



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

**“TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO
DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA DEL NOGAL (CORTEZA,
HOJAS Y FRUTO)”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener el grado de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: WILMO GERARDO GUERRA BUENAÑO

DIRECTORA: Ing. MARITZA LUCIA VACA CÁRDENAS. MSc

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Wilmo Gerardo Guerra Buenaño

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

Yo, Wilmo Gerardo Guerra Buenaño, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 4 de marzo del 2022

Wilmo Gerardo Guerra Buenaño

0605711696

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

El tribunal del trabajo de Integración Curricular Certifica que: El trabajo de Integración Curricular, Tipo Trabajo Experimental, **“TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA DEL NOGAL (CORTEZA, HOJAS Y FRUTO)”**, realizado por el señor WILMO GERARDO GUERRA BUENAÑO, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en virtud del Tribunal autorizada su presentación.

	Firma	Fecha
<p>Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</p>	<p>Luis Eduardo Hidalgo Almeida</p> 	<p>2022-03-04</p>
<p>Ing. Maritza Lucia Vaca Cárdenas. MSc DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: MARITZA LUCIA VACA CARDENAS</p>	<p>2022-03-04</p>
<p>Ing. Manuel Enrique Almeida Guzmán. MSc ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</p>	<p>MANUEL ENRIQUE ALMEIDA GUZMAN</p> 	<p>2022-03-04</p>

DEDICATORIA

A mi padre Wilmo Guerra que desde el cielo guía mi camino, sus consejos han servido para sobrellevar muchos obstáculos que la vida nos ha dado, a mi madre Lorena Buenaño que es una verdadera guerrera, que ha sabido apoyarme en todo momento, ella es el pilar fundamental para cumplir con esta meta. Sin duda los mejores padres del mundo. A mis hermanos Juan, Yulisa y Angeles que siempre han estado prestos para brindarme su apoyo, en especial a mi hermano con quien a pesar de nuestras diferencias tuvimos que aprender a convivir juntos, han sido años en los cuales hubo de todo, pero siempre salimos adelante. A mis tías y tíos porque siempre tuvieron las palabras de aliento y fuerza para no desfallecer en este duro camino. Decirles que este logro es tan suyo como mío y que es el primero de muchos más.

Wilmo

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y por guiarme durante el camino hacia este sueño.

A mis padres Wilmo y Lorena porque desde muy temprana edad me enseñaron que con disciplina y carácter se puede lograr todas nuestras metas, y que a pesar de las diferencias económicas el querer es poder.

A mis maestros, por sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente, en especial a la Ing. Maritza Vaca, al Ing. Manuel Almeida quienes supieron direccionarme en mi investigación y así poder culminarla.

Al Ing. Julio Llerena, por todo su apoyo y paciencia durante el periodo de investigación y por compartir sus conocimientos que me fueron de gran ayuda en la misma, por permitirme trabajar en el laboratorio de Fibras Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Finalmente quiero agradecer a todos quienes con sus consejos me motivaron a terminar mi profesión.

Wilmo

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRAC	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades de la <i>Vicugna pacos</i> (Alpaca).....	3
1.1.1. Antecedentes.....	3
1.1.2. <i>Vicugna pacos</i> (ALPACA).....	3
1.1.3. Distribución	4
1.1.4. Características y propiedades de las fibras.....	4
1.1.5. Clasificación de la fibra de alpaca	5
1.2. Nopal	6
1.2.1. Origen y distribución geográfica.....	6
1.2.2. Clasificación taxonómica.....	7
1.2.3. Descripción	7
1.2.4. Usos	7
1.3. Colorantes naturales.....	8
1.3.1. Definición y generalidades.....	8
1.3.2. Tintes de origen natural.....	8
1.3.3. Tintes de origen Artificial	8
1.3.4. Mordientes.....	9
1.3.5. Piedra alumbre.....	9

1.4.	Métodos de análisis de fibra	9
1.4.1.	Sistema de teñido	9
1.4.2.	Refracción	9
1.4.3.	Solidez a la luz	10
CAPÍTULO II 1		
2.	MARCO METODOLÓGICO	11
2.1.	Localización y duración del experimento.....	11
2.2.	Unidades experimentales.....	11
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	11
2.4.	Tratamiento y Diseño experimental	12
2.5.	Mediciones experimentales	13
2.6.	Análisis estadístico y prueba de significancia	13
2.7.	Proceso experimental	14
2.8.	Metodología de evaluación	15
CAPÍTULO III		
3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
3.1.	Comparación del tinturado obtenido y codificación de cada uno de los tratamientos planteados.....	19
3.2.	Evaluación del Índice de refracción y pH del tinte de las diferentes partes de nogal.....	20
3.3.	Determinación de las pruebas físicas de la fibra de alpaca utilizando corteza, hojas y frutos de nogal	24
CONCLUSIONES		28
RECOMENDACIONES		29
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía de la Alpaca.....	3
Tabla 1-2:	Taxonomía del Nogal	7
Tabla 2-1:	Esquema del experimento.....	14
Tabla 2-2:	Esquema del análisis de varianza(ADEVA).....	14
Tabla 3-1:	Codificación de colores	19
Tabla 3-2:	Evaluación del Índice de refracción y pH del tinte de las diferentes partes de nogal.....	20
Tabla 3-3:	Solidez a la luz.....	24
Tabla 3-4:	Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta de nogal como tinte natural (corteza, hojas y fruto).....	25
Tabla 3-5:	Beneficio costo.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Corteza, hojas y frutos de <i>Junglans neotropica</i>	7
--	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1:	Refracción sin piedra alumbre.....	21
Gráfico 3-2:	Refracción con piedra alumbre.....	21
Gráfico 3-3:	pH sin piedra alumbre	22
Gráfico 3-4:	pH con piedra alumbre	23
Gráfico 3-5:	Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca tinturando con nogal.....	25
Gráfico 3-6:	Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca tinturando con nogal	26

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ESTADÍSTICA DE LA REFRACCIÓN SIN PIEDRA ALUMBRE DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTE.
- ANEXO B:** ESTADÍSTICA DE LA REFRACCIÓN CON PIEDRA ALUMBRE DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTE.
- ANEXO C:** ESTADÍSTICA DE PH SIN PIEDRA ALUMBRE DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTURANTE.
- ANEXO D:** ESTADÍSTICA DE PH CON PIEDRA ALUMBRE DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTURANTE.
- ANEXO E:** ESTADÍSTICA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTURANTE.
- ANEXO F:** ESTADÍSTICA DEL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTURANTE.
- ANEXO G:** ESTADÍSTICA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTURANTE.
- ANEXO H:** CUADRO RESUMEN DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE NOGAL COMO TINTURANTE.
- ANEXO I:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE NOGAL PARA EL TINTURADO.
- ANEXO J:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DEL PROCESO DE TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA.
- ANEXO K:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LA REFRACTANCIA DE TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA.
- ANEXO L:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DEL PH DE TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA
- ANEXO M:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LA SOLIDEZ A LA LUZ DEL TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA.
- ANEXO N:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LA TENSIÓN DE TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA.

**ANEXO O: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LA ELONGACIÓN DE TINTURADO DE
LA FIBRA DE ALPACA.**

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo tinturar la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) con diferentes partes del nogal (*Junglans neotropica*), la misma que se realizó en el laboratorio de fibras agroindustriales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Las unidades experimentales fueron de 3 tratamientos T1= Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre, T2= Tinturado a base de hojas del nogal + piedra alumbre, T3= Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre, con 5 repeticiones por cada muestra, estuvo conformado por ovillos de 50 gramos, dando un total de 750 gramos de fibra de alpaca y se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron índice de refracción mediante grados BRIX, pH (método potenciómetro), resistencia a la tensión mediante Newton por centímetro cuadrado (N/cm²), porcentaje de elongación, solidez a la luz (escala de grises). Los resultados obtenidos reportan los valores más altos en refracción con 3,00 grados BRIX, un pH 4,40, resistencia a la tensión 20036,32 N/cm², porcentaje de elongación 33,08% y solidez a luz no existió decoloración. La respuesta económica más alta se aprecia al tinturar fibra de alpaca con hojas de nogal la relación beneficio costo fue de 1,73 dólares americanos indicando un margen de utilidad del 73%. Finalmente, se establece que el nogal posee propiedades tintóreas, de la cual se obtuvo 3 tonalidades diferentes. Se recomienda tinturar la fibra de alpaca utilizando extractos vegetales del nogal, como solución para reducir la contaminación ambiental.

Palabras claves: <FIBRA DE ALPACA>, <NOGAL (*Junglans neotropica*)>, <SÓLIDEZ A LA LUZ>, <PORCENTAJE DE ELONGACIÓN>, <TINTURADO NATURAL>

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2022.03.21
08:36:41 -05'00'



0502-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research was to dye alpaca fiber (*Vicugna pacos*) with different parts of the walnut tree (*Junglans neotropica*), which was carried out in the laboratory of agro-industrial fibers of the Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. The experimental units were 3 treatments T1= Dyed based on walnut bark + alum stone, T2= Dyed based on walnut leaves + alum stone, T3= Dyed based on walnut fruit + alum stone, with 5 replicates for each sample, was made up of 50 grams balls, giving a total of 750 grams of alpaca fiber and a completely randomized design was used. The variables evaluated were refractive index by BRIX degrees, pH (potentiometer method), tensile strength by Newton per square centimeter (N/cm²), elongation percentage, light fastness (gray scale). The results obtained report the highest values in refraction with 3.00 degrees BRIX, a pH of 4.40, tensile strength 20036.32 N/cm², elongation percentage 33.08% and light fastness with no discoloration. The highest economic response was seen when dyeing alpaca fiber with walnut leaves. The benefit-cost ratio was 1.73 US dollars, indicating a profit margin of 73%. Finally, it was established that walnut has dyeing properties, with 3 different shades. It is recommended to dye alpaca fiber using vegetable extracts of walnut as a solution to reduce environmental pollution.

