



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA ZOOTÉCNICA

**“EXTRACTOS VEGETALES EN LA TINTURA ECOLÓGICA DE
LA FIBRA DE ALPACA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: JESSICA PAOLA SHAGÑAY CANDO

DIRECTOR: ING. LUIS HIDALGO ALMEIDA. PhD

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, JESSICA PAOLA SHAGÑAY CANDO

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 de Autor.

Yo, **Jessica Paola Shagñay Cando**, 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 autora 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, 30 de Agosto del 2021.

Jessica Paola Shagñay Cando

CI: 065007780-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA ZOOTECNICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación **“EXTRACTOS VEGETALES EN LA TINTURA ECOLÓGICA DE LA FIBRA DE ALPACA”**, realizado por la señorita: **JESSICA PAOLA SHAGÑAY CANDO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA	FECHA
Dr. Guido Gonzalo Brito Zuñiga PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	30/08/2021
Ing.MSc. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	30/08/2021
Ing. MSc. Maritza Lucia Vaca Cárdenas MIEMBRO DE TRIBUNAL	30/08/2021

DEDICATORIA

A mis padres Carlos Shagñay y Margarita Cando, por su sacrificio, trabajo, amor a lo largo de estos años, por ser el pilar fundamental en mi formación profesional, brindándome siempre su apoyo incondicional, confianza en todo momento. A mis abuelos, tíos, primos, hermano y amigos/as quienes también han sido una guía durante mis estudios quienes me han brindado su apoyo, y me han sabido impulsar a través de sus palabras siendo mis grandes fortalezas.

Jessica

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser un guía muy importante por brindarme salud y vida, a mi familia quienes han sido mi motor y motivo y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuaria, Carrera de Ingeniería Zootécnica, por abrirme sus puertas para estudiar en tan noble institución, a mis docentes por haberme compartido sus conocimientos, por la amistad y los consejos brindados.

Al director de este proyecto de investigación Ing. Luis Hidalgo Almeida PhD. quien me ha guiado y apoyado con sus conocimientos, a mi asesora Ing. Maritza Vaca Msc. por su gran apoyo y su gran aporte a través de su experiencia y gran dominio del tema.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos/as, por apoyarme, por sus consejos impartidos y por estar presentes cuando los necesité y brindarme su cariño incondicionalmente. Los llevo en mi corazón.

Jessica

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE GRAFICOS.....	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCION.....	1

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades de las alpacas.....	3
1.2. La fibra de alpaca.....	4
1.2.1. ¿Qué ventajas ofrece ante otras fibras?.....	5
1.2.3. Composición química de la fibra de alpaca.....	6
1.2.4. Estructura cuticular de la fibra histológicamente.....	7
1.3. Características de la fibra de alpaca.....	9
1.3.1. Peso de vellón sucio (PVS) y diámetro medio de fibra (MDF).....	9
1.3.2. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CV MDF).....	9
1.3.3. Factor de confort (FC) y factor de picazón (FP).....	10
1.3.4. Índice de curvatura.....	10
1.3.5. Finura al hilado.....	11
1.4. Características físicas de la fibra de alpaca.....	11
1.4.1. Punto de rotura.....	11
1.4.2. Efecto Aislante.....	11
1.5. Características tecnológicas de la fibra.....	12
1.6. Tintura de la fibra de alpaca.....	13
1.6.1. Primera fase o Disolución y dispersión del colorante.....	13
1.6.2. Segunda fase o Adsorción.....	14
1.6.3. Tercera fase o Difusión.....	15
1.6.4. Cuarta fase o Migración.....	16
1.7. Colorantes vegetales.....	16
1.7.1. Antocianinas.....	17
1.8. Tintura.....	18
1.8.1. Fisicoquímica del Teñido.....	19

1.8.2.	<i>Interacciones de Van der Waals</i>	19
1.9.	Extracto de amaranto.....	20
1.10.	Extracto de nogal.....	21
1.11.	Extracto de remolacha	22

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLOGICO	24
2.1.	Búsqueda de información bibliográfica.....	24
2.2.	Criterios de selección.....	24
2.3.	Métodos para sistematización de la información.....	25

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
3.1.	Los extractos vegetales utilizados en la tintura ecológica de la fibra de alpaca... 26	
3.2.	Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	27
3.2.1.	<i>Resistencia tensilar (mm)</i>	27
3.2.2.	<i>Porcentaje de elongación</i>	29
3.2.3.	<i>Solidez a la luz</i>	31
3.3.	Evaluación de las características sensoriales de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	33
3.3.1.	<i>Intensidad de color</i>	33
3.3.2.	<i>Poder de cobertura</i>	34
	CONCLUSIONES.....	38
	RECOMENDACIONES.....	39

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Descripción de la alpaca	4
Tabla 2-1:	Clasificación por micronaje de la fibra de alpaca	6
Tabla 1-3:	Diferentes extractos vegetales utilizados en la presente investigación	26
Tabla 2-3:	Evaluación de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	27
Tabla 3-3:	Evaluación del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	29
Tabla 4-3:	Evaluación de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	31
Tabla 5-3:	Evaluación de la intensidad de color de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	33
Tabla 6-3:	Evaluación del poder de cobertura de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica.....	35
Tabla 7-3:	Evaluación económica de la tintura ecológica de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Estructura de la glucosa	17
Figura 2-1: El nogal y sus usos en la tintura de la fibra de alpaca.....	22
Figura 3-1: Tinturado de la fibra de alpaca con remolacha	23

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-3:	Evaluación de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica	28
Gráfico 2-3:	Evaluación porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica	30
Gráfico 3-3:	Evaluación de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica	32
Gráfico 4-3:	Evaluación de la intensidad de color de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica	34

INDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Resistencia tensilar de la fibra coloreada con diferentes niveles de amaranto, (Cardenas, 2010,)
- Anexo B:** Estadísticas de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes tipos de detergentes en el lavado manual. (Nuñez, 2019,).

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de revisión bibliográfica fue estudiar los extractos vegetales utilizados en la tintura ecológica de la fibra de alpaca, efectuando una recopilación de información bibliográfica disponible en Dspace Epoch, Scopus, Redalyc.org, E- libro, Google académico, para los siguientes tratamientos como el Amaranto, Remolacha y Nogal. Al analizar la resistencia tensilar se registraron los mejores resultados con amaranto 4,40 mm, mientras tanto que el porcentaje de elongación 51,79% y solidez a la luz de 4,47 puntos. Por otra parte, para la remolacha se obtuvieron los siguientes datos como resistencia tensilar 4,31 mm, porcentaje de elongación 47,20%. Además, para el Nogal se obtuvieron los siguientes datos como resistencia tensilar 3,49 mm y porcentaje de elongación 76,77%. En cuanto a los resultados de la ponderación sensorial de la fibra de alpaca, el amaranto presentó una intensidad a la luz de 4,80 puntos. Y finalmente, en cuanto al poder de cobertura el amaranto obtuvo 4,63 puntos y la remolacha registró 4,50 puntos destacándose de esta manera el amaranto como uno de los mejores tintes ya que es el único extracto vegetal del cual se pudo evidenciar resultados muy satisfactorios en la investigación. En el análisis económico se determinó la mayor rentabilidad al tinturar con amaranto, ya que la relación beneficio/costo fue de 1.40, es decir que por cada dólar invertido se espera obtener una utilidad del 40%, por lo que se concluye que al realizar el proceso de tinturado con amaranto se obtiene un producto de bajo costo comercial y permite producir fibra de buena calidad, además que presenta un color definido y brillante con características aceptadas en los mercados nacionales e internacionales, además se destaca como uno de los mejores tintes ecológicos que ayuda a la disminución de la contaminación ambiental generada por las tinturas químicas.

Palabras Clave: <COLORANTES DE ORIGEN VEGETAL>, <TINTURA ECOLÓGICA>, < FIBRA DE ALPACA>, <RESISTENCIA TENSILAR>, <PORCENTAJE DE ELONGACIÓN >, < SOLIDEZ A LA LUZ >, < INTENSIDAD DE COLOR >.



Firmado electrónicamente por:
ELIZABETH
FERNANDA AREVALO
MEDINA



1046-DBRAI-UPT-2021

ABSTRACT

The objective of this bibliographic review was to study extracts of the plants used in the ecological tincture of alpaca fiber by making a compilation of bibliographic information available in Dspace Espoch, Scopus, Redalyc.org, E-book and Google Scholar regarding the treatments such as Amaranth, Beetroot and Walnut. When analyzing the tensile strength, the best results were recorded with amaranth 4.40 mm; the percentage of elongation was 51.79% and light fastness 4.47. Beet, on the other hand, resulted in tensile strength 4.31 mm and elongation 47.20%. Finally, Walnut accounted for the following data: tensile strength 3.49 mm and elongation 76.77%. Regarding the sensory weighting of the alpaca fiber, amaranth presented an intensity in light of 4.80 points and in terms of coverage power, amaranth obtained 4.63 points and beet registered 4.50 points. In this way it is highlighted that amaranth is one of the best dyes since it is the vegetable which extract evidenced the best results in the investigation. In the economic analysis, the highest profitability was determined when dyeing with amaranth, since the benefit /cost ratio was 1.40, that is to say that for every dollar invested it is expected to obtain a profit of 40%, so it is concluded that when performing the dyeing process with amaranth, a product of low commercial cost is obtained and allows to produce good quality fiber, in addition to presenting a defined and bright color with characteristics accepted in national and international markets. It also stands out as one of the best ecological dyes which helps reduce environmental pollution generated by chemical dyes.

Keywords: <VEGETABLE ORIGIN COLORANTS>, <ECOLOGICAL DYE>, <ALPACA FIBER>, <TENSILE RESISTANCE>, <ELONGATION PERCENTAGE>, <LIGHT FASTNESS>, <COLOR INTENSITY>.

