extinción y con extracto tintóreos orgánicos .

**Tabla 6-3:** Evaluación económica de la producción de fibra de alpaca utilizando tinturado natural proveniente del amaranto y nogal

CONCEPTO	NOMBRE DEL TINTE
	Amaranto
TOTAL, DE EGRESOS (\$)	45,70
TOTAL, DE INGRESOS	63,00
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,32
(Bermeo, 2016)	
	Tinte
CONCEPTO	Extracto de Amaranto
TOTAL, DE EGRESOS (\$)	148
TOTAL, DE INGRESOS	188,16
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,27
(Cardenas, 2010)	
	Tinte
CONCEPTO	Extracto de nogal
TOTAL, DE EGRESOS (\$)	10,26
TOTAL, DE INGRESOS	15,50
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,51
(Obando, 2013)	
	Tinte
CONCEPTO	Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> H.B.K)
TOTAL, DE EGRESOS (\$)	139,14
TOTAL, DE INGRESOS	158,75
RELACIÓN BENEFICIO COSTO	1,14
(Mendoza, 2018)	

**Elaborado por:** Núñez; Alisson, 2020

Según el análisis comparativo de costos al tinturar con colorantes naturales como es el caso de la investigación de (Obando, 2013 pág. 51), reporto que el monto determinado para los egresos durante el proceso de tinturado con 12 % de extracto de nogal fue de \$ 10.26, mientras que los ingresos fueron de 15,50 dólares lo que representa una relación beneficio-costo de 1,51, es decir que se tiene una ganancia del 51 %, puesto que por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de 50 centavos de dólar .

De la misma manera, (Cardenas, 2010 pág. 51) en los resultados del análisis económico establece que al teñir con amaranto, los costos de producción por kilogramo de fibra de alpaca fueron de 148 dólares americanos; estableciendo un total de ingresos de \$ 188,16, producto tanto de la venta de artículos confeccionados como hilo restante, registrando una relación beneficio-costo de 1.27, es decir, por cada dólar se obtiene una ganancia de 27 centavos.

Por último, se determinaron los resultados de la evaluación económica realizados por (Méndoza, 2018 pág. 63) , quien al efectuar la investigación sobre el teñido de fibra de alpaca con Aliso (*Alnus acuminata H.B.K*), registró egresos de \$ 139,14, mientras que para los ingresos el total fue de 158,75 dólares americanos por lo tanto la relación beneficio-costo fue de 1.14, es decir que por cada dólar invertido se obtiene 14 centavos de utilidad.

Al difundir los resultados expuestos se menciona que el colorante natural obtenido del extracto de nogal se presentan las mayores utilidades que fueron determinadas por el indicador beneficio costo, es decir que la productividad aumenta, disminuye el costo de energía y por lo tanto los costos del proceso son más bajos con su consecuente ahorro, pero sin detrimento de las características físicas y calificaciones sensoriales de la fibra de alpaca.