Keywords: <ALPACA FIBER>, <WALNUT TREE (*Junglans neotropica*)>, <LIGHT SOLIDITY>, <ELONGATION PERCENTAGE>, <NATURAL DYEING>



INTRODUCCIÓN

Desde el principio formativo (3500 a.C.) la cultura ecuatoriana ha utilizado el tinturado, como un método para darle un valor agregado a estas mercancías, en la época colonial a los españoles les resultaba muy atractivas por su variedad e intensidad de color que presentaban las mantas de lana que exportaban al “viejo continente”, por lo que fue de gran demanda europea (Palacios, y otros, 2020 pág. 51).

En 1856 con la incorporación del primer colorante sintético, por el británico William Henry Perkin pionero en la elaboración de anilinas, estableció una base en industria química, lo cual desplazo el uso del tinturado natural sin embargo se han mantenido en culturas y tradiciones ancestrales. En los últimos años ha aumentado la demanda por los productos naturales en vista de la concientización de las personas por la protección del ambiente, es por ello que los tintes naturales representan una importante opción para teñir fibras como la de alpaca, se caracteriza por su finura lo cual nos otorga grandes ventajas. Se ha señalado también que los colorantes naturales tienen efectos benéficos para la salud de las personas, puesto que algunos de éstos cuando forman parte de la planta tienen la función de absorber los rayos UV y esta función se mantiene en el ámbito textil, además no provocan irritaciones ni alergias (Palacios, y otros, 2020 pág. 51).

Dentro de los camélidos sudamericanos encontramos a la alpaca las mismas que son criadas en grajas en países de América del Sur, para aprovechar su fibra se considera algunos parámetros como son: la fibra debe medir entre 23 y 30 micras, su longitud en caso de la raza Huacaya es 7 a 9 cm mientras que en el caso de la raza Suri es de 17 a 19 cm. La crianza de estos animales y los productos obtenidos a partir de su fibra son una de las principales fuentes de ingresos económicos de las personas que se dedican a esta actividad (Sánchez, 2020 pág. 16).

En la actualidad como parte del cuidado y de la preservación, se busca general tecnologías limpias que ayuden a reducir el impacto ambiental, por lo cual la utilización de productos naturales ha tomado un impulso a gran escala. A nivel de zonas rurales se utiliza la corteza, las hojas y el fruto del nogal para tinturar lana de oveja y en algunos casos en cabello de personas con canas, los colores obtenidos son marones (Luna, 2013 pág. 2).

A través de este trabajo de investigación se determinó las características del tinturado de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta del nogal (corteza, hojas y fruto), gracias a sus propiedades se han logrado la obtención de extractos tintóreo. La aplicación en el teñido de fibra de alpaca con los extractos obtenidos y el estudio de los productos naturales que cada vez cobra

mayor interés de parte de los investigadores, dada la necesidad de sustituir los productos sintéticos por productos naturales que resulten beneficiosos e inocuos tanto para la salud del hombre como para el medio ambiente.

Por lo mencionado anteriormente en la presente investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Comparar las partes de nogal que mejor resultado presente al momento del tinturado y codificar sus tonalidades al teñir fibra de alpaca.
- Evaluar el índice de refracción y pH del tinte de diferentes partes del nogal.
- Determinar las propiedades físicas de solides a la luz, resistencia y elongación de la fibra de alpaca teñida con diferentes partes del nogal.
- Identificar el beneficio costo del proceso de tinturado de fibra de alpaca con diferentes partes de nogal.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

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

1.1.1. Antecedentes

La alpaca (*Vicugna pacos*) es uno de los camélidos sudamericanos domésticos cuyo hábitat natural se localiza en la zona alto andina de Bolivia, Perú, Argentina, Chile y Ecuador. Las alpacas son criadas para aprovechar principalmente su fibra y su carne. El sistema de producción tradicional de estos animales es extensivo y poco especializado, siendo este sistema el más conocido y el que comúnmente se lleva a cabo por las comunidades campesinas (Oyagüe, 2010 pág. 7).

La crianza de alpaca en el Ecuador es una alternativa productiva para contrarrestar la destrucción de ecosistema páramo, por la expansión de la frontera agrícola y explotación ganadera. Los mayores esfuerzos se han enfocado a mejorar la crianza y sanidad de los hatos alpaqueros con poco énfasis en la comercialización de productos, por lo que esta actividad no representa, en este momento, para las comunidades un mayor rubro de ingresos. Para lograr consolidar el proceso de comercialización de la fibra de alpaca y subproductos, se propone generar un nuevo modelo, con desarrollo de la cadena de valor, que garantiza mercado, bajo un enfoque ganar-ganar (Heifer, 2020 pág. 3).

1.1.2. *Vicugna pacos* (ALPACA)

La clasificación taxonómica de la alpaca detalla a continuación en la tabla 1-1.

Tabla 1-1: Taxonomía de la Alpaca

Reino:	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrado
Clase:	Mamífero
Orden:	Artiodáctilos
Familia:	Camelidae
Género:	Vicugna
Especie:	V. pacos

Fuente: (Sepúlveda, 2011).

Realizado por: Guerra, W, 2022.

Los camélidos sudamericanos, actualmente se encuentran ubicados en diferentes partes del mundo, ya que han sido llevados a diferentes continentes para aprovechar sus finos productos. En América del Sur, se sitúan principalmente en: Perú, Bolivia, Argentina, Chile y Ecuador (Sepúlveda, 2011 pág. 9).

1.1.3. Distribución

Las alpacas, llamas y vicuñas habitan entre la zona alto-andina, por encima de los 3000 msnm, en Perú, Bolivia, Argentina, Chile y Ecuador. Las alpacas y llamas también fueron llevadas a otros países, donde son criadas en condiciones más favorables que las de su ambiente de origen natural, para servir como mascotas o producir fibra; por ejemplo, en los Estados Unidos (120.000 ejemplares), Australia (100.000 ejemplares), Canadá, Nueva Zelanda y países Europeos (Quispe, 2009 pág. 2).

1.1.4. Características y propiedades de las fibras

Las cualidades físicas de las fibras se les considera de acuerdo a lo citado por (Aguilar, 2012) donde establece las siguientes características:

- **Finura.** Es la medida del grosor de la fibra, también se denomina diámetro de fibra y se mide en micras. Es la característica que determina la calidad y precio de la fibra.
- **Rizo.** Son las ondas o número de ondulaciones que se presentan a lo largo de la fibra. Se mide por el número de ondulaciones y amplitud o distancia de las ondas. Esta característica influye en el volumen y elasticidad durante la torsión del hilo y también en la conservación del calor.
- **Uniformidad.** Es la característica que se relaciona con la finura. Se mide como porcentaje de coeficiente de variabilidad (CV).
- **Longitud.** Es el largo de la fibra y se mide en centímetros (cm.). Esta característica es influenciada por la alimentación y por la raza (Aguilar, 2012 pág. 8).

Hay que tomar en cuenta que las características de la fibra van a depender de factores como edad, sexo, altitud y alimentación, entre otros, así como de las razas. Esta fibra es considerada una de las fibras más lujosas y finas del mundo, no sólo por sus atributos físicos: capacidad térmica, suavidad y resistencia, sino porque es escasa en el mercado, haciéndola más exclusiva (Aucancela, 2015 pág. 23).

El vellón de la alpaca está compuesto de fibras finas y gruesas. La fibra de menor diámetro se localiza en la zona del lomo y flancos del animal, mientras que fibras de mayor diámetro se centralizan en su mayoría en la región del pecho, extremidades y cara. Además, esta fibra presenta una suavidad al tacto, con un alto grado de higroscopicidad, que permite la absorción de la humedad ambiental de 10-15%, sin afectar su aspecto. La capacidad de mantener la temperatura corporal es una de sus características más importantes, indiferentemente de las acciones de la temperatura externa. (Aucancela, 2015 págs. 23-24).

La fibra igualmente puede ser combinada entre sí para conseguir un sin número de colores naturales. La fibra de alpaca es más fuerte y resistente que otras fibras animales, citándose que es tres veces más fuerte que el de la oveja (Quispe, y otros, 2013 pág. 8)

1.1.5. Clasificación de la fibra de alpaca

De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2852 los criterios para la clasificación de la fibra son:

Longitud y finura de la fibra

De acuerdo a la longitud y finura la fibra de alpaca se clasifica en:

- a)** Grado baby alpaca
- b)** Grado alpaca fleece
- c)** Grado médium fleece
- d)** Grado huarizo
- e)** Grado gruesa
- f)** Grado corta.

Aplicación de la fibra

De acuerdo con la aplicación la fibra de alpaca se clasifica en:

- a)** Clase P: Fibra de alpaca apta para hilatura de fibra peinada y semipeinada:
 - Grado baby alpaca
 - Grado alpaca fleece
 - Grado alpaca médium fleece

- b)** Clase C: Fibra de alpaca apta para hilatura de fibra cardada, sus variantes y no tejidos:
 - Grado huarizo
 - Grado gruesa
 - Grado corta

Contenido de grados de fibra

De acuerdo con el contenido de grados de fibra, los vellones de alpaca se clasifican en:

- a) Tipo extra fino AA
- b) Tipo fino A
- c) Tipo semifino B
- d) Tipo grueso C (INEN, 2015 pág. 3).