GLORIA ISABEL
ESCUADERO
OROZCO

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL
ESCUADERO OROZCO
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO
OROZCO c=EC o=SECURITY DATA S.A. 1
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2021-05-20 18:59+19:00

INTRODUCCION

El mundo de las tinturas en la industria textil y el efecto que ellas tienen sobre el medio ambiente y las personas que trabajan manejándolas a diario se convierte en una problemática global en términos tanto ecológicos como laborales. El principal problema ambiental del sector textil radica en las aguas residuales que genera y en la carga química que las mismas contienen. El impacto ambiental de sus efluentes líquidos es muy variado, por la gran variedad de materias primas, reactivos y de métodos de producción, (Bohorques, 2012, pág. 35).

En los efluentes se pueden encontrar sales, peróxidos, tensoactivos, enzimas, colorantes, metales y otros compuestos orgánicos de variada estructura, que provienen de las distintas etapas del proceso global. Los tintes se están desarrollando como una categoría peligrosa de toxinas para el ecosistema, estos tintes están preparados para resistir la luz, las altas temperaturas, el lavado, los detergentes y otros procesos a los que los humanos los sometemos en las fases de acabado y uso. (Jaque, 2015, pág. 17). Por ello, químicos que se quedan en el agua y el producto en el proceso de teñido, tornan en un peligro para los trabajadores, sometidos largas horas en contacto con los productos tóxicos, el consumidor de productos textiles, ya que estos tóxicos son resistentes a los baños, el agua, que se convierte en una sustancia altamente contaminada y muy peligrosa si se usa como agua para beber o como agua de riego para los cultivos. (Jaque, 2015, pág. 18)

Es importante encontrar alternativas que ayuden a disminuir dicha contaminación, y que al mismo tiempo nos permitan ser eficientes al momento de realizar el proceso de teñido, como es, la utilización de extractos vegetales como nogal, amaranto y remolacha las mismas que nos ayudan a reducir la contaminación y obtener al final un excelente teñido para vestimenta de buena calidad, La alpaca es el único animal del cual se puede obtener la fibra de hasta 25 tonalidades y ocho colores definidos. Esto suele ser apetecido por la industria nacional y extranjera. En Chimborazo, existen asociaciones y comunidades que participan de la esquilada y procesamiento de la fibra de alpaca, que debe quedar lista para ser tejida por las mujeres jóvenes, que elaboran prendas muy diversas desde bufandas a suéteres muy llamativos y que son visitadas por personas no solo nacionales sino y también extranjeras (Carmineli, 2014, pág. 36).

La tintura es un proceso altamente contaminante especialmente cuando se trabaja con tintes químicos, la industria textil es considerada como la segunda más contaminante del planeta, puesto que es la responsable del 20 % de los tóxicos que se vierten en el agua, que al ser eliminados a las alcantarillas provocan problemas que afectan directamente a la fauna y flora que entra en contacto con ese tipo de residuos industriales, y que decir de

la salud humana que frecuentemente se ve quebrantada expresándose en alergias y muchas veces llega al grado de intoxicación cuando supera los límites permisibles expuesto en los tratados del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, (TULSMA, 2020, pág. 2)

Además es conveniente entender que en la actualidad el boom es la obtención de productos más amigables con el ambiente inclusive se busca que se los pueda ecoetiquetar con la insignia "sello verde" que significa que en su producción se han utilizado materias que son biodegradables, como son la sustitución de los tintes químicos que tienen como base ftalatos, los parabenes, los perfumes y otras sustancias químicas, que inclusive pueden llegar a producir cáncer, por productos orgánicos como son el amaranto, el nogal o la remolacha, (Bohorques, 2012, pág. 25) .

De los productos orgánicos mencionados se puede obtener extractos de colores muy vistosos que penetraran en lo más íntimo de la fibra de alpaca, la principal ventaja radica en la facilidad de conseguir estos productos especialmente en la serranía de nuestro país que es la región donde se ha llegado a adaptar esta especie, al punto de que se han creado asociaciones que se dedican a explotar esta especie y aprovechar todos sus subproductos como son la carne, la fibra de alpaca, y el cuero, para conseguir el progreso no solo personal sino también del grupo al que pertenecen (Bohorques, 2012, pág. 25).

Por lo tanto la tecnología que se aplicó en el presente trabajo experimental se cumplió con el principio ambiental de las tres R, que quiere decir reutilizar, reciclar y reducir , para que los productos que se confeccionen no provoquen malestares a sus consumidores puesto que muchas veces se confeccionan prendas que entran en contacto directo con la piel y como se sabe los tintes químicos muchas veces permanecen en el hilo en una proporción elevada por lo tanto se combina con el sudor y sus efectos como se ha dicho puede ser inclusive cancerígeno (Newman, 2011, pág. 26).

Por lo tanto los objetivos de la presente investigación fueron: Estudiar los extractos vegetales utilizados en la tintura ecológica de la fibra de alpaca, Conocer y comparar los resultados de las resistencias físicas de la fibra de alpaca teñida con tres tintes vegetales, Comparar los resultados de la ponderación sensorial de la fibra de alpaca teñida con diferentes tintes vegetales para determinar el grado de aceptación en el mercado nacional e internacional, Validar los beneficios económicos a través del estudio de varias investigaciones y conocer su rentabilidad utilizando el indicador beneficio /costo.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades de las alpacas

La familia de los camélidos pertenece al suborden de los rumiantes del orden de los artiodáctilos (artiodactyla) de la clase de los mamíferos (mammalia). La alpaca proviene de la domesticación de la vicuña y habita en la zona alto andina por encima de los 3,800 msnm., considerando la calidad de su fibra vale cinco veces más que la lana de ovino, muchísimas posibilidades económicas; una de ellas, el mundo de la moda (Aurelio, 2011, pág. 12). Presenta un número variado de colores, pasando del blanco al café, hasta el negro; también el color ruano y el gris. (Germaná, 2016, pág. 12).

La carne fresca de alpaca es materia prima de alta calidad para la elaboración de gran variedad de embutidos y conservas, además, se pueden preparar gran variedad de platos. Dicha carne es reconocida como uno de los alimentos más nutritivos, pues posee 22% de proteínas, 56 miligramos de colesterol por cada 100 gramos de carne y un contenido graso de 3% por lo que es considerada un producto light. La alpaca inicia su reproducción entre los 2 y 3 años de edad, tiene una gestación que dura 11.5 meses y produce una cría al año, (Germaná, 2016, pág. 12).

La alpaca es un animal de fina estampa, armoniosa en su caminar, de cuerpo esbelto cubierto de fibra que en su conjunto se denomina vellón. Presenta almohadillas plantares, característica que le otorga la condición de animal ecológico al no dañar el pasto, ni provocar erosión. La alpaca como especie doméstica es criada en rebaños; su producción principal es la fibra. Las características más relevantes son: (Guzman, 2019, pág. 21).

- Mandíbula superior con 1 incisivo, 1 canino y 6 molares a cada lado; la inferior con 3 incisivos, 1 canino y 5 molares a cada lado.
- El estómago presenta tres compartimentos: rumen, retículo, cuajar. Al digerir no exterminan el forraje como las cabras, ya que no arrancan de raíz los pastos, sino que los cortan, tampoco los destrozan con el pisoteo gracias a la almohadilla de sus pezuñas.

- Por el vellón que poseen son insensibles a los rayos X y a los rayos cósmicos. No en vano, este vellón, ideal para los ponchos, ha sido utilizado para la fabricación de trajes espaciales. A continuación, se detalla las características de las alpacas más relevantes en la tabla 1-1

Tabla 1-1: Descripción de la alpaca

Nombre científico.	<i>Vicugna pacos</i>
Hábitat	Territorios húmedos y bofedales desde Ecuador hasta Argentina y Chile por encima de los 3800 msnm. Introducida en los noventa en Nueva Zelanda, Australia y otros países.
Tamaño promedio	0.9 de alto y 1.4 de ancho (punta de la nariz a nacimiento de la cola)
Peso promedio	80 kilos. Crías de 8 kilos.
Tiempo de gestación	11 meses y medio.
Momento del destete	Después de siete meses.
Color	Hasta 22 tonos naturales.
Fibra	Cotizada y fina. Vellón de 10 y 60 cm de largo y de 18 a 33 micras de diámetro.
Razas	HUACAYA Y SURI.
Carne	Baja en colesterol y alta en proteínas.

Fuente: (Rossi, 2008, pág. 32)

1.2. La fibra de alpaca

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, (Gutierrez, 2014, pág. 34). La finura de la fibra está directamente relacionada con la media del diámetro de fibra (MDF). La clasificación de los vellones se basa principalmente en esta característica, ya que permite una mejor valoración al momento de la comercialización; es decir, vellones de mejor calidad tienen mejores precios, (Aurelio, 2011, pág. 19)

Existen, además, otras características complementarias que determinan la calidad de la fibra, entre ellas se tiene el coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF), que es una medida de amplitud relativa del diámetro de la fibra alrededor de la media dentro de un vellón, de manera que un vellón con CVDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales que lo componen, produciendo un hilo más resistente, (Huanca, 2012, pág. 32). Otra característica es el índice de confort (IC) o factor de comodidad, entendiéndose que a mayor confort se tiene fibras de menor diámetro (Quispe et al., 2013). El índice de curvatura (ICur) de la fibra es una característica textil adicional que se utiliza para describir la propiedad espacial de una masa de fibras, (Chambilla, 2013, pág. 54).

La finura al hilado (FiHi) es un estimador del rendimiento de la muestra cuando es hilado y convertido en hilo. En este contexto, las correlaciones entre estas variables permiten conocer la manera como están relacionadas entre ellas, (Aurelio, 2011, pág. 31). Las fibras de alpaca junto a sus productos son consideradas de los más lujosos del mercado textil. Su pelo debido a su finura y dureza le da unos atributos únicos como su capacidad térmica, su suavidad y resistencia haciéndola más exclusiva que otras fibras. Debido a sus muchas cualidades se ha convertido en la favorita de vendedores, diseñadores y clientes, (Carmineli, 2014, pág. 1)

1.2.1. ¿Qué ventajas ofrece ante otras fibras?