Por lo tanto es necesario señalar que estos márgenes de rentabilidad son apreciables e interesantes, ya que corresponden a beneficios altos considerando que el tiempo de teñido de las fibras es relativamente corto por lo que se consigue una recuperación del capital más rápida y que se refleja en una mayor utilidad, sin mayores riesgos, por lo cual se puede recomendar incursionar en este tipo de actividad ya que requiere de un costo de inversión bastante bajo, y es una alternativa ideal para reemplazar el teñido con anilinas químicas muy tóxicas que afectan a la salud tanto del alpaquero como de la persona que usa la prenda que entra en contacto directo con la piel y que puede ocasionar erupciones en la piel, por lo que el uso de colorantes naturales en el teñido de fibras proteicas busca minimizar la cantidad de contaminantes durante el proceso de tintura.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que el tinte más utilizado para teñir fibra de alpaca fue el nogal que el amaranto; ya que se analizaron un mayor número de investigaciones que respaldan este resultado; al ser los dos tintes productos de origen orgánico no tienen residuos que puedan ser un riesgo para el ser humano, convirtiéndose en fibras ecoeficientes para el sector productor de fibra de alpaca.
- Las plantas de nogal y amaranto poseen compuestos tintóreos amigables con el ambiente, entre ellas encontramos que el amaranto posee sustancias fenólicas de ácido caféico, pigmentantes de amarantina y betalaína; en cuanto al nogal entre sus componentes básicos tenemos taninos gálicos, naftoquinonas, flavonoides y compuestos fenólicos de ácido caféico, siendo este grupo los principales constituyentes para el proceso de tinturado de fibra de alpaca.
- Los resultados comparados para la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca tinturada con extracto de nogal presentó los mejores datos  $1128,03 \text{ N/cm}^2$  al compararlo con los obtenidos  $962,82 \text{ N/cm}^2$  del extracto de amaranto; para la propiedad física de solidez al frote en seco en una escala de 1 a 5 puntos se obtuvo la máxima puntuación utilizando el extracto de nogal en comparación del extracto de amaranto con una valoración de 4,75; la prueba de solidez al lavado del extracto tanto del amaranto como del nogal reportó valores casi similares de 4,63 y 4,5 puntos respectivamente, considerándose como muy buenos.
- Las características sensoriales de intensidad de color registraron datos semejantes valorados como excelentes para los dos extractos 5 puntos de amaranto y 4,53 para el nogal; resultados similares se obtuvieron para la prueba de intensidad a luz donde existió una leve superioridad del extracto de amaranto.
- La relación beneficio costo para el tinturado de fibra de alpaca con extracto de amaranto fue de \$1,32 mientras que con extracto de nogal \$1,51 infiriendo de esta manera que el más rentable al ser utilizado en el proceso de teñido es el nogal con un margen de utilidad del 51%.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas físico-mecánicas y sensoriales para medir el grado de resistencia de las fibras teñidas y la aceptación en el mercado, tanto como hilo o en la prenda final que muchas veces es calificada como producto representativo de nuestros andes y exportada hacia mercados muy exigentes.
- Realizar investigaciones o estudios sobre el colorante orgánico de amaranto para tener más referencias bibliográficas donde permita realizar comparaciones de características físicas y análisis sensorial en cuanto a exigencias de calidad de la fibra de alpaca.
- Se recomienda concientizar sobre los beneficios que trae el uso de colorantes naturales ya que se consideran sustitutos ideales de los tintes o anilinas químicas que provocan mucho daño al ecosistema que rodea al lugar donde se realiza la tintura de la fibra.
- Es aconsejable el empleo de colorantes naturales extraídos de diferentes plantas (nogal, amaranto), puesto que es ideal para ser utilizado en un proceso de tintura sobre la fibra, obteniéndose resultados muy aceptables y comparables con los colorantes artificiales empleados en la industria en el día de hoy, con lo que se proporcionara al sector alpaquero de paquetes tecnológicos muy útiles y aplicables a sus necesidades.

## BIBLIOGRAFÍA

**AENOR.** Normas de calidad de los textiles. *Solidez del color a la luz artificial: Ensayos con lamparas de Xenon y resistencias físicas.* Barcelona, España : Karpeluz., 22 de Abril de 2014. pp 23 - 36

**AGUILAR, Yeselia.** *Obtencion y caracterizacion del colorante natural a partir de inflorescencias de Colli (Buddleja coriacea) para su aplicación en el teñido de la fibra de alpaca* . Universidad Nacional del Altiplano , Puno, Perú : UNA, 2018. pp 45 -55. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8369>

**AGUIRRE, Fernando.** *Produccion comercial de fibra fina de alpaca mediante tecnologias de reproducción asisitida y crianza semiintensiva.* Lima-Perú : Berlucci., 2011. pp. 30-57.

**ANDRADE, Germanico.** *Experimentación para la extracción de gamas cromáticas a partir de la cochinilla o Cactylopius coccus* . Universidad del Azuay, Cuenca , Ecuador : 2016. pp 36 - 52. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6038>

**AQEIC.** Normas de calidad de los cueros y las fibras. Barcelona, España : Asociacion Española en la Industria del Cuero y Textil, 2012. págs. 1 - 8.

**ARROLLO, Gabriela.** *Evaluación de la estabilidad del color en el teñido de lana y algodón con extracto de cebolla morada (Allium cepa).* Universidad de Guanajuato, Mexico : 2017. pp 51 - 59. Disponible en: [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas\\_Experimentales/vol4num10/Revista\\_de\\_Sistemas\\_Experimentales\\_V4\\_N10\\_1.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol4num10/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V4_N10_1.pdf)

**ARROYO, Gonzalo.** *Análisis del color en pruebas de teñido de fibras naturales con flor de girasol.* La Paz, Bolivia : Revista de Desarrollo Económico, 2016. págs. , 3-6: 10-16.