1.2. Nogal

1.2.1. Origen y distribución geográfica

El nogal tiene sus orígenes en América del Sur: Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia. Su distribución varía de 1000 a 3000 msnm, en temperaturas de 12 a 18°C. Esta especie pertenece a la selva seca, un ecosistema semidenso que alterna climas estacionales con esporádicas lluvias y hace más prolongado los climas secos. De preferencia suelos profundos, con franca textura, buen drenaje, no tolerante a suelos calcáreos, ni muy fríos e intensas heladas que tenga un pH de neutro a ácido (Valverde, 2016 pág. 5).

Este árbol puede encontrarse de manera salvaje en lugares del Cáucaso y Armenia, aunque es originario de Asia menor y del sureste de Europa. En la actualidad estas especies se encuentran cultivadas en zonas templadas de Europa, África, Asia y América. En el Ecuador se encuentran en la región interandina en los valles y en las cordilleras menores de los Andes (Valverde, 2016 pág. 6).

Botánicamente pertenece a la familia de las Juglandáceas. Dentro de esa familia se encuentran 3 géneros de acuerdo a lo citado por (Lannamico, 2009) los cuales son:

- *Juglans* (nogales de fruto comestible y/o aprovechamiento forestal)
- *Carya* (pecanes de fruto comestible y/o madera forestal)
- *Pterocarya* (árboles de aprovechamiento forestal)

A su vez, dentro del género *Juglans* existen 17 especies, todas diploides ($2n=2x=32$) y que mayormente pueden hibridarse entre sí. Todas estas especies, vulgarmente se conocen como nogales blancos, negros y grises (Lannamico, 2009 pág. 13).

1.2.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica del nogal se detalla a continuación en la tabla 1-2.

Tabla 1-2 : Taxonomía del Nogal

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fagales
Familia:	Juglandaceae
Género:	Juglans
Especie:	J. neotropica

Fuente: (Cabascango, 2011)

Realizado por: Guerra, W, 2022.

1.2.3. Descripción

El nogal es una especie monoica de la familia Juglandaceae. Es conocida con varios nombres comunes; nogal, tocte (Perú y Ecuador); cedro negro, cedro nogal o nogal bogotado (Colombia) y nogal andino (Bolivia). Este árbol tiene flores masculinas que están dispuestas en espiga en las axilas de las cicatrices foliares, las flores femeninas se ubican en grupos de 2-4, en el extremo de las ramas; los frutos son de drupa redonda, de color pardo a negro; su copa es irregular con tendencia a ser proporcionadamente reducida, se puede apreciar en la figura 1-1 (Alberca, 2014 pág. 6).



Figura 1-1. Corteza, hojas y frutos de *Juglans neotropica*

Fuente: (Alberca, 2014)

1.2.4. Usos

La madera de nogal es muy cotizada, tiene múltiples usos ya que genera madera de alta calidad para la realización de muebles, así como también artesanías, produce nueces que son comestibles y muy apetecidas para la elaboración postres como pasteles y confites. De la corteza, raíces, hojas y pulpa del fruto son ricos en taninos lo cual se extraen para ser utilizados en la industria de curtiembre, donde también se usan como colorantes para textiles, funguicidas, medicinas y como tóxico para pescar (Alberca, 2014 pág. 7).

1.3. Colorantes naturales

1.3.1. Definición y generalidades

La utilización de los colorantes naturales por parte del ser humano se remonta a tiempos prehistóricos, en esta época las personas dependían de lo que encontraban en la naturaleza. Los colorantes que obtenían para colorear el cuerpo y la vestimenta provenían de vegetales, minerales y animales (Terrazas, 2012 pág. 5).

A lo largo de la historia, el color ha sido muy significativo en la vida de la humanidad mediante este medio las personas reflejaron emociones y estados de ánimo, se establecieron niveles sociales, económicos y de poder, se simbolizaron creencias y satisficieron necesidades estéticas (Trillo, 2007 pág. 3).

Las plantas en la vida de nuestros antepasados fue un recurso fundamental e importante, pese a que formaba parte de su diario vivir en aquellos tiempos, este medio natural les brindaba muchos beneficios como la medicina, la agricultura, madera, fibras y entre muchas otras cosas el tinturado, una actividad que realizaban mediante la obtención de sustancias tintóreas de diferentes tipos de plantas para teñir fibras textiles, pero como la tecnología ha avanzado la visión que tenían de la naturaleza fue abandonada y de esta manera se perdió el valor por ella y la visión de los hombres es otra más avanzada buscando métodos diferentes para hacer la vida más fácil (FAO, 1998 pág. 24).

1.3.2. Tintes de origen natural

Los tintes de origen natural son obtenidos de ciertas partes de las plantas como: raíz, hojas, tallos, flores y fruto. Es preciso conocer sobre las características de cada una de los vegetales para saber cuál de estas partes son las más utilizadas en la práctica de la obtención de colorantes (Pazos, 2017 pág. 21).

1.3.3. Tintes de origen Artificial

Los colorantes artificiales son sustancias fabricadas en laboratorios mediante procesos químicos. Investigadores han determinado que los usos de tintes sintéticos son perjudiciales para quienes consumen los productos, observándose efectos cancerígenos, infecciones en la piel, alergias entre otros (Palacios, y otros, 2020 pág. 22).

1.3.4. Mordientes

Son sustancias naturales o químicas solubles en agua que al mezclar con el pigmento de las plantas hacen que los colores impregnados en las fibras se intensifiquen y sean más duraderas, proporcionando una buena resistencia a la luz, lavado y al roce. Sin embargo, hay que tomar en cuenta la cantidad del mordiente que se utiliza para cada tinción, puesto que su exceso tiende a dañar la fibra y por ende corre el riesgo de cambiar la tonalidad del color al que se desea llegar. Los mordientes que antiguamente se utilizaban para fijar el color en las fibras son: limón, sal, alumbre, vinagre, orina de las personas, cenizas, zumo de penco negro, entre otros (Terrazas, 2012 págs. 19-20).

1.3.5. Piedra alumbre

Es el mordiente más utilizado debido a su fácil obtención y es conocido popularmente con el nombre de “piedra alumbre”. Se presenta en forma de cristales, en polvo blanco o en pasta. No es tóxico y no exige almacenamiento especial. No altera el color natural de la fibra ni del material tintóreo, ni del baño de tintura. Realza y da brillo a los colores (Corradine, 2014 pág. 14).

1.4. Métodos de análisis de fibra

1.4.1. Sistema de teñido

El teñido natural es un arte donde se utilizan hierbas y distintos insumos. Su origen se remonta a épocas ancestrales. Los textos de historia universal nos dicen que se han hallado faraones (reyes egipcios) envueltos de textiles teñidos con colores naturales y cerámicas pintadas con pigmentos también naturales en el interior de las pirámides (Villanueva, 2012 pág. 17).

1.4.2. Refracción

Es un fenómeno que cuando la luz viaja de un medio a otro distinto (en composición química o densidad) cambia su dirección, rapidez, y longitud de onda, pero conserva su frecuencia. Existe un concepto llamado índice de refracción, que permite explicar dichos cambios. El índice de refracción, es un valor adimensional al dividir la rapidez de la luz en el vacío entre la rapidez de la luz en un cierto medio. El valor del índice de refracción es siempre mayor que 0.4 ya que la mayor rapidez de la luz se da en el vacío (Gutiérrez, 2016 pág. 32).

1.4.3. Solidez a la luz

La solidez a la luz es la resistencia del tejido al cambio de color como resultado de su exposición a la luz del sol o una fuente de luz artificial. Mediante esta prueba se registra el desvanecimiento del color de la tela cuando se expone a la luz. Para la realización de esta prueba se usan equipos de envejecimiento acelerado utilizando lámparas de radiación UV fluorescentes o lámparas de arco xenón donde es posible simular el daño causado por la luz del sol (Valdeperas, 2019 pág. 41).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El trabajo experimental sobre el tinturado de fibra de alpaca, análisis y resultados obtenidos se desarrolló en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en Av. Panamericana Sur km 1 1/2 en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. La presente investigación tuvo una duración de 60 días.

2.2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron conformadas por madejas de hilo de 50 gramos, en un diseño que se distribuyó en 3 tratamientos y 5 repeticiones, dando un total de 750 gramos de fibra de alpaca utilizada en el ensayo.

T1 = Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre

T1R1 – T1R2 – T1R3 – T1R4 – T1R5

T2 = Tinturado a base de hojas de nogal + piedra alumbre

T2R1 – T2R2 – T2R3 – T2R4 – T2R5

T3 = Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre

T3R1 – T3R2 – T3R3 – T3R4 – T3R5

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

- Machete
- Fundas ziploc
- Mandil
- Mascarilla
- Botas de caucho
- Guantes de hule

- Tinajas
- Ollas
- Tijeras
- Mesas
- Termómetro
- Cronómetro
- Cilindro de gas
- Cordeles de secado
- Calibrador

2.3.2. Equipos

- Cocina industrial
- Elastómetro
- Medidor de solidez a luz
- pH metro
- Cámara fotográfica
- Balanza

2.3.3. Productos químicos

- Agua
- Piedra alumbre
- Nogal (corteza, hojas y frutos)

2.3.4. Instalaciones

- Laboratorio de Fibras Agroindustriales (Facultad de Ciencias Pecuarias)

2.4. Tratamiento y Diseño experimental

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, donde se midió el efecto del tinte obtenido de las diferentes partes de la planta (corteza, hojas y fruto), por lo que se utilizó 3 tratamientos experimentales, cada uno con 5 repeticiones, ajustándolo al siguiente modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + \gamma_i + \varepsilon_j$$

Donde:

X_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Mediageneral

γ_i = Efecto de los tratamientos (tintes de las partes de la planta denogal)

ε_{ij} = Efecto del errorexperimental

2.5. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron en esta investigación fueron:

2.5.1. Características físicas del hilo

- Solidez a luz
- Índice de refracción
- pH

2.5.2. Análisis sensorial del hilo

- Intensidad del color
- Resistencia
- Elongación

2.5.3. Análisis económico

- Relación Beneficio/Costo

2.6. Análisis estadístico y prueba de significancia

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

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA)
- Comparación de medias según Tukey $P \leq 0.05$ y 0.01 .