Las ventajas que ofrece la fibra de alpaca en relación con otras fibras se describen a continuación, (Rossi, 2008, pág. 41)

- La fibra de alpaca es tres veces más fuerte que el de la oveja y siete veces más caliente.
- La fibra de alpaca tiene excelentes cualidades aislantes y térmicas por tener bolsas de aire microscópicas en el interior eso también la hace más liviana pero aún muy caliente.
- La fibra de alpaca es muy fina, puede llegar a los 19 micrones de finura. Tiene un brillo sedoso que se mantienen pese a la producción, teñido o lavado. La fibra de alpaca no contiene grasa, aceite o lanolina.
- La fibra de alpaca tiene excelentes cualidades aislantes y térmicas por tener bolsas de aire microscópicas en el interior eso también la hace más liviana pero aún muy caliente.
- La fibra de alpaca no retiene el agua y puede resistir a la radiación solar

- 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. Como curiosidad las momias peruanas de más de 2500 años aún lucían sus prendas de alpaca cuando las encontraron en la actualidad.
- La fibra de alpaca es hipo alergénica por su gran finura, tiene más de 22 colores naturales (café y grises). Nosotros nos hemos especializado en la gama de marrones.
- La fibra de alpaca no sólo se hila se la puede a fieltro obteniendo hermosos paños y fieltro manual de alpaca.
- La fibra de alpaca es tres veces más fuerte que el de la oveja y siete veces más caliente.
- La fibra de alpaca se mide en micrones y cuanto mayor el micronaje más suave (Mellisho, 2019, pág. 27) como se muestra en la tabla 2-1

Tabla 2-1: Clasificación por micronaje de la fibra de alpaca

CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	MICRONAJE
Baby	BI	17 a 23
Superfina	FS	23,1 a 26,5
Superfina media	FSM	26,5 a 29
Huariza	HZ	29,1 a 31,5
Gruesa	AG	más de 31,5

Fuente: (Mellisho, 2019, pág. 29)

1.2.3. Composición química de la fibra de alpaca

La fibra animal es una estructura organizada formada principalmente de una proteína llamada queratina que crece desde su parte más interna (la raíz), ubicado en la dermis. Así mismo, señalan que todas las fibras de animales contienen cinco elementos químicos: carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, y azufre; los cuatro primeros son los aminoácidos, mientras que el azufre forma parte de la cistina y metionina, (Newman, 2011, pág. 37). La queratina de la fibra es un polímero natural que presenta una composición química elemental: 50% de carbono, 16% de nitrógeno, 3.7% de azufre, 7% de hidrógeno y 23.3% de oxígeno; la fibra de alpaca se diferencia por tener un mayor contenido de azufre de 4.19%. (Aurelio, 2011, pág. 65)

Otras características resaltantes es al momento o punto de ebullición donde la fibra no se forma en una cola a diferencia que en los álcalis fuertes particularmente son susceptibles al daño, por ejemplo; en soluciones de hidróxido de sodio al 5% a temperatura ambiente se hinchan y acaban por disolverla sucediendo lo mismo con los ácidos minerales concentrados (sulfúrico y nítrico) causan desdoblamiento y descomposición de la fibra, (Aurelio, 2011, pág. 65). Sin embargo en ácidos diluidos son usados durante el proceso industrial para carbonizar la materia vegetal adheridas aunque también la hacen aumentar de tamaño, en cambio la mayoría de solventes orgánicos no causan daños y son usados necesariamente para quitar la mancha de los tejidos de la fibra alpaca, (Germaná, 2016, pág. 12)

1.2.4. Estructura cuticular de la fibra histológicamente

La piel protege al cuerpo de los agentes térmicos, mecánicos, químicos y microbiológicos, mediante su epidermis cornificada, donde se encuentran varios tipos de fibra, pelos y glándulas de secreción externa, la fibra está constituida por dos capas netamente distintas, una externa llamada capa cuticular y otra interna o capa cortical, pudiendo haber una tercera denominada médula. (Gutierrez, 2014, pág. 65). La corteza es una capa muy variable en la fibra de alpaca y aumenta su proporción relativa a medida que el diámetro disminuye. Así, hay fibras que sólo presentan cutícula y corteza. En éstas, las células corticales forman más del 90% de la masa de la fibra, similar al caso de las fibras de lanas finas en ovinos. En el otro extremo, existen fibras gruesas en la cuales se distinguen claramente la cutícula, la corteza y la médula, (Ormachea, 2015, pág. 51)

En éstas la corteza puede comprender menos del 50% de toda la masa de la fibra. Entre los dos extremos hay una gama de casos intermedios. En la corteza de la fibra de ovinos se distinguen dos secciones reconocidas por sus propiedades físicas y químicas. Las células de estas secciones se denominan células orto y para, que a la tinción con azul de metileno son fuerte y débilmente teñidas, respectivamente, (Espinoza, 2011, pág. 21). En la fibra de la raza Huacaya, como en el caso de la lana de ovino, la corteza muestra una diferenciación más clara de las secciones orto y para a medida que la fibra es más, así, las fibras de gran finura y de alto grado de rizamiento muestran una mayor diferenciación. (Chambilla, 2013, pág. 6).

En las fibras con médula, la estructura orto y para permanecer similar a la de aquellas fibras no meduladas, En un programa de selección por fibra, la estructura folicular de la piel representa uno de los factores de importancia, como es el caso del plan de selección, (Chambilla, 2013, pág. 6). En la fibra de finura media (25 a 35 μm) las células orto para se distribuyen en forma variable y con una demarcación menos nítida. Las células orto siempre se ubican a un lado de la sección transversal, generalmente en forma perpendicular o ligeramente opuesta al diámetro mayor; y en

las fibras gruesas (40 μm o más) raramente se observan porciones claramente teñidas (orto), y cuando se notan son como manchas en las regiones más externas de la fibra; no se observa la distribución radial de las células de tipo corto, (Guzman, 2019, pág. 1)

Las fibras Suri, probablemente por ser rectas, lacias y de superficie suave, tienen menor afinidad hacia los tintes, lo cual dificulta el estudio de la diferenciación de las células corticales orto para aún en las fibras finas. En las fibras medias y gruesas de la alpaca Suri es muy difícil distinguir células corticales de tipo orto. La cutícula viene a ser la capa externa de la fibra, y está compuesta de células chatas o planas de forma poligonal superpuestas unas a otras, a manera de escamas de un pescado, unidas muy fuertemente por una membrana finísima que le permite cumplir el papel de encerrar y proteger a las células de la capa cortical que constituye el cuerpo de la fibra y a la médula, (Tapia, 2013, pág. 43)

Las diferencias que existen entre las fibras de alpaca Suri y de Huacaya presentan escamas con bordes más sobresalientes que las fibras de alpaca suri la fibra de la raza Suri presentan una superficie más suave en la capa externa de la cutícula, mientras que la fibra de la raza Huacaya presenta una superficie áspera. Las diferencias en sus propiedades de fricción se deben a las características cuticulares y al modelo de escamas de la fibra, (Chambilla, 2013, pág. 21). A medida que el diámetro disminuye la escama se torna semicoronal o coronal; por el contrario, a medida que la fibra se engruesa las escamas son más pequeñas y sus márgenes se vuelven más irregulares y próximos. Por otro lado, la principal diferencia entre los modelos de escama de fibra de alpaca y la lana de ovino es el tamaño y la forma de las escamas (Ormachea, 2015, pág. 1)

Usualmente, en las alpacas éstas son menores e irregulares y muestran menor protuberancia en los márgenes superiores, aunque en las fibras finas, especialmente de la raza Huacaya, tienen bordes semejantes a los de la lana de ovino, (Ormachea, 2015, pág. 1). En caso de que sea una sola célula la que envuelve la fibra, el brillo es poco; en cambio cuando son muchas, como ocurre en las fibras gruesas, la mayor cantidad de bordes libres de las células, le otorgan mayor brillo. La cutícula es propia de toda fibra animal, y que no la poseen las fibras vegetales. La superposición unidireccional de las escamas apuntando siempre hacia arriba y su ordenamiento son las responsables del poder de arielamiento que poseen todas las fibras animales y que consiste en que las fibras se traban unas con otras por intermedio del células cuticulares, formando de esta manera un hilo resistente y elástico, (Espinoza, 2011, pág. 32)

Así mismo, podemos mencionar que dentro de estas células corticales, de regiones medulares y debajo de las cutículas, se distribuyen los gránulos de pigmentos en alpacas de color, en el marrón y marrón oscuro, sentados en los bolsillos como envases de huevos y pueden ser vistos tanto desde

cortes longitudinal y transversal. Estos gránulos de color en las fibras de alpaca aflojan el conjunto de células corticales, formando así muchas cuevas en las fibras que pueden contribuir a la superior flexibilidad, suavidad y calidez que son factores importantes en la decisión de consumidor que compren prendas tejidos de la fibra de alpaca, (Huanca, 2012, pág. 21)

Se proponen la siguiente clasificación de la cutícula de la fibra: Coronaria o coronal, cada escama da una vuelta completa alrededor de la fibra. La punta de una escama sobrepone la base de la inmediata superior. Esta forma solo se encuentra en las fibras muy finas. Imbrincada, las escamas no completan una vuelta alrededor de la fibra, pero siguen más o menos la misma disposición de sobre posición que la anterior. (Quispe, 2010, pág. 21). Es característica de fibras medias y gruesas, cada borde contiene más de una escama. Reticular, las escamas son chatas y no se superponen, ellas son parte integrantes de la fibra y no tienen bordes libres. Esta forma se encuentra predominantemente en los pelos de fibra de alpaca. Las escamas también se pueden clasificar de acuerdo a la forma de sus bordes en: Coronaria: Simple, aserrada y dentada. Imbricando: Ovalada, aserrada, elongadas, (Mellisho, 2019, pág. 1)

1.3. Características de la fibra de alpaca

El pelo de la Alpaca es un recurso valioso porque combina muchos atributos comerciales en una sola fibra, a diferencia de otras, no se ha encontrado en ésta alguna característica negativa. La fibra de Alpaca es inusualmente fuerte y resistente, su fuerza no disminuye con la finura, haciéndola por lo tanto ideal para el proceso industrial. El pelo de Alpaca es tres veces más fuerte que el de la oveja, y siete veces más caliente, las características son: (Quispe, 2010, pág. 26)

1.3.1. Peso de vellón sucio (PVS) y diámetro medio de fibra (MDF)

En el comercio de la fibra, el precio está en función de su cantidad y también de su calidad. Vellones más pesados y de fibras finas valen más que vellones menos pesados y de fibras gruesas, estimándose un coste de producción entre 3,0 y 5,0 dólares americanos, bajo condiciones de cría extensiva. De este modo, el peso del vellón constituye una variable importante que es necesario tener en cuenta en programas de mejora genética de alpacas, así como de ovinos, cabras y llamas (Quispe, 2010, pág. 26)

1.3.2. Coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CV MDF)

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación

estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto su magnitud está expresada en porcentaje. Un vellón con CVMDF más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (Quispe, 2010, pág. 27)

1.3.3. Factor de confort (FC) y factor de picazón (FP)

El factor de confort (FC) se define como el porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón que siente el consumidor en la piel. Contrariamente, el porcentaje de fibras mayores a 30 micrones se conoce como el factor de picazón (FP). Por tanto, la industria textil de prendas prefiere vellones con un FC igual o mayor a 95% con un FP igual o menor a 5%. Estos dos parámetros valoran los intercambios de sensaciones entre el cuerpo humano y la prenda de fibra ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas, (Cortez, 2017, pág. 15).