**BERMEO, Josselyn.** *Analisis de la situacion actual de las tecnicas de teñido natural en la provincia de Loja.* Universidad del Axuay, Cuenca, Ecuador : 2016. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6048/1/12367.pdf>

**BUSTAMENTE, Francisco.** Manual de Tintes naturales de las plantas silvestres. [En línea] 2018. [Citado el: 29 de Junio de 2020.] Disponible en:

[https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/publicaciones/artesania/2005\\_2017/5\\_Manual\\_Tintes\\_2017.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/publicaciones/artesania/2005_2017/5_Manual_Tintes_2017.pdf).

**CANO, Ericka.** *Estudio tecnológico sobre los tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala.* Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala : 2007. Disponinle en:

<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2007-020.pdf>

**CARDENAS, Johnatan.** *Evaluacion del amaranto en la tintura de lana de ovinos con diferentes valores de pH utilizando suero de leche.* Escuela Superior Policnica De Chimborazo, Riobamba - Ecuador . ESPOCH: 2010. pp 51 - 61 Disponible en

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/809>

**CAZARES, Rigoberto.** *Obtención del Colorante a partir de las semillas de Bixa Orellana (Achiote) y su aplicación en fibras de lana y algodón”.* Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador : 2014.

**CEGARRA, Jose.** *Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles.* Segunda edición. Barcelona : Universidad Politécnica de Barcelona, 2009. págs. 52 - 62.

**CERVANTES, Jimena.** *“Tintura de Lana con el Extracto de la Caesalpinia Spinosa (Guarango)”.* Universidad Técnica del Norte, Ibarra , Ecuador : 2009. pp 21 29

**CHRISTIE, Robert.** *La Química del Color.* Segunda Edición. Barcelona, España : Acribia, 2001. págs. 23 - 41. pp 36 - 39

**CODEX, ALIMENTARIUS.** Normas Internacionales de los alimentos. *Normas para alimentos y aditivos.* Roma, Italia : CODEx., 2015. pp 11 - 19

**COSTA, Mirko.** *Las Fibras Textiles y su Tintura.* Barcelona, España: Química Textil, 2009. Vol. Volumen II. págs. 23 - 29.

**ESPARZA, Darwin.** *Estudio comparativo del nivel de contaminación de las aguas residuales generadas pro los procesos textiles de tintura de lana utilizando colorante naturales y sintéticos* . Universidad Intemacional SEK, Quito, Ecuador : 2016.

**FAO.** Situación actual de los camélidos sudamericanos en el Ecuador. [En línea] Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación, 2015. [Citado el: 22 de Junio de 2020.] Disponible en:

[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914ecu.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/paises/pdf/2914ecu.pdf).

**GONZALES, Sandra.** *Teñido en base a tintes naturales*. 2ª ed Lima, Perú, 2017. Cimpero págs. 36 - 42.

**GUERRERO, Diana.** “*Extracción y evaluación de un colorante natural a partir de la pepa de aguacate para el teñido de las fibras de algodón y poliéster*”. Universidad Técnica De Ambato, Ambato – Ecuador : 2011. pp 36 - 41 Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/1757>

**GUTIÉRREZ, Norberto.** *Manual de tintes de origen natural para papel con fibra de pinzote de banano*. Segunda edición . Las Mercedes de Guácimo, Peru : Universidad EARTH, 2004. págs. 36 - 46.

**HAIM, Erico.** *Fabricación de telas "Alpaca" y su tintura*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires , Argentina : 2015. pp 50 - 65

**INDEX, Color.** *Society of Dyers and Colourists*. [En línea] 22 de Mayo de 2016. [Citado el: 11 de Agosto de 2020.] Disponible en:

[http://www.colour-index.com/..](http://www.colour-index.com/)

**JARAMILLO, Hernán.** “*Textiles y Tintes*”,. Cuenca, Ecuador : Cidaf/Centro de documentación, 2009. págs. 23 - 35.

**MÉNDOZA, Celia.** “*Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (vicugna pacos) con aliso (Alnus acuminata H.B.K)*”. Universidad Nacional De Huancavelica, Acobamba – Huancavelic, Perú : 2018. pp 49 59. Disponible en:

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2581>

**MOLDOVAN, Simona.** *Investigación del proceso de tintura sobre tejidos de algodón con colorantes naturales extraídos de micro y macro algas*:. Universidad Politecnica de Valencia,

Valencia , España : Departamento de Ingeniería Textil y Papelera Alcoy, 2016. pp 35 - 61.  
Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%20-%20COLORANTES%20NATURALES%20PARA%20FIBRAS%20TEXTILES%20A%20PARTIR%20DE%20ALGAS.pdf?sequence=1>

**MORALES, Deysi.** *“Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales “Nogal”(Junqlans neotropica) y “Guarango” (Caesalpinia spinosa) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas.* [En línea] 2011. [Citado el: Agosto de 19 de 2020.] Disponible en:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/823/3/03%20REC%20141%20TESIS%20COMPLETA.pdf>.