2.6.1. Esquema del experimento

El esquema del experimento que se aplicó en el presente trabajo experimental se detalla a continuación en la tabla 2-1.

Tabla 2- 1: Esquema del experimento

Tinte de la planta de Nogal	Código	Repetición	TUE*	Total hilo
Corteza	T1	5	50 g	250 g
Hojas	T2	5	50 g	250 g
Frutos	T3	5	50 g	250 g
Total		15	50 g	750 g

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

2.6.2. Esquema del ADEVA

El esquema del Análisis de varianza aplicado al presente trabajo experimental se describe en la tabla 2-2.

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

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	2
Error experimental	12

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

2.7. Proceso experimental

2.7.1. Trabajo de laboratorio

2.7.1.1. Teñido

Los colorantes naturales se encuentran en todo lugar, principalmente aquellos de origen vegetal, como plantas, corteza, hojas, frutos semillas, etc. La mayoría de los tintes requieren de ciertos fijadores para poder teñir. Estas sustancias son denominadas mordientes, las mismas que pueden ser de origen natural, mineral o química y facilitan la fijación del tinte a la fibra. Así mismo, funcionan como elementos que otorgan uniformidad y brillo al color. El mordiente utilizado fue piedra alumbre.

La cantidad utilizada para teñir 50 gramos de hilo en forma de madeja se detalla a continuación:

- 1,75 litros de agua
- 200 gramos de tinte natural (corteza, hojas y frutos)
- 50 gramos de hilo de alpaca
- 5 gramos de piedra lumbre

Según, Villanueva (2012) en el Manual Conociendo sobre la Fibra de Alpaca y los Teñidos Naturales; el procedimiento para el tinturado de fibra a base de nogal (corteza, hojas y fruto) fue el siguiente:

- Paso 1.- Colocamos bajo cocción por aproximadamente 1 hora la parte vegetal para extraer los colorantes, agitando de manera constante.
- Paso 2.- La solución obtenida la filtramos para separar el tinte de los residuos vegetales.
- Paso 3.- El tinte obtenido lo colocamos en una olla limpia, agregamos los 5 gramos de piedra alumbre molido y lo removemos hasta lograr que se disuelva, finalmente incorporamos la madeja de 50 gramos.
- Paso 4.- Hervimos durante 30 minutos, removiendo suavemente con un palo de madera.
- Paso 5.- Retiramos la olla, trasladamos a un lugar frío y con poca luz hasta que seque y se fije el color, es recomendable que este bajo un mantel.
- Paso 6.- Enjuagamos la madeja de hilo con agua tibia varias veces, hasta que el agua este cristalina. El secado lo realizaremos bajo sombra.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Índice de refracción

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Paso 1.- Limpiamos y secamos cuidadosamente la tapa y el prisma.
- Paso 2.- Colocamos 1-2 gotas de la muestra en el prisma evitando formar burbujas de aire.
- Paso 3.- Cerramos la tapa y repartimos homogéneamente la muestra en todo el prisma.
- Paso 4.- Colocamos el refractómetro bajo la luz.
- Paso 5.- Observamos el resultado y anotamos.

2.8.2. Determinación de pH

Para la determinación del pH se siguió lo descrito por Rigalli (2018):

- Se calibra el pH-metro con una disolución tapón de pH 4 o pH 7.
- Con agua destilada se limpia el lector de medición lo cual ayuda a tarar el equipo.
- En vaso de precipitación de 10 ml se coloca la muestra.
- Se introduce el lector sin tocar ninguna pared del vaso de precipitación.
- Se anota los datos obtenidos.
- Se lava con agua destilada el lector de medición.

2.8.3. Resistencias físicas de la fibra de alpaca

2.8.3.1. Porcentaje de elongación

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

- Se cortó una ranura en la muestra de fibra y el hilo de alpaca, en los extremos con su nudo correspondiente y se introducen en la ranura practicada en la muestra.
- Estas piezas deben estar fijadas por su otro extremo por las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas introducidas en la probeta se separarán a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando desgarro de la fibra y del hilo hasta su rotura total.

2.8.3.2. Resistencia a la tensión

Es la fuerza que ofrece la fibra al ser estirada sin que ésta se rompa. Es una característica importante para tomar en cuenta en los procesos siguientes (cardado, peinado, tejido, etc.). Para la realización de la prueba de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca se basó en los límites que

infiere la Norma ASTM1553 (2003), del Comité Europeo de Normalización (CEN), para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

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

2.8.3.3. *Absorción de luz ultravioleta (UV)*

- Se cortó muestras de 10 cm de largo, se hizo grupos de 6 o 7 muestras y se amarro.
- Se colocó en una caja de vidrio de color oscura, con ayuda de un foco infrarrojo se puede determinar esta prueba.
- Se procede a dejar la muestra por 72 horas.
- Con ayuda de una paleta de colores procedemos a determinar si existe o no decoloración de la fibra para lo cual se utiliza una escala de 5 colores.

En la valoración de la escala de grises aplicado al presente trabajo experimental se describe en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Valoración de la escala de grises.

Valoración	Denominación	Teñido
5	Excelente	No se destiñe
4	Muy buena	Destiñe un poco
3	Buena	Destiñe sensiblemente
2	Regular	Destiñe fuertemente
1	Malo	Destiñe muy fuerte

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

2.8.4. Mediciones económicas

Para la valoración de la optimización económica (costo por kilo de hilo) se debe aplicar la siguiente formula.

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{ingresos totales}}{\text{egresos totales}}$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Comparación del tinturado obtenido y codificación de cada uno de los tratamientos planteados.

Del tinturado a base de partes vegetales del Nogal se obtuvo las siguientes tonalidades codificadas de colores: Del tratamiento 1, producto del tinturado a base de corteza más piedra alumbre se obtuvo el color codificado 7.5 YR 5/6; para el tratamiento 2, producto del tinturado a base de hojas de nogal más piedra alumbre se obtuvo el color codificado 5 YR 5/6; mientras que para el tratamiento 3, producto del tinturado a base de fruto de nogal más piedra alumbre se obtuvo el color codificado 7.5 YR 8/2; según la tabla de Munsell. De esta manera se logró clasificar los colores obtenidos del tinturado a base de nogal, los cuales se encuentran detallados en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Codificación de colores.

Tratamiento	Color obtenido	Código	Color fuente	Componente
T1 (Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre)		7.5YR 5/6 Código hexadecimal (#9f6d3e)		Dicho color se compone de 62.35% de rojo, 42.75% de verde y 24.31% de azul. Tiene una saturación de 44% y una luminosidad de 43%.
T2 (Tinturado a base de hojas de nogal + piedra alumbre)		5YR 5/6 Código hexadecimal (#a86957)		Dicho color se compone de 65.88% de rojo, 41.18% de verde y 27.84% de azul. Tiene una saturación de 41% y una luminosidad de 47%.
T3 (Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre)		7.5 YR 8/2 Código hexadecimal (#d7bfad)		Dicho color se compone de 84.31% de rojo, 74,9% de verde y 67.84% de azul. Tiene una saturación de 34% y una luminosidad de 76%.

Fuente: (Munsell, 2012)

Elaborado por: Guerra, W 2022.

3.2. Evaluación del Índice de refracción y pH del tinte de las diferentes partes de nogal.

3.2.1. Refracción sin piedraalumbre

Los valores medios obtenidos por refracción sin alumbre de la fibra de alpaca, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto del tinturado liberado del nogal, estableciendo los mejores resultados en refracción con hoja (T2) puesto que los valores fueron de 2,5 °BRIX, y que descendió a 1,5°BRIX, en la refracción con fruto (T3), en tanto que las repuestas más bajas fueron obtenidas por la refracción al tinturada con la corteza (T1), con valores a la refractancia de 0,5 °BRIX, Datos ilustrados en el siguiente tabla 3-2 y grafico 3-1.