1.3.4. Índice de curvatura

El índice de curvatura (IC) de la fibra es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad espacial de una masa de fibras de alpaca. Esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir. Los fabricantes de fibras sintéticas introducen rizos a sus fibras y filamentos a fin de mejorar la densidad de sus productos textiles, (Obando, 2013, pág. 16). El rizo de la fibra, medido objetivamente mediante el IC, es una característica deseable respecto al tacto, aunque a veces también puede crear dificultades en referencia al procesamiento. El rizo en una mecha de fibra de alpaca puede ser expresado en función a la “definición del rizo”, descrita como el grado de alineamiento del rizo, de modo que fibra de alpacas donde el rizo de la fibra no se encuentra bien alineado tienen definiciones pobres, y a la “frecuencia del rizo” definido como el número de longitudes de ondas curvadas por centímetro (Cortez, 2017, pág. 15).

Ambas características, junto con el color de la grasa, la longitud de mecha, la suciedad y el desgaste representan el “estilo de la fibra de alpaca”, el cual es muy importante para determinar el rendimiento al procesamiento, prácticas de comercialización y calidad de los productos de fibra de alpaca final. La curvatura de las fibras puede ser en tres dimensiones, debido a que las fibras se encuentran flexionadas y torcidas a lo largo de su longitud. Sin embargo, debido a que la mayor parte de la curvatura ocurre en un plano y teniendo la flexión la mayor contribución, la forma de la fibra puede ser representada en una forma de onda bidimensional, (Obando, 2013, pág. 16).

1.3.5. Finura al hilado

La finura al hilado (FH) expresada en μm (spinning fineness), provee una estimación del rendimiento de la muestra cuando es hilada y convertida en hilo. Su estimación proviene de la combinación de la media del diámetro de fibra (MDF) y el coeficiente de variación (CVMDF). La ecuación se normaliza bajo un coeficiente de variación del 24% en la cual la finura al hilado es lo mismo que la media del diámetro de fibra previa al procesamiento, (Gutierrez, 2014, pág. 12).

1.4. Características físicas de la fibra de alpaca

Debido a que la calidad de la fibra es una función compleja, muchas son las características que están involucradas en ella, siendo las principales: (Bohorques, 2012, pág. 46)

1.4.1. Punto de rotura

El punto de rotura es la información que se desprende de la determinación de la resistencia a la tracción, e indica el porcentaje de mechas que se rompen en la punta, mitad y base de la mecha. Está muy relacionado con la longitud media de las fibras que conforman el top (hauteur). La rotura de fibras está relacionada con los lugares de menor diámetro en el perfil de la fibra, producidos por factores nutricionales, ambientales, sanitarios, de manejo, entre otros, (Agila, 2013, pág. 23). Desde el punto de vista del industrial transformador la peor situación se da cuando la mayoría de las mechas se rompen por la mitad, porque reduce el valor del hauteur, especialmente cuando la resistencia a la tracción es baja, por lo tanto será necesario cuidar cada uno de los procesos de industrialización de la fibra de alpaca para evita el debilitamiento de cada uno de los componentes de la fibra (Bohorques, 2012, pág. 46).

1.4.2. Efecto Aislante

Algunas fibras de alpaca aparte de la cutícula y corteza, tienen una médula en la parte media que se extiende a lo largo de la fibra, y tiene un efecto aislante, de modo que las prendas que son confeccionadas con dichas fibras mantienen calor en quienes los usan. Sin embargo para fines del procesamiento la presencia de la médula supone un problema importante, especialmente en el teñido porque causa una mayor refracción de la luz que hace aparecer las fibras teñidas más claras (Bohorques, 2012, pág. 46)

1.5. Características tecnológicas de la fibra

Los parámetros más importantes para la definición del valor de pelos finos de animales, y en particular las fibras de camélidos, son la longitud, la finura y el color. Las características de la fibra de Alpaca están determinadas principalmente por: (Aurelio, 2011, pág. 21)

- La finura de la fibra de alpaca se encuentra entre las 18 y 40 micras, dependiendo a qué parte del vellón corresponde y a la edad del animal. Longitud La longitud de fibra, varía en relación al tipo o variedad. Se reporta que la longitud de fibra proveniente de la variedad huacayo, es cerca de dos pulgadas más corta que aquella de la variedad Suri, cuya longitud se estima entre 6 a 8 pulgada
- La longitud de fibra y su variabilidad está en relación al período de crecimiento de la misma, así al considerar la fibra de alpaca de dos años de crecimiento, como originalmente se esquilan, la longitud y la variación son mayores que aquellas de un año de crecimiento. La excesiva longitud, demanda un fraccionamiento del material, imprimiéndole una mayor variabilidad a la fibra, con la consiguiente pérdida de material. Los promedios tanto de longitud de mecha, como de fibra, son valores que ubican a la materia textil como adecuada para el sistema de peinado, más si se tiene en cuenta que el límite inferior de longitud de fibra para este proceso es de 3 pulgadas.
- **Resistencia:** Es el grado de soporte a la tensión. La fibra de alpaca es casi tres veces más resistente que la lana.
- **Suavidad:** Está dada por el tipo de fibras que la componen; pueden ser finas o gruesas. La sensación de suavidad está dada por varios factores, entre ellos las escamas de la fibra, finura, humedad y carácter mismo de la fibra. La fibra de la raza Suri presenta una descamación no perceptible dándole un aspecto liso, brillante y confiriéndose una suavidad menor que la huacaya.
- **Resilencia:** Es una característica textil que se manifiesta en la facilidad como la fibra se deforma y recobra su posición normal. La fibra de alpaca comparada con la lana, tiene lento poder fieltrante
- **Higroscopicidad:** Es la capacidad de las fibras textiles de absorber el agua de la atmósfera, alterando sus características de volumen y peso. Esta característica es importante en la comercialización de la fibra de alpaca, pues esta absorbe humedad en relación a la variación de la humedad relativa

- **Grasa:** El vellón de la alpaca tiene un contenido de grasa del 2% al 5% que es baja, comparado con la lana que es de 15% a 20%. **Propiedades Térmicas** El vellón que cubre a la alpaca, permite que estos animales puedan soportar las variadas temperaturas de la zona alto Andina; así como las fuertes lluvias del verano debido a sus especiales características como la presencia de una medula que contienen bolsas de aire que determinan un gran poder termostático e impermeabilidad. Este poder termostático permite que la fibra actúe como un aislante térmico manteniendo la temperatura corporal en sus niveles normales. Todas estas características de la fibra de alpaca, le confieren al vellón una alta
- **Diámetro y Longitud Ondulación o Rizos y Curvatura de las fibras:** Al realizar una apreciación visual de las mechas de fibra, las ondulaciones o el aspecto ondulado es evidente tradicionalmente, la frecuencia de rizo se utilizó como un marcador indirecto del diámetro de fibra sin embargo, en las últimas décadas, el rizo está siendo evaluado en términos de curvatura de la fibra, que describe la frecuencia de rizos que existe en la fibra.

1.6. Tintura de la fibra de alpaca

Siguiendo el proceso tintóreo a nivel molecular, en la transferencia del colorante desde el baño hasta la fibra, se distinguen cuatro etapas o fases, (Bohorques, 2012, pág. 21)

1.6.1. Primera fase o Disolución y dispersión del colorante

En esta primera etapa el colorante, en estado sólido, se equilibra según el baño ya sea en forma molecular o en forma miscelar (agregados de muchas moléculas con buena solubilidad), o en forma de micro polvo disperso (micro cristales de moléculas de colorante poco solubles). Un incremento de la temperatura permite un balance más rápido y aumenta la solubilidad de los colorantes (una mayor energía cinética aumenta la desintegración de las micelas). La agitación favorece una rápida desintegración de las micelas (Bohorques, 2012, pág. 21)

La adición de sales de sodio (cloruros o sulfatos) en cantidades considerables aumenta el agrupamiento en micelas de los colorantes aniónicos, reduciendo la solubilidad. También el pH puede afectar la solubilidad, aumentando para los colorantes aniónicos en un medio básico y para los colorantes catiónicos en un medio ácido. Un aumento en la concentración del colorante (teñido de tonos intensos, baja relación de baño) favorece la aglomeración en micelas. Algunas condiciones inadecuadas pueden originar precipitaciones y, por lo tanto, diferencias de tonalidad o reducir al agotamiento de los colorantes (Jurado, 2017, pág. 43)

1.6.2. Segunda fase o Adsorción

Durante esta etapa, por el efecto de la afinidad colorante-fibra, el colorante es adsorbido en la superficie de la fibra, formando de este modo enlaces químicos con ella. La afinidad, la temperatura, (a veces el pH y/o los auxiliares) afectan a las interacciones termodinámicas y por lo tanto el equilibrio de las reacciones, determinando así el grado de agotamiento del baño de tinte, (Aurelio, 2011, pág. 12). Los mismos factores influyen también la velocidad de subida del colorante y por lo tanto su dispersión fluida. Esta parte puede afectar a la velocidad de teñido, que durante esta fase, también se ve afectada por factores hidrocineéticos relacionados con las máquinas utilizadas. (Bohorques, 2012, pág. 17).