**OBANDO, Ruth.** *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra - Ecuador : 2013. pp 56 - 61 Disponible en:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/2/Reporte%20T%C3%A9cnico%20en%20Espa%C3%B1ol-Ing%C3%A9s.pdf>

**OJEDA, Galo.** *Tenido de la fibra de alpaca utilizando colorantes extraídos de la cochinilla (Dactylopius coccis costa).* Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador : UTPL, 2012. Disponible en:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40045/1/401-1367%20-%20%20sintesis%20de%20colorantes.pdf>

**PINAZO, Rogel.** *Algunas características físicas de la fibra de alpaca Huacaya y Suri del C.E.* Universidad NIA Molina , Lima, Peru : UNAM, 2000. pp 52 - 57

**PINTO, Clemente.** *Camélidos sudamericanos: clasificación, origen y características.* Madrid : España- Universidad Complutense de Madrid, 2010. págs. 39 - 52.

**PONCE, de León, et al.** *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.* [En línea] 2014. [Citado el: 22 de Agosto de 2020.] Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4007/IQpocamm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. pg. 54.

**PONCE, Gabriela.** *“Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales “Nogal (Junqlans neotropica) y “Guarango” (Caesalpinia spinosa) y propuesta de*



*revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas “Wuarmi.*  
Universidad Técnica Del Norte, Ibarra , Ecuador : UTN, 2011. Disponible en:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9162/1/03%20AGN%20052%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

**QUINTRIQUEO, Segundo.** *Conocimiento sobre colorantes vegetales .* Ciudad de Mexico, México : Perfiles educativos., 2012. págs. 23 - 36.

**QUISPE, Edgar & POMA, Adolfo.** *Características productivas y textiles de la fibra de alpaca de raza Huacaya.* Lima : Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 2013. págs. 34 - 62.

**RODRÍGUEZ, Noé & MORALES DE LA NUEZ, Antonio.** La vicuña ecuatoriana y su entorno. [En línea] 2019. [Citado el: 28 de Agosto de 2020.] Disponible en:  
[http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/LA\\_VICU%C3%91A\\_ECUATORIANA.pdf](http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/LA_VICU%C3%91A_ECUATORIANA.pdf).

**RUIZ, Gabriela.** Diseño y elaboracion de prendas de vestir con la aplicacion de la lana de alpaca. [En línea] 2012. [Citado el: Septiembre de 02 de 2020.]. Disponible en:  
<https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/340/1/80014.pdf>.

**TÉLLEZ, Constanza.** Estudio de los Tintes y lana. [En línea] 2014. [Citado el: 22 de Agosto de 2020.] Disponible en:  
[http://www.biocomerciocolombia.com/docs/biocomercio\\_andino/Guia%20tintes%20y%20lanas.pdf](http://www.biocomerciocolombia.com/docs/biocomercio_andino/Guia%20tintes%20y%20lanas.pdf).

**TRILLO, Cecilia & DEMAIO, Pablo.** Tintes Naturales”, . [En línea] 22 de Abril de 2013. [Citado el: 08 de Septiembre de 2020.] Disponible en:  
<http://telaresdelsurcba.blogspot.com/2008/09/libro-sobre-tintes-naturales-de-cecilia.html>.

**VELE, Manuela.** *Determinación de colorantes naturales textiles de la parroquia Tarqui.* Cuenca : Universidad de Azuay, 2017. págs. 23 - 62. pp 51 - 71 Disponible en:  
<http://201.159.222.99/bitstream/datos/7083/1/13029.pdf>

**VIDAL, Salem.** *Tingimento Textil” Fibras Conceitos e Tecnologías.* Segunda Edición. Barcelona, España : Edgard Blucher, 2010. págs. 23 - 52.