Tabla 3-2: Evaluación del Índice de refracción y pH del tinte de las diferentes partes de nogal

TINTURADO DE FIBRA DE ALPACA							
Variables		T1	T2	T3	EE	Prob.	Sign
Refracción	sin	0,50 A	2,50 C	1,50 B	0,20	0,0001	**
piedra alumbre							
Refracción	con	1,00 A	3,00 B	1,80 A	0,22	0,0001	**
piedra alumbre							
pH	sin	7,57 C	6,84 B	6,36 A	0,13	0,0001	**
alumbre							
pH	con	3,66 A	4,40 B	3,78 A	0,15	0,0105	**
alumbre							

Elaborado por: Guerra, W, 2022

T1 = Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre

T2 = Tinturado a base de hojas de nogal + piedra alumbre

T3 = Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre

EE= Error Estadístico

Prob= Probabilidad

Sig= Significancia

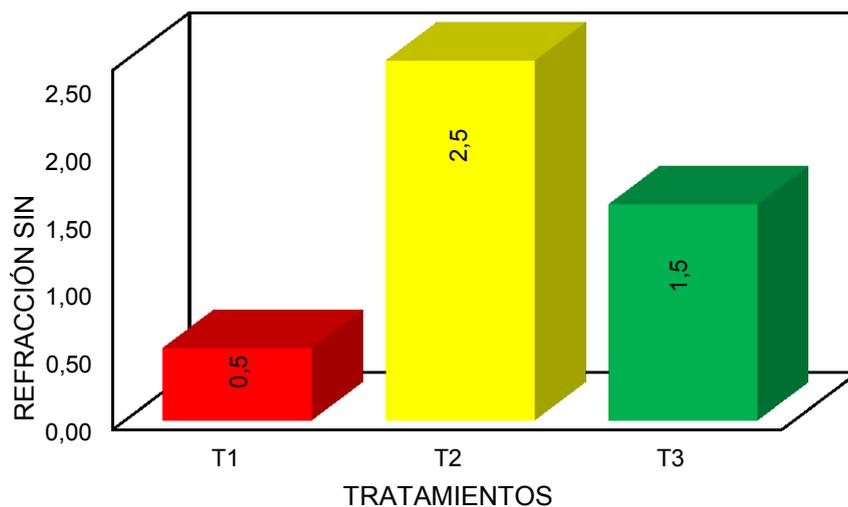


Gráfico 3-1. Refracción sin piedra alumbre

Elaborado por: Guerra, W, 2022

3.2.2. Refracción con piedra alumbre

Los valores medios resultantes por refracción con piedra alumbre del tinte obtenido, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto del tinturado liberado del nogal, estableciendo los mejores resultados en refracción con hoja + piedra alumbre (T2) puesto que los valores fueron de 3,0 °BRIX, y que descendió a 1,80°BRIX en la refracción con fruto + piedra alumbre (T3), en tanto que las repuestas más bajas fueron obtenidas por la refracción al tinturada con el corteza + piedra alumbre (T1), presentando valores a la refracción de 1,0 °BRIX, como se ilustra en el gráfico 3-2.

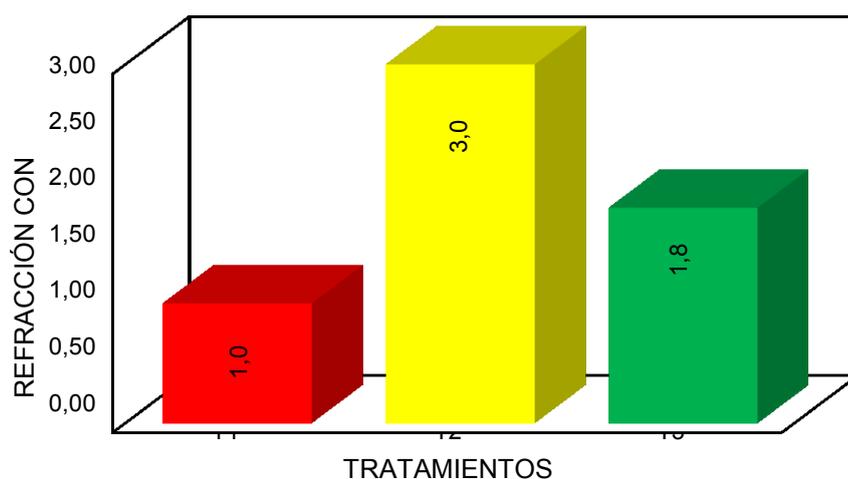


Gráfico 3-2. Refracción con piedra alumbre

Elaborado por: Guerra, W, 2022

Luego del análisis de datos obtenidos en nuestro trabajo se determinó que el T2 correspondiente a la tinción derivada de las hojas de nogal con y sin piedra alumbre dieron los mejores resultados en relación a la refractancia evaluada.

Masias (2007), menciona que no es posible realizar una comparación entre los resultados del índice de refracción entre hojas, fruto y corteza debido a que no se realizaron en la misma concentración, estos resultados se tomaron únicamente para controlar el proceso. Con el índice de refracción es posible determinar la concentración y por lo tanto el porcentaje de sólidos de forma más rápida. Al respecto, los valores de índice de refracción del extracto de hojas, fruto y corteza presentan una relación directa con los resultados obtenidos en el rendimiento.

3.2.3. pH sin piedra alumbre

Los valores medios obtenidos con la medición del pH sin piedra alumbre del tinte obtenido, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto del tinturado liberado del nogal, estableciendo los mejores resultados en pH con corteza de nogal (T1) donde se presentó un valor de Ph de 7,57; seguido de un pH 6,84 en el tinturado con hojas (T2), en tanto que las repuestas más bajas fueron obtenidas por pH al tinturada con el fruto (T3), con valores de pH de 6,36 como se ilustra en el gráfico 3-3.

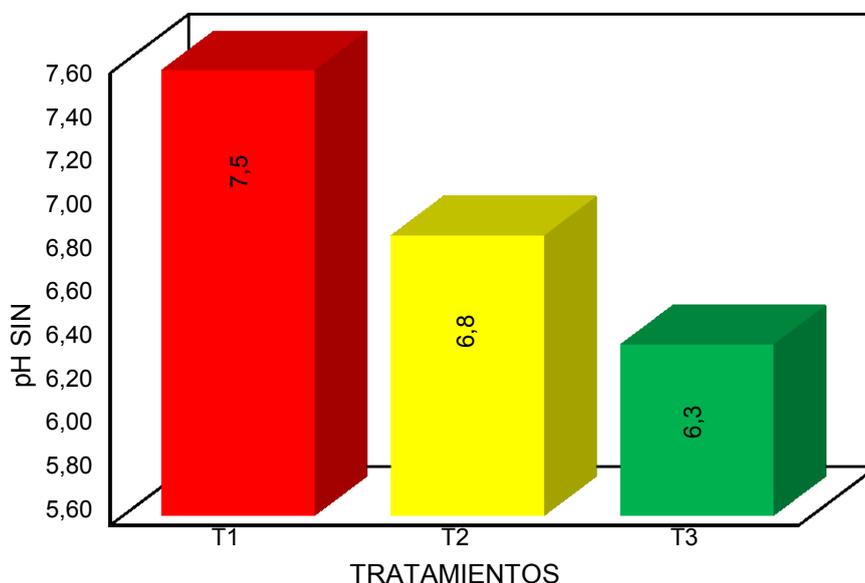


Gráfico 3-3. pH sin piedra alumbre

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

3.2.4. pH con piedra alumbre

Los valores medios obtenidos en la medición del pH con piedra alumbre del tinte obtenido, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto del tinturado liberado del nogal, estableciendo los mejores resultados en pH con hoja de nogal + piedra alumbre (T2) con valores de pH de 4,40; seguido de un pH 3,78 en el tinturado con fruto de nogal + piedra alumbre (T3), en tanto que las repuestas más bajas fueron obtenidas por pH al tinturada con corteza de nogal + piedra alumbre (T1), cuyos valores de pH fueron de 3,66 como se ilustra en el gráfico 3- 4.

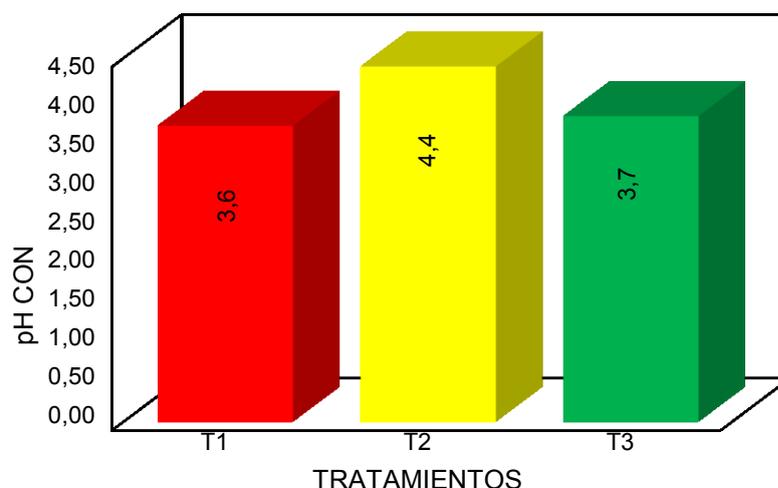


Gráfico 3-4. pH con piedra alumbre

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

Corroborando lo descrito por (Masias, 2007) La razón por la que los extractos obtenidos de estos componentes tengan un pH ácido se debe a que los compuestos orgánicos presentes contienen grupos carboxílicos (COOH), los cuales son fuente de acidez (\square^+). El valor de pH está en función al número de grupos hidrógenos presente, mientras menor sea el valor del pH mayor es la cantidad de grupos hidrogeno.

Según (Estrada, 1997) la pulpa de los frutos de *Juglans neotropica* Diels es rica en ácido málico y oxálico, los cuales en su composición presenta grupos carboxilos (COOH), de la misma manera los aminoácidos de las proteínas, las cuales se encuentran en altas concentración en frutos, presentan este grupo. Se presume que estas son las razones por la cual el extracto de frutos tiene mayor acidez (menor pH) que el extracto de hojas y corteza.

3.3. Determinación de las pruebas físicas de la fibra de alpaca utilizando corteza, hojas y frutos de nogal.

3.3.1. Solidez a la luz

Los valores medios obtenidos a la solidez a la luz, reportaron que no existe diferencia significativa ($P < 0,05$), por efecto del tinturado de fibra de alpaca con nogal + piedra alumbre.

Corroborando lo descrito por Masias (2007) las tres partes del árbol evaluado presentan buenos resultados de solidez a la luz, el cual se interpreta como muy buena, se presume que la Juglonas en extractos de hojas, fruto y corteza puede variar en su estructura, pudiendo haber en unas bijuglona y en otra ciclotrijuglona, por lo cual la solidez también varía.