La afinidad entre el colorante y la fibra es la capacidad de ambos para formar un enlace permanente. Cuanto mayor sea la afinidad, más fuertes y más grandes son los enlaces fibra-colorante y pequeño es el enlace colorantedisolvente (agua), (Bohorques, 2012, pág. 17). Por lo tanto una condición estrictamente relacionada con la composición química del colorante y la fibra. En cuanto al aspecto termodinámico, los mismos criterios mencionados anteriormente deben aplicarse y en general un aumento de la temperatura de teñido causa un cambio del equilibrio en el año, con una reducción del agotamiento y, por lo tanto, una reducción de la afinidad del colorante por la fibra, (Carmineli, 2014, pág. 19).

Las fibras anfóteras (alpaca, seda) por debajo del punto isoeléctrico tienen carga positiva, con un aumento de la afinidad hacia los colorantes aniónicos, mientras que por encima del punto isoeléctrico tienen carga negativa y por lo tanto, rechazan a los colorantes, permitiendo un control preciso de la afinidad, o sea la velocidad de subida y de agotamiento del colorante, si se ajusta adecuadamente el pH. Los colorantes con moléculas de gran tamaño (altos pesos moleculares) son menos solubles en agua, forman más enlaces con la fibra, por lo tanto tienden a agotar más rápidamente los baños. Las altas temperaturas reducen la afinidad colorante-fibra y también el agotamiento, pero la velocidad de adsorción será superior, (Espinoza, 2011, pág. 16).

Durante este paso, el movimiento entre el sustrato y el baño (condición Hidrocineética) es un factor crucial. Las condiciones más favorables se crean con máquinas en las que tanto el material como la solución de teñido se mueven con una baja relación de baño (más ciclos/min del baño para el mismo caudal de bomba), (Germaná, 2016, pág. 65). Una rápida adsorción del colorante sobre la superficie del sustrato reduce la concentración de colorante cerca a la fibra, reduciendo así la velocidad de adsorción. Una correcta velocidad del cambio de baño en contacto con la fibra permite la máxima concentración del colorante cerca de ella, (Germaná, 2016, pág. 59).

Al mismo tiempo, el flujo del baño en contacto con el material se extiende homogéneamente y permite una buena distribución del colorante en todas sus áreas; mejorando la igualación del colorante con los mismos tiempos de operación. La reacción de adsorción es usualmente suficientemente rápida para no afectar a la velocidad de tintura, debiendo ser a menudo más lento o ajustado (temperatura, pH, productos auxiliares) en valores óptimos para evitar una distribución irregular del teñido, (Guzman, 2019, pág. 1).

1.6.3. Tercera fase o Difusión

Durante esta etapa el colorante, adsorbido en forma molecular por la superficie mediante la ruptura y formación de enlaces, muchas veces tiende a penetrar dentro de las fibras a través de sus zonas amorfas, distribuirse homogéneamente y fijarse continuamente. Etapa más lenta del proceso de teñido, es extremadamente importante, pues establece los tiempos para una buena penetración, esencial para la óptima solidez, y en consecuencia, para una buena relación costo-eficacia y excelente calidad. Los factores fundamentales son, (Montes, 2008, pág. 2):

- **La cristalinidad de la fibra:** los colorantes penetran en las fibras a través de las áreas amorfas y por lo tanto cuanto mayor es la cristalinidad, menor es la velocidad de difusión.
- **El tamaño molecular del colorante:** en colorantes con tamaño de molécula más grande se hace más difícil su difusión a través de las zonas amorfas.
- **La fuerza del enlace colorante-fibra (afinidad):** mientras más fuerte sea, más difícil será la difusión.
- **Temperatura de teñido:** el aumento de la temperatura facilita el rompimiento del enlace colorante-fibra y libera los enlaces intramoleculares de las fibras. Esto conduce a un hinchamiento de las mismas y hace la difusión más rápida.

La presencia de auxiliares que facilitan el hinchamiento de la fibra o el aumento de la concentración de colorante cerca de ella, tiende a aumentar la velocidad de difusión. El tiempo debe ser adecuado para permitir la buena penetración de los colorantes, ya que éste es un requisito previo para el desarrollo de la máxima solidez, (Ormachea, 2015, pág. 19). En el principio del proceso tintóreo el colorante se distribuye en forma anular alrededor de la fibra; ello hace que en la superficie de esa fibra haya una elevada concentración de colorante y muy escasa o nula en su interior. Esa concentración exterior provoca el flujo de colorante hacia el centro del cuerpo a tintar, (Rossi, 2008, pág. 18).

1.6.4. Cuarta fase o Migración

Las fases 2 y 3 se invierten en esta cuarta etapa de migración; el colorante debe difundirse hacia las capas externas de la fibra, y luego volver siempre en solución para migrar hacia las zonas donde haya una menor -concentración, mejorando así la igualación del color. La baja afinidad, la baja cristalinidad de la fibra, el tamaño molecular pequeño del colorante favorecerá esta fase, aunque afectan negativamente a la solidez del teñido y al agotamiento de baño, (Tapia, 2013, pág. 43). Una alta concentración de electrolitos facilitaría la agregación de los colorantes aniónicos, sobre todo en el núcleo de la fibra, donde el colorante está más concentrado, mejorando el agotamiento y reduciendo el fenómeno de la migración, (Obando, 2013, pág. 43)

La migración se facilita por largos tiempos de permanencia a altas temperaturas (que conducen a mayores costos); un buen control de las etapas de adsorción y difusión, con una dispersión uniforme del colorante en cada momento del proceso de teñido, puede hacer que la etapa de migración sea superflua, con un alto costo posterior de eficiencia y calidad, (Obando, 2013, pág. 43). La Fijación del colorante se da con el establecimiento de enlaces estables entre las moléculas de la fibra y de colorante. Llegado a este punto de fijación se puede decir que el colorante ha teñido la fibra y el proceso de tintura ha terminado, estando todas las moléculas de fibra enlazadas con moléculas de colorante, (Quispe, 2010, pág. 24)

1.7. Colorantes vegetales

También conocidos como pigmentos, éstos se encuentran distribuidos en todo el reino vegetal a excepción de los hongos. Los colorantes vegetales se hallan en la naturaleza asociados con ciertas sustancias que intensifican o modifican su color, éstas tienen el nombre de pigmentos y pueden ser flavonas, flavonoles, taninos, ácidos y otros compuestos que no han podido ser identificados. También son causas de su modificación la quelación con iones de metales pesados como hierro, aluminio, el hierro que produce coloración roja y molibdeno azul púrpura, (Ormachea, 2015, pág. 21)

La mayoría de los colorantes vegetales naturales, en especial las antocinas son anfóteros, sus sales ácidas son rojas, por lo general, sus sales metálicas azules y sus soluciones neutras violetas. Colorante tintóreo es el producto capaz de dar color a la fibra textil. Los colorantes son sustancias orgánicas solubles en medio ácido, neutro o básico, que poseen una estructura molecular no saturada. Existen dos grupos el grupo cromóforos responsables de la absorción de la luz y auxócromos responsables de la fijación al sustrato a teñir, (Cortez, 2017, pág. 12).

Los colorantes o materia para teñir suelen ser compuestos orgánicos que sirven para dar color a diversas sustancias como fibras, animales, vegetales o sintéticas y productos similares tales como lana, seda, algodón, lino, rayón, etc. u otros materiales, en estos casos el colorante puede formar una combinación química con la sustancia que se tiñe o bien unirse a esta físicamente. La naturaleza nos ofrece una gran variedad de colorantes naturales que podemos utilizar cuando hagamos pinturas caseras como por ejemplo pintura pizarra o chalk paint, o para teñir textiles, madera, jabones, etc., Estos colorantes pueden ser orgánicos (mundo vegetal) o inorgánicos (minerales). (Carmineli, 2014, pág. 61).

En caso de obtenerlos a partir de alimentos hay que tener en cuenta que se han de utilizar de inmediato porque se pueden degradar. Para evitar que se estropeen se les puede añadir cremor tártaro. Además de emplear diferentes métodos para la extracción del color, todos estos colorantes se pueden adquirir ya listos para mezclar con la pintura en tiendas especializadas (droguerías), (Guzman, 2019, pág. 28). Hay que tener en cuenta que este tipo de colorantes no se pueden conservar mucho tiempo. Esto se debe a que se oxidan y cambian su tonalidad si no se emplean de forma inmediata. Además se degradan rápidamente y puede llegar a formarse moho, aunque es posible añadir algún aditivo para conservarlos, Todas las plantas vegetales poseen pigmentos naturales llamados antocianicos que son los responsables del color de las flores y frutos (Rosales, 2017, pág. 1).

Por ejemplo el extracto de campeche contiene como materia colorante la hemateína que tiñe de color negro. El palo rojo de Brasil contiene brasilina que tiñe de color violeta y el palo amarillo compuesto por morina que da negro y la fiseteína que da pardo. Los colorantes vegetales están contenidos en diferentes partes de las plantas: las raíces, las flores, los frutos, cortezas, hojas, semillas, líquenes, partes leñosas, etc. que sirven para teñir las fibras ya sea con mordientes o sin ellos. Los colorantes vegetales se basan en cualquiera de las estructuras principales siguientes: Xantonas, Flavonas, Antraquinonas, (Masdeco, 2012, pág. 24).