## ANEXOS

**Anexo A:** Teñido de fibra de alpaca: Color Café, pH 3.5. (Extracción del colorante con 75% etanol) (Bermeo, 2016)



Teñido de fibra de alpaca: Color Amarillo - Naranja, pH 4.5 (Extracción del colorante de 45% etanol)



**Anexo B:** Estadísticas descriptivas de la coloración de la fibra y lana lavada en el Prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias (Bermeo, 2016).

Procedencia	N° muestra	Resultado	Esperado	Obs - esp.	(Obs - esper) <sup>2</sup>
Lana	1	4,00	3,50	0,50	0,25
Lana	2	4,00	3,50	0,50	0,25
Lana	3	4,00	3,50	0,50	0,25
Lana	4	3,00	3,50	-0,50	0,25
Lana	5	3,00	3,50	-0,50	0,25
Lana	6	3,00	3,50	-0,50	0,25
	Media	3,50		Suma	1,50
				Varianza	0,30
				DE	0,55

Procedencia	N° muestra	Resultado	Esperado	Obs - esp.	(Obs - esper) <sup>2</sup>
Fibra	1	5,00	4,67	0,33	0,11
Fibra	2	5,00	4,67	0,33	0,11
Fibra	3	5,00	4,67	0,33	0,11
Fibra	4	4,00	4,67	-0,67	0,44
Fibra	5	4,00	4,67	-0,67	0,44
Fibra	6	5,00	4,67	0,33	0,11
	Media	4,67		Suma	1,33
				Varianza	0,27
				Desviación	0,52

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

<i>ESTADÍSTICO</i>	<i>Lana</i>	<i>Fibra</i>
Media	3,50	4,67
Error típico	0,22	0,21
Mediana	3,50	5,00
Moda	4,00	5,00
Desviación estándar	0,55	0,52
Varianza de la muestra	0,30	0,27
Curtosis	-3,33	-1,87
Coefficiente de asimetría	0,00	-0,97
Rango	1,00	1,00
Mínimo	3,00	4,00
Máximo	4,00	5,00

**Anexo C: Análisis de Varianza de la resistencia a la tensión de la fibra de alpaca teñida con colorante natural (amaranto), (Guerrero, 2011)**

Factors:

FACTOR B

FACTOR A

Number of complete cases: 12

The StatAdvisor

-----

This procedure performs a multifactor analysis of variance for RENDIMIENTO. It constructs various tests and graphs to determine which factors have a statistically significant effect on RENDIMIENTO. It also tests for significant interactions amongst the factors, given sufficient data. The F-tests in the ANOVA table will allow you to identify the significant factors. For each significant factor, the Multiple Range Tests will tell you which means are significantly different from which others. The Means Plot and Interaction Plot will

---

---

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
-----					
MAIN EFFECTS					
A:FACTOR B	6,02083	1	6,02083	0,93	0,3640
B:FACTOR A	728,521	1	728,521	112,08	0,0000
INTERACTIONS					
AB	0,0208333	1	0,0208333	0,00	0,9562
RESIDUAL	52,0	8	6,5		
-----					
TOTAL (CORRECTED)	786,563	11			
-----					

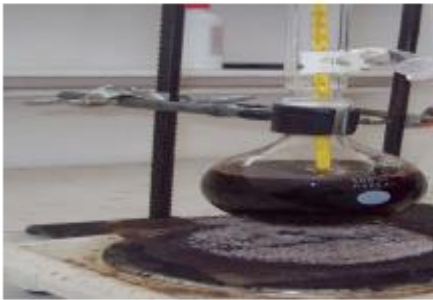
All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

-----

The ANOVA table decomposes the variability of RENDIMIENTO into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is