Según Vele (2007) el resultado de esta prueba de exposición a luces ultravioletas fue satisfactorio, puesto que no se presentó ningún cambio de color cuando se realizó la comparación con la escala de colores, por lo tanto, la composición es la misma, es decir, que no hay variación en el porcentaje de composición, esto significa que de acuerdo a la evaluación la resistencia de color es aceptable dentro de los estándares de calidad, datos que están ilustrados en la siguiente tabla 3-3.

Tabla 3-3: Solidez a la luz

Separación de medias según Tukey (0,05)

Tratamiento	Media	Grupo	E.E	
T1	5,00	+/-	0,00	A
T2	5,00	+/-	0,00	A
T3	5,00	+/-	0,00	A

Realizada por: Guerra, W, 2022

3.3.2. Resistencia a la tensión

Los valores medios obtenidos por resistencia a la tensión de la fibra de alpaca, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto del tinturado de fibra de alpaca con nogal, estableciendo los mejores resultados en la fibra tinturada con corteza + piedra alumbre (T1) puesto que los valores fueron de 20036,32 N/cm², mismos que descendieron a 9316,70 N/cm², en la fibra tinturada con hoja + piedra alumbre (T2), en tanto que las repuestas más bajas fueron obtenidas por la fibra de alpaca tinturada con el fruto + piedra alumbre (T3), con valores a la tensión de 7411,90 N/cm², como se reporta en la tabla 3-4.

Tabla 3-4: Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta de nogal como tinte natural (corteza, hojas y fruto).

TINTURADO DE FIBRA DE ALPACA						
VARIABLES	T1	T2	T3	EE	Prob.	Sign
Resistencia a la Tensión N/cm ³	20036,32 B	9316,70 A	7311,90 A	2389,26	0,0057	**
Porcentaje de elongación %	33,08 B	31,45 AB	27,72 B	1,20	0,0236	*

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

T1 = Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre

T2 = Tinturado a base de hojas de nogal + piedra alumbre

T3 = Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre

EE= Error Estadístico

Prob= Probabilidad

Sig= Significancia

De los resultados expuestos se estima que la opción más óptima para resistencia a la tensión luego de realizar la tintura de fibra de alpaca con nogal es la corteza + la piedra alumbre ya que es la que mayor resistencia obtuvo luego de realizadas las pruebas como se ilustra en el gráfico 3-5.

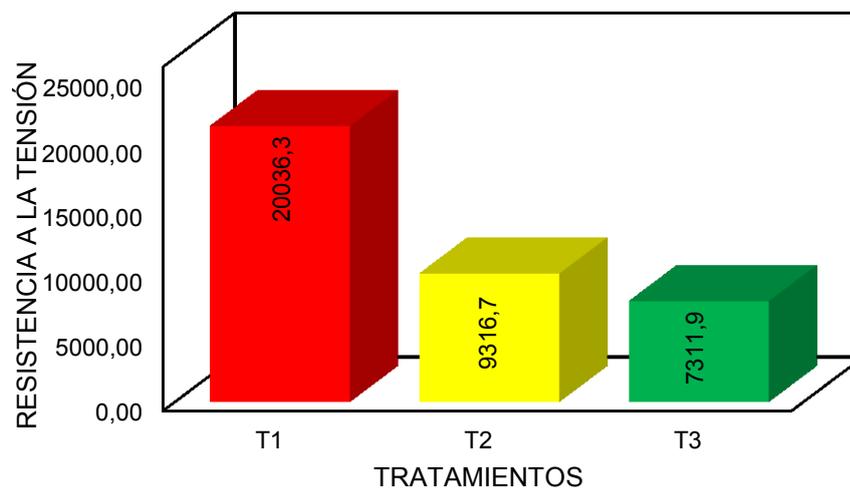


Gráfico 3-5. Resistencia a la tensión de la fibra de alpaca tinturando con nogal.

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

Los datos obtenidos en la resistencia al tinturado de fibra de alpaca con nogal son similares a los obtenidos por Rea y otros (2019) quienes en su estudio cumplen con las exigencias establecidas por la norma IUP6.

La norma IUP6 establece como límites permisibles entre 800 y 1200 N/cm² por lo que los tres tratamientos cumplieron con esta exigencia de calidad, siendo el más evidente el tratamiento tinturado con la corteza del nogal + piedra alumbre (T1).

3.3.3. Porcentaje de elongación

Para la variable sensorial porcentaje de elongación de la fibra de alpaca, reportaron diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del tinturado de fibra de alpaca con nogal, estableciendo los mejores resultados en la fibra tinturada con corteza + piedra alumbre (T1) puesto que los valores fueron de 33,08%, mismos que descendieron a 31,45%, en la fibra tinturada con hoja + piedra alumbre (T2), en tanto que las respuestas más bajas fueron obtenidas por la fibra de alpaca tinturada con fruto + piedra alumbre (T3), que presentó valores de elongación de 27,72%, como se ilustra en el gráfico 3-6.

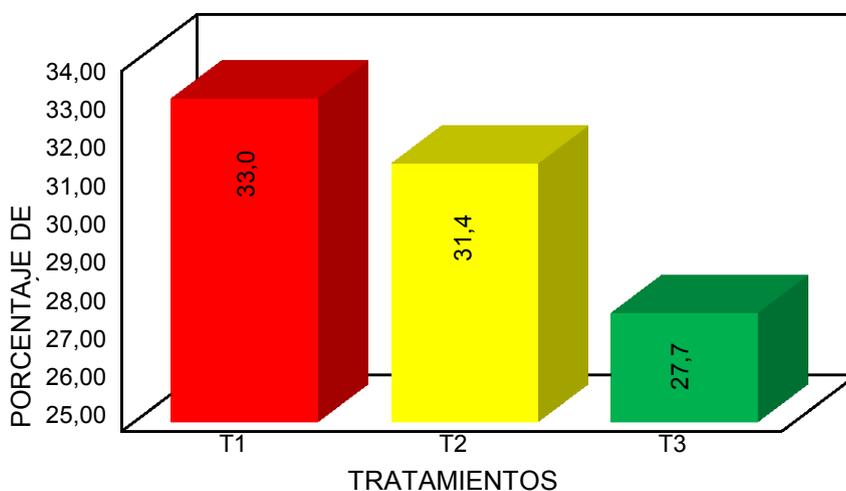


Gráfico 3-6. Porcentaje de elongación de la fibra de alpaca tinturando con nogal.

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

Los datos obtenidos por Rea y otros (2019) mencionan que la fibra de alpaca por su característica higroscópica; su capacidad de resistencia a la radiación solar, las fibras entrecruzadas hacen que sean más resistentes y logren una mejor confección con prendas duraderas y de cuidado fácil. El valor en dicha investigación fue de 40,50% que están dentro del límite permisible de la norma IUP6 que es de 30 a 80%.

Los resultados de porcentaje de elongación en nuestra investigación alcanzan el límite permisible de la norma IUP6 en los T1=33,08% y T2=31,45 de elongación por lo tanto los dos tratamientos cumplen con esta exigencia de calidad, mientras el T3=27,72 no alcanza el límite permisible esto se podría considerar factores previos a la investigación.

3.4. Determinar el beneficio costo del proceso de tinturado de fibra de alpaca con diferentes partes de la planta de nogal.

En la evaluación de los costos e ingresos producidos en la investigación, se evaluó los tres tratamientos de tinturado de fibra de alpaca con nogal, el primer tratamiento (corteza de nogal + piedra alumbre) se tuvo un egreso de 27\$, un ingreso de 45\$ se obtiene una utilidad del 66% , el segundo tratamiento (hoja de nogal + piedra alumbre) se tuvo un egreso de 26\$, un ingreso de 45\$ se obtiene una utilidad del 73% y el tercer tratamiento (fruto de nogal + piedra alumbre) se tuvo un egreso de 28\$, un ingreso de 45\$ con una utilidad del 61%, como se presenta a continuación en la tabla 3-5.

Tabla 3-5 Beneficio costo.

Concepto	T1	T2	T3	
Fibra de alpaca 250 gramos		15	15	15
Nogal corteza 200 gramos		3	-	-
Nogal hojas 200 gramos		-	2	-
Nogal fruto 200 gramos		-	-	4
Piedra alumbre		0,75	0,75	0,75
Gas		1	1	1
Fundas plásticas		0,65	0,65	0,65
Termómetro		1,55	1,55	1,55
Balanza		1,55	1,55	1,55
Marcador permanente		1	1	1
Servicios básicos		2,5	2,5	2,5
Total, Egresos		27	26	28
Ingresos				
Fibra de alpaca		45	45	45
Relación Beneficio Costo		1,66	1,73	1,61

Elaborado por: Guerra, W, 2022.

CONCLUSIONES

- Los colores obtenidos por la tinción de fibra de alpaca, utilizando corteza de nogal fue (7,5 YR 5/6), hoja de nogal (5 YR 5/6), fruto de nogal (7,5 YR 8/2).
- Para el índice de refracción el tratamiento con mejor resultado fue T2=tinturado con hojas + piedra alumbre (3,00 °BRIX); mientras que el valor más bajo fue determinado por el T1= tinturado de corteza + piedra alumbre (1,00 °BRIX). Para el pH el valor más alto esta expresado por T2=tinturado con hojas+ piedra alumbre (4,40); mientras que el pH más bajo esta expresado por el T3= tinturado de fruto + piedra alumbre (3,78).
- En las características físicas de la fibra de alpaca, con respecto a la solidez a la luz no existió decoloración de ningún tratamiento, en cuanto a la resistencia el mayor fue el T2= tinturado de hoja+ piedra alumbre y en relación a la tensión el mayor fue el T1= tinturado de corteza + piedra alumbre.
- La respuesta económica más alta se aprecia al tinturar la fibra de alpaca con las hojas de nogal puesto que la relación beneficio costo fue de 1,73 que indica márgenes de utilidad del 73% que resulta muy alto sobre todo al ser comparadas con otras actividades similares y efectuada con un poco de capacitación de manera que se hace accesible a todos los estratos socio económicos de nuestro país.