1.7.1. Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos naturales propios de todas las coloraciones de las plantas en el reino vegetal. Son pigmentos rojos y azules. Generalmente con este vocablo designa tanto a las antocianinas, como a las antocianidinas o sea, al glicósido como al glicol, (Newman, 2011, pág. 21). Estos metabolitos secundarios están en las plantas no como agliconas sino como glicósidos. Casi todos tienen un azúcar sustituyente en la posición 3 donde el OH no es fenólico. La glicosilación de este hidroxilo, el cual posee propiedades especiales, es condición expresa para la estabilidad

del pigmento. Los azúcares más comunes son: la glucosa y la rutinosa, (Masdeco, 2012, pág. 21). A continuación se ilustra en la Figura 1-1

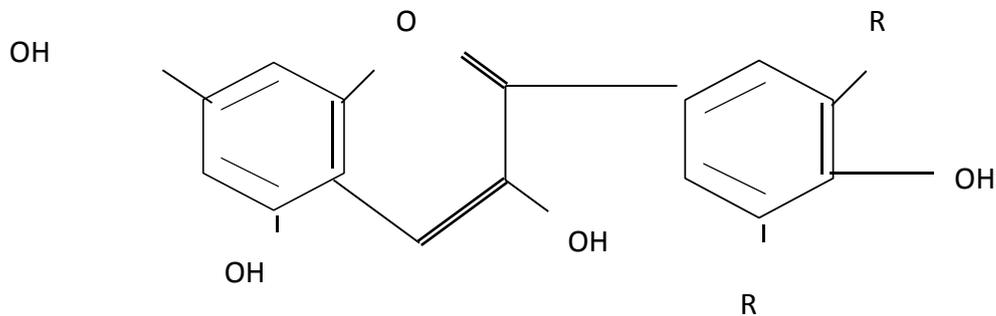


Figura 1-1 Estructura de la glucosa

Fuente: (Masdeco, 2012,)

Los principales colores que se pueden extraer de las plantas se describen a continuación, (Rosales, 2017, pág. 1)

- Verde a partir de acelgas, espinacas, pimiento verde, col rizada, perejil o menta.
- Morado con la remolacha, col lombarda y moras negras. Para lograr un tinte fucsia añade unas gotas de limón al jugo obtenido. Con una pizca de bicarbonato de sodio obtendrás un azul profundo.
- Rojo con cerezas, frambuesas, fresas, pimiento rojo, tomate y pimentón.
- Azul profundo con arándanos.
- Amarillo a partir de especias como el azafrán, la cúrcuma, mostaza o el curry.
- Naranja a partir de zanahorias y cáscara de naranja.
- Marrones y tonos oscuros con té negro, café y cacao.

1.8. Tintura

En la industria textil se puede presentar fibras quebradizas y presenta problemas en la hilatura, y en el teñido, pues hay menos corteza que absorba el tinte, la tintura es el proceso durante el cual una materia textil puesta en contacto con la solución de colorante, absorbe a este de tal manera que luego de finalizado el teñido, presentara resistencia a devolver la materia colorante al baño del cual fue absorbida, El pasado tiene cosas excelentes y una es el uso de lo que la naturaleza

provee para cubrir nuestras necesidades, se puede teñir con cualquier cosa, desde raíces, hojas, tallos, frutos y flores. Para comprobar si sirve lo que quieres usar para teñir, simplemente se tiene que dejar el material en un contenedor de vidrio con agua caliente durante varias horas, y si desprende color, es porque tiene capacidad tintórea (Villavicencio, 2012, pág. 21)

1.8.1. Fisicoquímica del Teñido

Existen dos posibles casos extremos cuando consideramos enlaces entre átomos. Uno de los casos extremos consiste en el enlace covalente, por ejemplo el de carbón e hidrogeno de la mayoría de los compuestos orgánicos. En estén este caso ambos átomos donan un electrón al enlace y el par resultante de electrones se encuentran compartidos entre sí. Como los enlaces comparten una gran cantidad de energía y ello requiere aún más energía para sepáralos, (Masdeco, 2012, pág. 21)

Los enlaces entre colorantes reactivos y fibras de celulosa son de este tipo. H. Enlace Iónico El otro caso extremo del enlace covalente está en el enlace iónico. En este caso muy simple, los dos átomos adyacentes podrán tener un electrón disponible para contribuir al enlace, pero solo un átomo es capaz de ganar estabilidad tomando ambos electrones para sí mismo, por consiguiente ganar un electrón extra (de carga negativa), Esto dejara al otro átomo con un electrón menos (en carga positiva), que lo hará más estable. (Rosales, 2017, pág. 1).

Como es el caso de la sal común o cloruro de sodio, que no existe como molécula de enlace covalente, pero si como ion de sodio cargado positivamente e ion de cloro cargado negativamente. Estos iones opuestos se atraen uno a otro electrostáticamente pero pueden existir independientemente mientras no compartan nada. Dichas atracciones electrostáticas están involucradas en el proceso de tintura con los colorantes ácidos y básicos donde las moléculas de la fibra pueden llevar cargas opuestas a aquellos iones de colorante que se apliquen y por esta causa sean atraídos, (Villavicencio, 2012, pág. 21).

1.8.2. Interacciones de Van der Waals

Son tinturas en la interacción de los orbitales π del colorante y de la fibra, de modo tal que las moléculas de colorante son ancladas a la fibra sin formar unión propiamente dicha con ella. Esta atracción es mucho más efectiva cuando una molécula de colorante es lineal o plana, pudiendo aproximarse lo máximo posible a la fibra. Interacciones de Hidrogeno Estas interacciones son provenientes de la unión entre átomos de hidrogeno covalente unidos al colorante y a pares de electrones libres de átomos donadores que se encuentran presentes en la fibra de alpaca, (Hopkins, 2012, pág. 20)

Uno de los factores más importantes en el teñido es la velocidad y el grado de difusión del colorante al interior de una fibra textil ya que determina la productividad, reproductibilidad, calidad, solidez y apariencia de una tintura. Es muy importante controlar la velocidad de adsorción del colorante por la fibra, ya que de ello dependerá que el teñido sea parejo y uniforme. El control del tiempo, temperatura y grado de hinchamiento de la fibra o su estructura controlan la penetración y sorción del colorante. El coeficiente de difusión depende de la estructura de la fibra y del tamaño molecular y tipo químico de la molécula en difusión. (Masdeco, 2012, pág. 21)

Al considerar un teñido en la práctica las fibras al ser sumergidas en el baño se hinchan abriendo paso a que las moléculas se difundan rápidamente al interior. Después de algún tiempo algunas de las moléculas de colorante en el interior comienzan a difundirse hacia el baño nuevamente, no tan rápidamente como aquellas que están ingresando debido a que su concentración es menor comparada con la concentración exterior del baño. A medida que la concentración interior aumenta, la velocidad de difusión exterior también lo hace, (Hopkins, 2012, pág. 20)

La difusión del colorante del baño al interior de la fibra opuestamente disminuye por haber disminuido su concentración. Cuando las moléculas difundiéndose al interior de la fibra y la cantidad de estas regresando al baño es la misma. La velocidad de difusión de un colorante depende de la fuerza que lo liga a las paredes del poro, es decir de su afinidad, y de su coeficiente de difusión. Se evalúa en función del tiempo que demora este en llegar al equilibrio tintóreo, en donde acaba la difusión y empieza la fijación del mismo, (Ormachea, 2015, pág. 19)

Al considerar moléculas de colorante en solución, algunas poseen mayor energía que otras y por lo tanto se mueven más rápido. Estas moléculas cuando tienen una colisión con la fibra pueden penetrarla y difundirse a su interior. Las moléculas que poseen menor energía no tiene suficiente actividad para penetrar la fibra y por lo tanto rebotan permaneciendo en solución. Cuando más alta la barrera energética o lo que equivale a una mayor energía de activación requerida por el colorante, menor la velocidad de difusión de este al interior de la fibra, (Espinoza, 2011, pág. 1)

1.9. Extracto de amaranto

El amaranto es una planta cuyo tallo central puede medir hasta 2.5m de altura, sin embargo hay algunas variedades de menor altura, Posee flores muy vistosas, que brotan de su tallo central, posee ramas de forma cilíndrica y tiene una raíz principal corta. También tiene raíces secundarias que son más largas y se dirigen hacia debajo de la tierra. Esta planta tiene grandes capacidades para adaptarse y sobrevivir a los diferentes entornos en los que se siembre, (Rosales, 2017, pág. 12)

Se conocen con el nombre de amaranto varios tonos del color rojo, por la semejanza con el de las flores de varias especies de amaranto, aunque existen especies de este género botánico que tienen flores de otros colores. Las principales características del amaranto son las siguientes, (Villavicencio, 2012, pág. 1)

- Su cultivo es anual.
- Tiene hojas abundantes y anchas de colores brillantes.
- Sus ramas son cilíndricas.
- Sus espigas están pobladas de flores pequeñas.
- Su proceso de fotosíntesis es sumamente eficiente.
- Crece rápidamente.
- Requiere de un mínimo mantenimiento.

El principal producto que se extrae de la planta de amaranto son sus semillas, conocidas con el mismo nombre de la planta, amaranto. El amaranto puede ser utilizado para fabricar diversos productos alimenticios, entre los que se encuentran dulces típicos (palanquetas), harina de amaranto, cereal, pan y tortillas, almidón aceites, colorantes, entre otros. (Rosales, 2017, pág. 12).

También se le utiliza como materia prima en la industria farmacéutica y como complemento en productos como bebidas y comida vegetariana. En cuanto a las Propiedades alimenticias del amaranto Las semillas de amaranto poseen entre un 13 y un 18% de proteínas, lo que les da un alto valor nutricional, también poseen fuertes concentraciones de leucina. La leucina es un aminoácido cuya función es ayudar a la síntesis de proteínas en las células. De todos los alimentos de origen vegetal, el amaranto es uno de los más completos ya que dentro de su composición se encuentran vitaminas tales como la A, B, C, B1, B2, B3, así como un sinnúmero de proteínas y minerales (Villavicencio, 2012, pág. 91).

El amaranto representa una fuente abundante de calcio, ácido fólico, fósforo y niacina. Su concentración proteínica es superior a la de los cereales, incluso se ha demostrado que una barra de amaranto ofrece tantas proteínas como un trozo de carne de res, pero no contiene los elementos dañinos que la carne pudiera tener (Villavicencio, 2012, pág. 91).