**Anexo D:** Proceso de extracción del colorante de amaranto (Guerrero, 2011)



**DESTILACIÓN**



**SECADO**



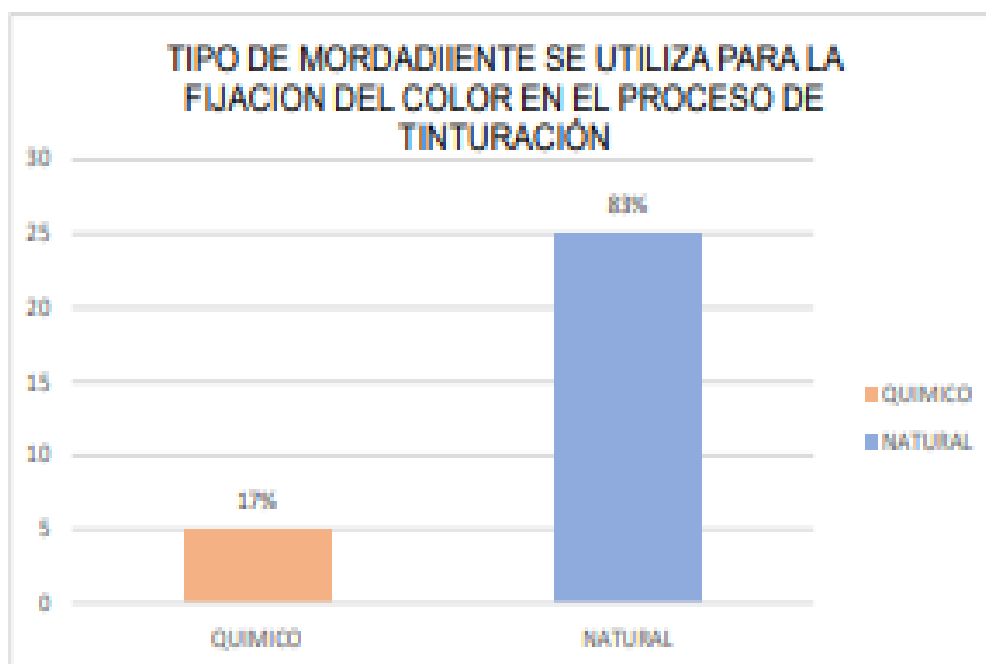
**Anexo E:** Proceso de tinción con nogal de las fibras de alpaca. (Aguilar, 2018)



**Anexo F:** Tipo de mordadiente que se utiliza para la fijación del color en el proceso de tinturación (Cano, 2007)

Mordadiente	Frecuencia	Porcentaje
Químico	5	17 %
Natural	25	83 %
total	30	100 %

Fuente: Elaborado por la Bachiller en Artes Plásticas de la Escuela Profesional de Artes-Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia -unjbgtacna.2019

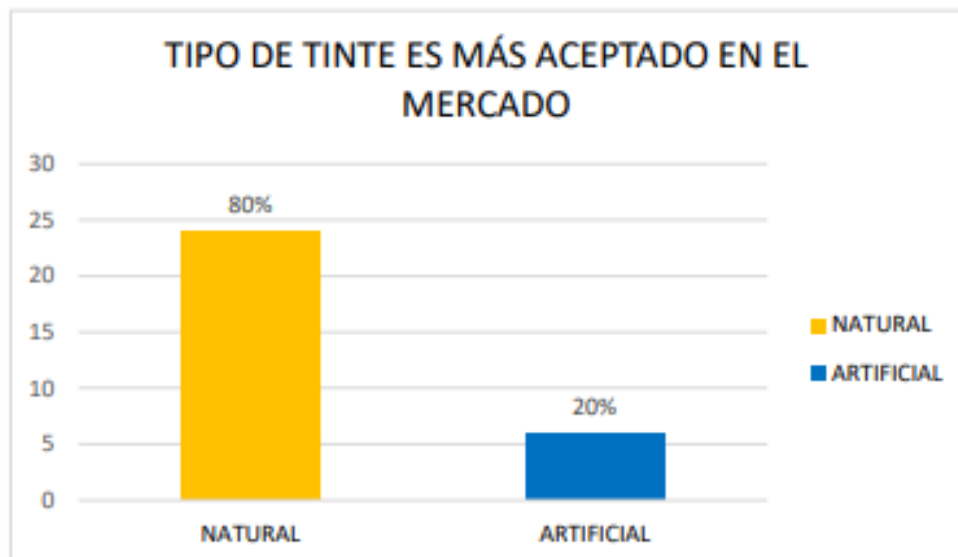


**Anexo G:** Tipo de tintes es más aceptado en el mercado, (Cano, 2007)

### TIPO DE TINTES ES MÁS ACEPTADO EN EL MERCADO

Tinte	Frecuencia	Porcentaje
Natural	24	80 %
Artificial	6	20 %
Total	30	100 %

Fuente: Elaborado por la Bachiller en Artes plásticas de la Escuela Profesional de Artes-Faculta de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia -unjbg-tacna.2019





**Anexo H:** Prueba de solidez Muestra inicial lavado con 5% de detergente y 5 días de exposición al sol