RECOMENDACIONES

- Continuar realizando investigaciones para afirmar y determinar la paleta de colores que se puede obtener a partir del tinturado de fibra de alpaca con nogal, utilizando combinaciones entre sí y utilizando otros tipos de mordientes.
- Realizar tintes naturales de nogal para obtener hilo orgánico de fibra de alpaca que proporcione mayores ganancias y reduzca la contaminación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR CALLA, M. *Esquila y categorización de fibra de alpaca*. [en línea]. Número de edición Primera. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo León de la Fuente Lima - Perú: Desco 2012. [Consultado: 23 de Marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/Manual007.pdf>.

ALBERCA JARAMILLO, Nathalia Verónica. Análisis de la efectividad de cinco microsátélites para detectar la diversidad genética de *Junglans neotropica*. [en línea] (Trabajo de Titulación) (Bioquímico Farmacéutico) Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador 2011 pp. 6-7. [Consultado: 2021-04-10] Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/9093/1/Alberca%20Jarramillo%20Nathalia%20Veronica.pdf>.

AUCANCELA QUISHPI, Byron Adrián. Caracterización de la fibra de *Vicugna pacos* (Alpaca) de la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniero Zootecnista) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Zootecnia, Riobamba, Ecuador 2015. pp. 23-24 [Consultado: 2021-04-02] Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/5197/1/17T1282%20.pdf>.

CABASCANGO CABASCANGO, Marco Vinicio. Evaluación de cuatro tipos de sustratos y tres niveles de humus en la obtención de plántulas de nogal (*juglans neotrópica*) en la zona de Otavalo, Provincia de Imbabura. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Agrónomo) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica 2011 pp. 4-5 [Consultado: 2021-04-02] Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/128/T-UTB-FACIAG-AGR-000034.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

CORRADINE MORA Maria Gabriela. *Guía para tintura con tintes naturales en lana para los artesanos de los municipios de Sutatausa, Tausa, Ubaté, Fúquene, Sesquilé y Villapinzón*. [En línea] Número de edición Primera. Laboratorio de Diseño e Innovación para Cundinamarca, Cundinamarca, Colombia: UT NEXUS GESTANDO 2014. [Consultado: 12 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.artesaniadecolombia.com.co/bitstream/001/3742/1/INST-D%202014.%20304.pdf>.

ESTRADA, W. *Manual Para la Producción de Nogal*. [En línea] Número de edición Primera Cormadera Ibarra-Ecuador: EDI-U 1997. [Consultado: 3 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/Other%20Publications/op-14%20s%20nogal.pdf>.

FAO. *Ecología y enseñanza rural*. [En línea] 1998. [Consultado: 16 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s07.htm>.

GUITIÉRREZRIVERA, Fernando Alonso. Módulos Didácticos Basados en la Fenomenología de la luz y la Óptica, para estudiantes de 1° medio. [En línea] (Seminario Para Optar Al Grado De Licenciado en Educación) (Licenciado en Educación) Universidad de la Concepción, Santiago, Chile 2016. [Consultado: 2021-07-13.] Disponible en: http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3076/4/tesis_Modulos_Didacticos_basados_en_la_fenomenologia.Image.Marked.pdf.

HEIFER, INTERNATIONAL. *Comercialización de fibra de alpaca de comunidades de los páramos andinos.* [Blog] 2020. [Consultado: 2 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://www.heifer-ecuador.org/proyecto/comercializacion-de-fibra-de-alpaca-de-comunidades-de-los-paramos-andinos/>.

INEN 2852 NTE INEN 2852- Fibra de alpaca en vellón. Requisitos.

LANNAMICO, Luis. *El cultivo del nogal en climas templado-fríos.* [En línea] Número de edición primera Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Argentina:INTA 2009. [Consultado: 3 de Abril de 2021 .] Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_el-cultivo-del-nogal-en-climas-templado-frios.pdf.

LUNA CHAVEZ, Carmen Mabel. Teñido de Fibras Proteínicas con Hoja de Nogal en Frio. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Química) Universidad Nacional de Callao, Callao, Perú 2013. p. 3.[Consultado: 2021-03-2021.] Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/2023/Luna_Informefinal_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MASIAS BROCKER, Katia. Caracterización de las propiedades tintóreas del extracto de nogal (*Juglans neotropica* Diels) proveniente de la cuenca alta del riom Zaña. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Forestal) Universidad Nacional Agraria La Molina , La Molina, Perú 2007. pp. 48-53 [Consultado: 2021-12-06] Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/421/K50.M385-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MUNSELL. *Munsell Plant Tissue Color Book.* Número de edición Primera. Colombia : Munsell 2012.

OYAGÜE, Javier Mateo. *Características de la carne de alpaca y procesamiento de Charqui en los departamentos de Puno y Cusco.* [en línea]. Número de edición Primera. Santiago de Surco-Lima, Perú: Gráficas Celarayn S.A. 2010. [Consultado: 23 de Marzo de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=WnXL78pKPjoC&printsec=frontcover&dq=alpaca&hl=es->

419&sa=X&ved=2ahUKEwj8eq_7aX0AhUxtjEKHQM4DoMQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q&f=true, 2010.

PALACIOS, Cecilia Y ULLUARI, Narcisa. "Revalorización de métodos ancestrales de tinturado natural en las provincias de Loja y Azuay del sur de Ecuador." *Siembra* [en línea] 2020, (Ecuador), volumen (7), pp 50-59. [Consultado: 20 de Marzo de 2021.] DOI: 10.29166 / siembra.v7i1.1914. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1914/2144>. DOI: 10.29166 / siembra.v7i1.1914.

PAZOS, Shirley. *Teñido en base a tintes naturales Conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Perú y Bolivia.* [En línea] Número de edición Primera Fuente: Soluciones Prácticas 2017. [Consultado: 16 de Abril de 2021.]. Disponible en: <http://artesaniatextil.com/wp-content/uploads/2017/05/tenido-naturales.pdf>.

QUISPE, Edgar. "Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaca en Sudamérica." [en línea] 2009. (México) Volumen 59 p. 25-38 [Consultado: 24 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1102t/i1102t02.pdf>. doi:10.1017/S101423390990277.

QUISPE, Edgar. POMA, Adolfo Y PURROY, Antonio. "CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS Y TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS." [en línea] 2013. (España) 29,2 pp 1-29. [Consultado: 15 de Abril de 2021.] disponible en: [file:///C:/Users/compu/Downloads/41413-Texto%20del%20art%C3%ADculo-56786-2-10-20130219%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/compu/Downloads/41413-Texto%20del%20art%C3%ADculo-56786-2-10-20130219%20(1).pdf).

REA, Jesica Y HUEBLA, Wendy. Industrialización, Diseño y Elaboración de Artículos Terminados con Fibra de Alpaca. [en línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniera en Industria Pecuarias) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador 2019 pp 33-40. [Consultado: 2021-12-03.] Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/13503/1/27T0423.pdf>. 27T0423.pdf.

SÁNCHEZ LLANOS, Maura Lisseth. Obtención de Tonalidades azules a partir de la experimentación en el tinturado natural de lana de oveja y fibra de alpaca . [En línea] (Trabajo de Titulación) (Escuela de Diseño Textil y Moda) Universidades del Azuay, Azuay, Ecuador 2020. pp. 35-40.[Consultado: 2021-03-24.] Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10015/1/15645.pdf>. 81508.

SEPÚLVEDA, Noemi. *Manual para el Manejo de Camélidos Sudamericanos Domésticos.* [en línea]. Número de edición Primera Fundación para la Innovación Agraria.Santiago de Chile-Chile: INCAS 2011. [Consultado: 23 de Marzo de 2021]. Disponible en: Fundación para la innovación Agraria ISBN N° 978-956-328-089-0, 2011.

TERRAZAS MATA, Eduardo. *Teñidos de Textiles con Tintes Naturales* . [en línea] Número de edición Primera 2012. [Consultado: 15 de Marzo de 2021.] Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/13279429/recetario-de-tintes-naturales-descarga-pdf-materia-pendiente>.

TRILLO, Cecilia. Tintes Naturales. [En línea] Número de edición Primera 2007. [Consultado: 16 de Abril de 2021.] Disponible en : <http://telaresdelsurcba.blogspot.com/2008/09/libro-sobre-tintes-naturales-de-cecilia.html>.

VALLDEPERAS, Jose. Evolución y fundamentos de los ensayos de solidez a la luz. [En línea] Número de edición Primera 2019. [Consultado: 17 de Abril de 2021.] Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13133/EVOLUCI%C3%93N%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20LOS%20ENSAYOS%20DE%20SOLIDEZ%2C%20LUZ%20E_pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VALVERDE UQUILLAS, Anais. Estudio y análisis del fruto seco Tocte (*Juglansneotrópica*) y su aplicación en la pastelería. [En línea] (Trabajon de Titulación) (Licenciatura en gastronomía) Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador 2016 pp 45-47. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14184/1/TESIS%20Gs.%2011%20-%20tesis%20final%20tocte.pdf>.

VELE CAYMAYO, Marithza Angelica. Determinación de Colorantes Naturales Textiles de la Parroquia Tarquí . [en línea] (Trabajo de Titulación) (Escuela de Diseño Textil) Universidad del Azuay, Azuay, Ecuador 2017 pp 34-37. [Consultado: 2021-12-06.] Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7083/1/13029.pdf>.