1.10. Extracto de nogal

El nogal es un árbol de 18 a 20 m de altura con el tronco grueso y la copa amplia, ramas erectas y corpulentas con foliolos ovalados. Frutos en grupos de 1 a 4 sobre un corto pedúnculo, Las hojas

y ramas del nogal son fuente del color marrón. Se usa popularmente como tinte para el cabello. Es de tronco grueso y frondoso; sus frutos en drupa con una semilla comestible en celdillas. Las hojas y los frutos contienen ácido gálico, ácido cafeico, quercetina y kaenferol. (Paucar, 2015, pág. 12)

La solución acuosa de las cáscaras fermentadas, tiñe de castaño oscuro la fibra de alpaca mordentada con sulfato de aluminio. Las flores están agrupadas en inflorescencias masculinas y femeninas en el mismo árbol, las inflorescencias masculinas miden 20 cm de largo, son de color verde amarillento, rojizas, alargadas y colgantes, las inflorescencias femeninas están agrupadas en forma de cimas que son de color verdoso y cada flor tiene su estigma dividido en dos partes, es apétala y posee un ovario ínfero (Villavicencio, 2012, pág. 16)

Tiñe la piel, al quitar la cáscara del fruto del nogal, el compuesto hidroxilado incoloro que contiene, se oxida con el aire y da una quinona, la cual reacciona con los grupos activos de la proteína de la piel formando un complejo quinona-proteína coloreado. El fruto del nogal además de juglona contiene ácido gálico y ácido cafeico, los cuales en medio alcalino se oxidan produciendo polímeros de color oscuro (Paucar, 2015, pág. 18), a continuación se puede observar la figura 2-1



Figura 2-1 *El nogal y sus usos en la tintura de la fibra de alpaca*
Fuente: (Paucar, 2015.)

1.11. Extracto de remolacha

La "raíz" de remolacha (*Beta vulgaris*) es en realidad el tallo bajo de esta planta nativa de la Europa mediterránea y occidental. Los humanos han comido esta planta desde la prehistoria, al principio sus hojas y después la parte subterránea de algunas variedades. En la Grecia clásica, las raíces de remolacha eran largas, blancas o rojas, y siempre dulces. El tipo grueso y rojo apareció en algún momento antes del siglo XVI. está dotada de una piel fina que recubre una pulpa densa y muy succulenta, (Villavicencio 2012, 3). El color de esta fina piel es variable, desde rosáceo a

violáceo, y de anaranjado a rojizo y marrón. La pulpa es una excelente fuente de ácido fólico, así como de vitamina C y potasio. (Obando, 2013, pág. 26).

Concretamente 100 g cubren la tercera parte de las necesidades diarias de ácido fólico de un adulto, la sexta de la de vitamina C y el 8% de las de potasio y magnesio, Tiene un uso tintóreo, de hecho, de la remolacha se obtiene el colorante E162, (Obando, 2013, pág. 26). Todos los nutrientes, especialmente el hierro, se asimilan mejor cuando la remolacha se toma en forma de jugo. Color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco. Esto se debe a la gran cantidad de azúcares que acumula, lo que hace que su sabor sea notablemente dulce, aunque acompañado de un matiz terroso, (Masdeco, 2012, pág. 16). Los extractos purpúreos de esta planta carnosa han sido utilizados como colorantes en muchas industrias como la de los helados, para sabores como la fresa utiliza la remolacha para potenciar el tono más suave o despajeo que genera la fruta por sí sola (Lock de Ugaz, 2007, pág. 78) a continuación se puede ilustrar en la figura 3-1



Figura 3-1: Tinturado de la fibra de alpaca con remolacha

Fuente: (Lock de Ugaz, 2007, pág. 78)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. Búsqueda de información bibliográfica

La metodología en la que se basó; es en la búsqueda de información Bibliográfica a través de; Tesis, Libros, Artículos científicos de páginas digitales (Scielo, Dialnet, Academia.edu, Ciencia.Science.gov. Scopus, E-libro, Redalyc.org, Dspace epoch, Google académico).

2.2. Criterios de selección

Dentro de la investigación se utilizó información actual en un 90%, y antigua en un 10% la cual cumple con lo requerido. La información bibliográfica encontrada fue 100% en español. Las fuentes utilizadas fueron; Bibliográficas, personales e institucionales en cuantos a las zonas geográficas de las diferentes investigaciones fueron locales como internacionales. Las principales fuentes consultadas en cada ítem, en los siguientes subapartados fueron los siguientes;

En lo que concierne a fibra de alpaca: Bustinza, (2011): La alpaca. Conocimiento del gran potencial andino; Bohorquez, (2008): Productividad y distribución de fibra de alpaca en la región de Huancavelica: un análisis comparativo entre Huancavelica.; Carminelli, (2014): Características fisiológicas; Carrillo, (2017): Implementación de un sistema de lavado de lana en el laboratorio de fibras y lana; Cortez, (2017): Identificación, Caracterización, Clasificación y Comparación entre el análisis de muestras en laboratorio utilizando el equipo Sirolán Laser Scan y el análisis microscópico en fibra de alpaca; Montes, (2008): Características de la fibra de alpaca Huacaya producida en la región Altoandina de Huancavelica, Perú. En: Actualidad sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética

Sobre los Colorantes vegetales: Andrade, (2017): Desarrollo e Implementación de un patrón de tintura de botones de poliéster con colorantes dispersos; Carrion, (2010): Preparación de extractos vegetales: Determinación de eficiencia de metódica; Casimiro, (2006): Determinación del principio activo del colorante presente en el prunus capuli cav (guindas) para el teñido de mezclas de lana de ovino y alpaca; Lock de ugaz, (2007): Colorantes naturales; Nuñez, (2020): Aplicación de diferentes tintes naturales para la obtención de hilo orgánico de lana de ovino; Obando, (2013): Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales.

En fundamentacion sobre los principales extractos vegetales: Cardenas, (2010): Evaluacion del amaranto en la tintura de lana de ovinos con diferentes valores de ph utilizando suero de leche; Paucar, (2015): El Nogal; Ponce, (2011): Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales “Nogal (*Junglans neotropica*) y “Guarango” (*Caesalpinia spinosa*) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas “Wuarmi M;

2.3. Métodos para sistematización de la información

Para la organización y ordenamiento de la información bibliográfica, se procedió a la elaboración de tablas y gráficos que fueron útiles para la interpretación y el análisis de la información de la investigación, permitiéndome posteriormente realizar el análisis y la discusión de los resultados con diferentes investigadores.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Los extractos vegetales utilizados en la tintura ecológica de la fibra de alpaca

Los extractos vegetales son sustancias simples coloreadas que dan tonalidades de amarillo, anaranjado, violeta, azul y otros, como flavonoides, antocianinas, alcaloides, estos se encuentran en los pétalos de las flores, frutos semilla, raíces, etc. que son capaces de teñir o colorear a otras sustancias, los colorantes tienen buena resistencia a la luz y a la temperatura, Además, se aprecia que los colorantes son sustancias coloreadas, las cuales son capaces de teñir las fibras como es la de ovino, alpaca, conejo, entre otros vegetales y animales. Para que un colorante sea útil, debe ser capaz de unirse fuertemente a la fibra, y por lavado no debe perder su color, debe ser relativamente estable químicamente y soportar bien la acción de la luz (Bohorques, 2012, pág. 12) a continuación tabla 1-3, se describen los principales extractos utilizados.

Tabla 1-3: Diferentes extractos vegetales utilizados en el proyecto de investigación

EXTRACTOS VEGETALES	AUTOR
Extracto de amaranto	(Cardenas, 2010,)
Extracto remolacha	(Huebla, 2019,)
Extracto de nogal	(Esparza, 2016,)
Prunus capuli cav (guindas)	(Casimiro, 2006,)
Extracto de manzanilla	(Obando, 2013,)
Extracto de carmín	(Illa, 2015,)
Extracto de guarango	(Reyes, 2019,)
Frutos mío - mío (coriaria ruscifolia)	(Hoyos, 2016,)

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

En la naturaleza se pueden encontrar múltiples fuentes de colorantes, capaces de generar una amplia variedad de matices, algunos de ellos, con los requisitos que la industria textil y alimenticia demanda. El desarrollo industrial y la búsqueda de una mejor calidad de vida, obliga a que constantemente se realicen nuevas investigaciones e innoven métodos y técnicas con los cuales se reduzca el tiempo y costo de producción, manteniendo o incrementando los atributos del producto y beneficios que produce el mismo, (Agila, 2013, p. 21).

3.2. Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

3.2.1. Resistencia tensilar (mm)

La resistencia tensilar es el máximo esfuerzo de tensión que puede soportar un material antes de llegar a su límite, se trata del esfuerzo que se aplica y que proviene de una sola dirección, es decir, que las fibras son estiradas para lograr medir hasta cuanto es resistente antes de romperse. Por lo tanto al realizar el análisis comparativo de diversos autores se describe que (Cardenas, 2010, pág. 56) quien al analizar la resistencia tensilar de las fibras teñidas con diferentes niveles de extracto vegetal de amaranto registra diferencias estadísticamente significativas, ($P > 0.04$) entre medias, con valores de 4.40 mm, al utilizar 4% de extracto de amaranto en combinación con suero de leche (Anexo A). Estos resultados muestran superioridad en relación a los de (Huebla, 2019,) cuyos valores obtenidos de resistencia tensilar en la fibra de alpaca teñida con remolacha registró medias de 4.31 m, como se indica en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Evaluación de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Tipo de curtiente vegetal	Resistencia Tensilar (mm)	Autor
Extracto de amaranto	4.40	(Cardenas, 2010,)
Extracto remolacha	4.31	(Huebla, 2019,)
Extracto de nogal	3.49	(Esparza, 2016,)
Prunus Capuli Cav (Guindas)	3.06	(Casimiro, 2006,)
Extractos vegetales	3.00	(Comité Europeo de Normalización, 2013)

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

Un comportamiento similar fue reportado por (Esparza, 2016, pág. 25) , quien al teñir las fibras con extractos vegetales en comparación de un tinte químico reportó las respuestas más altas al teñir las fibras con nogal puesto que se reportó promedios de 3.49 mm, finalmente las respuestas más bajas de resistencia tensilar se evidencian en la investigación realizada por (Casimiro, 2006, pág. 12), quien al efectuar la determinación del principio activo del colorante presente en el *Prunus capuli cav* (guindas), para el teñido de mezclas de lana de ovino y alpaca reportó valores de 3.06 mm.