VILLANUEVA CHAVEZ, Alicia. *Conocimiento sobre la fibra de Alpaca y Teñidos Naturales* . [En línea] Servicios Gráficos JMD, Lima, Perú: 2012. [Consultado: 24 de abril del 2021.] Disponible en: http://www.ecosfron.org/sumamanuela/wp-content/uploads/Manual_tenido.pdf.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2022.03.21
08:36:41 -05'00'

ANEXOS

ANEXO A: Estadística de la refracción sin piedra alumbre de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinte.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Corteza	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	2,50	0,50
Hojas	1,50	3,00	3,00	3,00	2,00	12,50	2,50
Frutos	2,00	1,50	1,00	1,50	1,50	7,50	1,50

Promedio: 1,50

Coefficiente de variación: 30,43

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	SC	CM	P. Fisher	Sign
Total	14	12,50			
Tratamiento	2	10,00	5,0	0,0001	**
Error	12	2,50	0,21		

Prob:>0.05 existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Media	Rango	E.E
Cortezas	0,50	A	0,20
Hojas	2,50	C	0,20
Fruto	1,50	B	0,20

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes($p < 0.05$)

ANEXO B: Estadística de la refracción con piedra alumbre de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinte.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Corteza	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Hojas	2,50	3,50	3,50	3,00	2,50	15,00	3,00
Frutos	2,50	2,50	1,50	1,50	1,00	9,00	1,80

Promedio: 1,93

Coefficiente de variación: 24,99

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	SC	CM	P. Fisher	Sign
Total	14	12,93			
Tratamiento	2	10,13	5,1	0,0001	**
Error	12	2,80	0,23		

Prob:>0.05 existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Media	Rango	E.E
Cortezas	1,00	A	0,22
Hojas	3,00	B	0,22
Fruto	1,80	A	0,22

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes($p < 0.05$)

ANEXO C: Estadística de pH sin piedra alumbre de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinturaste

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						Suma	Promedio
	I	II	III	IV	V			
Corteza	7,21	7,63	7,89	7,48	7,64	37,85	7,57	
Hojas	6,23	6,98	6,98	7,00	7,01	34,20	6,84	
Frutos	6,13	6,24	6,63	6,15	6,64	31,79	6,36	

Promedio:6,92

Coefficiente de variación: 4,12

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	SC	CM	P. Fisher	Sign
Total	14	12,50			
Tratamiento	2	10,00	1,9	0,0001	**
Error	12	2,50	0,08		

Prob:>0.05 existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Media	Rango	E.E
Cortezas	1,00	C	0,13
Hojas	3,00	B	0,13
Fruto	1,80	A	0,13

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes($p < 0.05$)

ANEXO D: Estadística de pH con piedra alumbre de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinturante

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Corteza	3,39	3,50	4,48	3,42	3,52	18,31	3,66
Hojas	4,93	4,36	4,42	4,02	4,25	21,98	4,40
Frutos	3,71	3,77	3,67	3,76	4,00	18,91	3,78

Promedio: 3,95

Coefficiente de variación: 8,54

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	SC	CM	P. Fisher	Sign
Total	14	2,91			
Tratamiento	2	1,55	0,8	0,0105	**
Error	12	1,36	0,11		

Prob: > 0.05 existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Media	Rango	E.E
Cortezas	3,66	A	0,15
Hojas	4,40	B	0,15
Fruto	3,78	A	0,15

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes($p < 0.05$)

ANEXO E: Estadística de resistencia a la tensión de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinturante.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Corteza	15441,60	34902,00	22124,00	12432,00	15282,00	100181,60	20036,32
Hojas	8785,00	8909,50	9545,00	10231,00	9113,00	46583,50	9316,70
Frutos	5877,25	4861,00	7731,25	9067,00	9023,00	36559,50	7311,90

Promedio: 12221,64

Coefficiente de variación: 43,71

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	SC	CM	P. Fisher	Sign
Total	14	810582077,59			
Tratamiento	2	468067233,87	234033616,9	0,0057	**
Error	12	342514843,72	28542903,64		

Prob:>0.05 existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Media	Rango	E.E
Cortezas	20036,32	B	2389,26
Hojas	9316,70	A	2389,26
Fruto	7311,90	A	2389,26

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes(p<0.05)

ANEXO F: Estadística del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinturante.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Corteza	33,00	29,25	34,13	31,00	38,00	165,38	33,08
Hojas	28,88	30,63	30,13	33,38	34,25	157,25	31,45
Frutos	28,38	25,00	31,34	27,00	26,88	138,59	27,72

Promedio: 30,75

Coefficiente de variación: 8,76

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	gl	SC	CM	P. Fisher	Sign
Total	14	162,52			
Tratamiento	2	75,46	37,7	1,20	*
Error	12	87,06	7,25		

Prob:>0.05 existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Media	Rango	E.E
Cortezas	33,08	B	1,20
Hojas	31,45	AB	1,20
Fruto	27,72	A	1,20

Medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes($p < 0.05$)

ANEXO G: Estadística de resistencia a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinturante.

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Corteza	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	25,00	5
Hojas	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	25,00	5
Frutos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	25,00	5

Promedio: 1,00

Coefficiente de variación: 0,00

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. V	Gl	SC	CM	E.E	P. Fisher
Total		14	0,00		
Tratamiento		2	0,00	0,00	0,00
Error		12	0,00	0,00	

Prob:>0.05 no existe diferencia estadística

C. TABLA DE MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

Tratamiento	Promedio	Rango
Cortezas	5,00	A
Hojas	5,00	A
Fruto	5,00	A

Medias con letras iguales en la misma fila no son significativamente diferentes($p < 0.05$)

ANEXO H: Cuadro resumen de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de nogal como tinturante.

Resumen								
Variables	Tratamientos						E.E	Prob.
	T1		T2		T3			
Resistencia	20036,32	B	9316,70	A	7311,90	A	2389,26	0,0057
Elongacion (%)	33,08	B	31,45	AB	27,72	A	1,20	0,0236
Refracción sin alumbre	0,50	A	2,50	C	1,50	B	0,20	0,0001
Refracción con alumbre	1,00	A	3,00	B	1,80	A	0,22	0,0001
pH Sin alumbre	7,57	C	6,84	B	6,36	A	0,13	0,0001
pH con Alumbre	3,66	A	4,40	B	3,78	A	0,15	0,0105
Decoloración	1,00	A	1,00	A	1,00	A	0,00	0,00

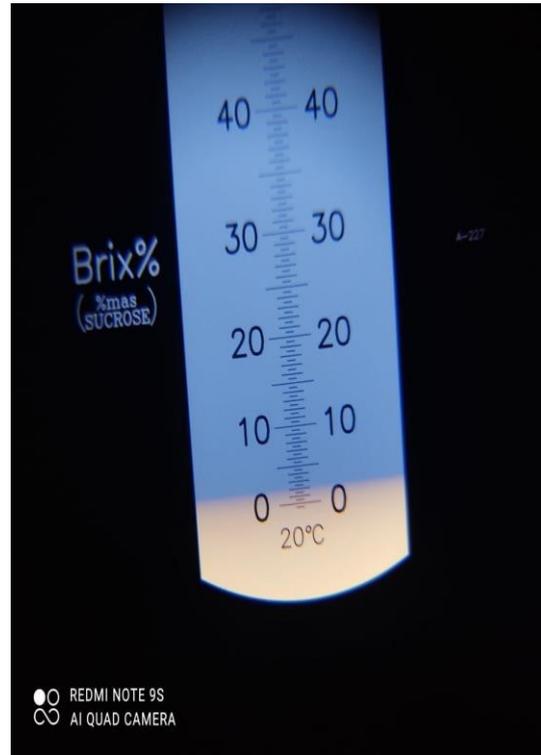
ANEXO I: Evidencias fotográficas del proceso de recolección de nogal para el tinturado.



ANEXO J:Evidencias fotográficas del proceso de tinturado de la fibra de alpaca.



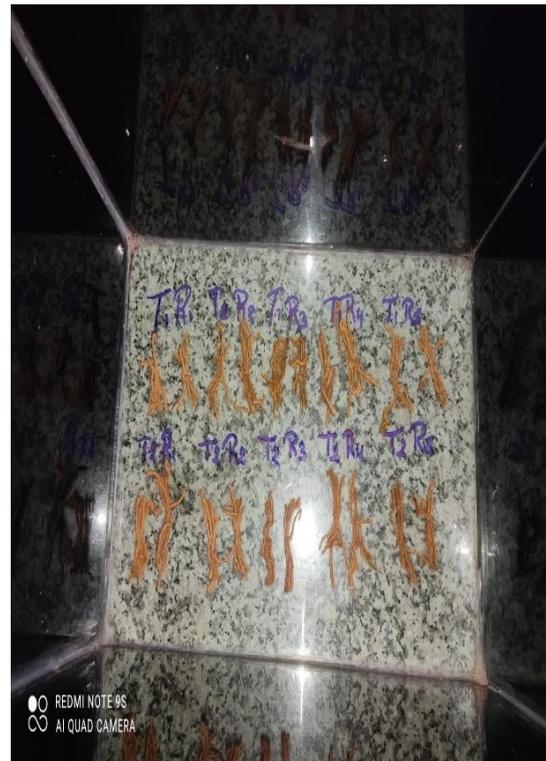
ANEXO K: Evidencias fotográficas de la refractancia de tinturado de la fibra de alpaca.



ANEXO L: Evidencias fotográficas del pH de tinturado de la fibra de alpaca.



ANEXO M: Evidencias fotográficas de la solidez a la luz del tinturado de la fibra de alpaca.



ANEXO N: Evidencias fotográficas de la tensión de tinturado de la fibra de alpaca.



ANEXO O: Evidencias fotográficas de la elongación de tinturado de la fibra de alpaca.