De las evidencias anteriores en la evaluación de la resistencia tensilar es recomendable usar el extracto de amaranto ya que presento mejores resultados, como se ilustra en el gráfico 1-3:

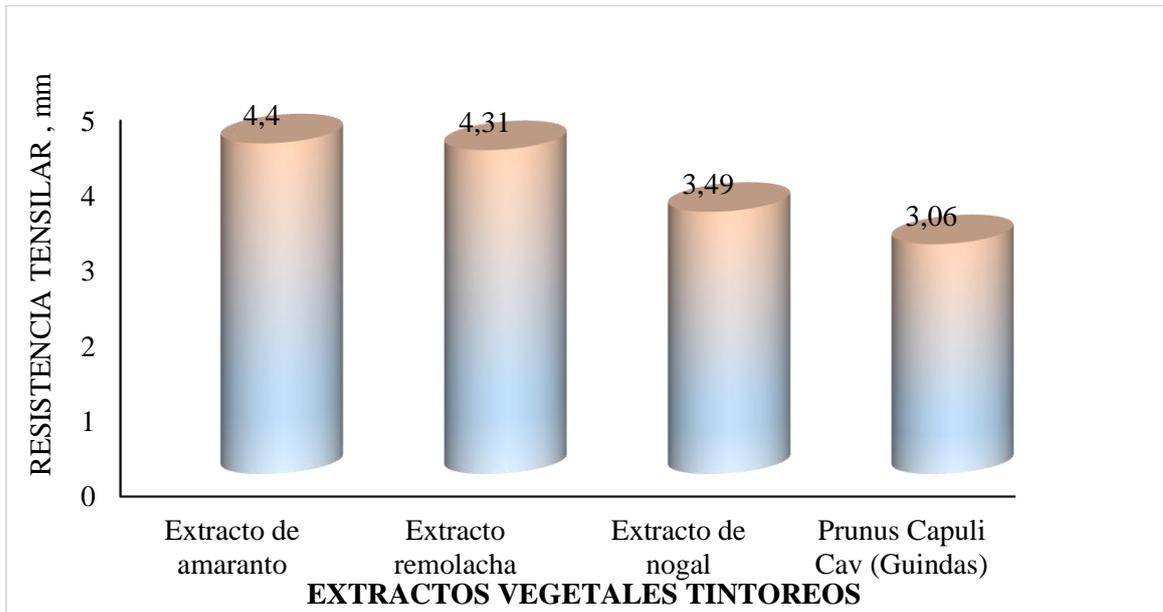


Gráfico 1-3: Evaluación de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

Los resultados expresados por los investigadores citados cumplen con las exigencias de calidad de la resistencia a la tensión específicamente cumplen con la norma ASTM1553 del (Comité Europeo de Normalización, 2013), que infiere como mínimo permitido para la resistencia tensilar de 3 mm, se puede observar que en todas las investigaciones se supera ampliamente esta inferencia, es decir que la aplicación de extractos vegetales no debilitan la fibra de alpaca de manera que no se provoque la ruptura prematura, con ello le confiere a la fibra una calidad elevada logrando cumplir con la normativa establecida para su comercialización.

Lo que es corroborado con lo señalado por (Obando, 2013, pág. 26), quien menciona que la fibra está formada principalmente por queratina, que es una proteína resistente a productos ácidos y que tiene un alto contenido de cistina, que es un aminoácido que posee la capacidad de generar enlaces cruzados entre la proteína y los enlaces intermoleculares de bisulfuro. La razón por la cual las fibras teñidas al vegetal presentaron una mayor resistencia es porque las estructuras fibrilares son más flexibles, en vista a que en la distribución espacial de los enlaces es menos compleja y permite una mayor elasticidad, característica que absorbe parte de la carga aplicada y no permite la rotura pronta de la fibra, (Lock de Ugaz, 2007, pág. 26).

3.2.2. *Porcentaje de elongación*

El porcentaje de elongación representa la capacidad de un material para poder estirarse frente a la aplicación de un esfuerzo unidireccional antes de romperse en su espesor. Al realizar la investigación comparativa se apreciaron los resultados de esta característica física determinados por (Ponce, 2011, pág. 52) quien señala que la mayor elongación se obtiene al teñir con 10 % de extracto de nogal reportando una media de elongación de 76,77%, aunque para mantener las resistencias físicas de la fibra, el porcentaje de elongación no debe ser necesariamente muy alto ya que al utilizarlo en el área textil al estirarlo demasiado no presentará suficiente resistencia de la fuerza de tensión, lo que sucede con la aplicación de tintes químicos que vuelven a la fibra muy rígida y fácil de quebrarse, a continuación, se puede apreciar en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Evaluación del porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Tipo de extracto tintóreo vegetal	Porcentaje de elongación (%)	Autor
10% Extracto de nogal	76.77	(Ponce, 2011,)
Extracto amaranto	51.79	(Cardenas, 2010,)
Extracto de remolacha	47.20	(Huebla, 2019,)
Prunus Capuli Cav (Guindas)	42.49	(Casimiro, 2006,)
Extractos vegetales	40.00	(Comité Europeo de Normalización, 2013)

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

Además, se observó un resultado inferior en la evaluación realizada por (Cardenas, 2010, pág. 52), quien reportó que al efectuar el análisis estadístico del porcentaje de elongación, se presentaron diferencias estadísticas por el uso de extracto de amaranto más suero de leche, aplicado al teñido de las fibras, observando valores de 51,79%.

Por otra parte (Huebla, 2019, pág. 56), quien al realizar el teñido de la fibra de alpaca con diferentes tintes orgánicos determinó cierta superioridad al utilizar extracto de remolacha para teñir donde determinó una elongación de 47,20%. Por último se registraron valores reportados por (Casimiro,

2006, pág. 55), quien presenta el porcentaje más bajo de elongación al utilizar *Prunus Capuli Cav* (Guindas) para teñir las fibras debido a que las medias que se registraron fueron de 42.49%, como se ilustra en el gráfico 2-3.

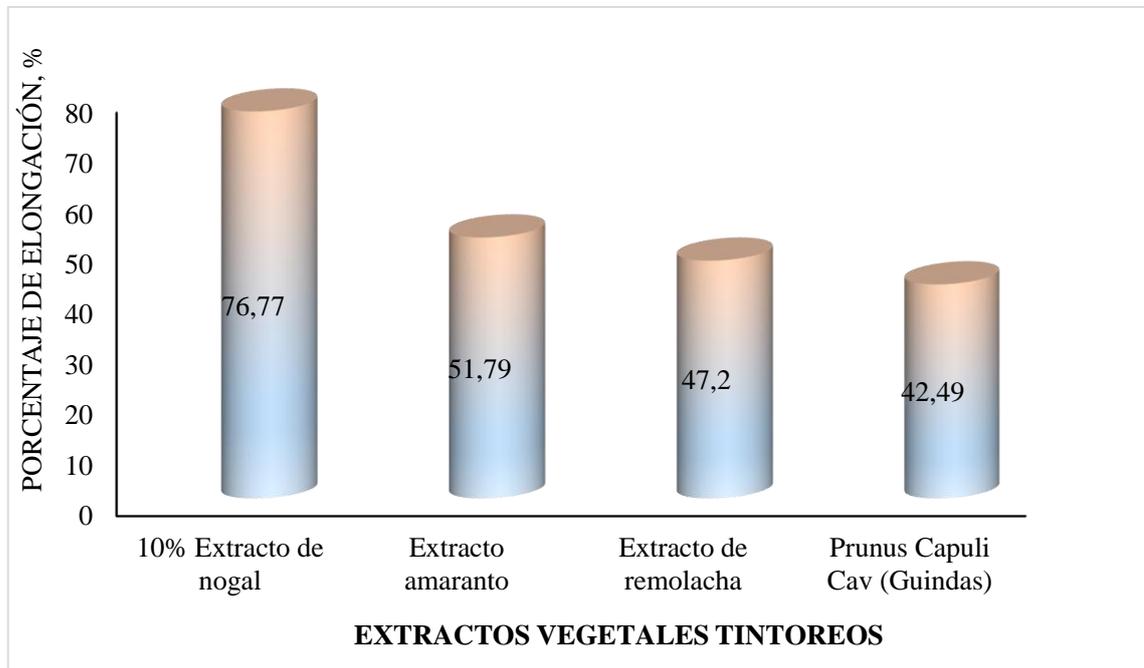


Gráfico 2-3: Evaluación porcentaje de elongación de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

De los valores reportados en la presente investigación se apreció que al efectuar el teñido de la fibra de alpaca se obtuvo un mejor porcentaje de elongación o alargamiento cuando se aplicó extracto natural de nogal, puesto que superan con las exigencias de calidad del (Comité Europeo de Normalización, 2013), que la norma AATCC 16 – 2004, infiere un mínimo permisible de 40 % corroborándose que al evaluar los distintos extractos tintóreos naturales cumple con estas exigencias de calidad. Si se toma en cuenta estos datos, se puede afirmar que el Nogal es la planta tintórea que más se utiliza, y es el tinte base para alearlo con otras plantas y así obtener distintas tonalidades o gamas de color.

Lo que es corroborado con lo señalado por (Lock de Ugaz, 2007, pág. 25), quien menciona que las semillas y frutos es la principal parte de la planta que es utilizada para tinturar, una característica importante es que el fruto sea lo suficientemente carnoso como para poderlo machacar o triturar, obteniendo así una masa jugosa y dejando así al descubierto la semilla (nueces) de consistencia leñosa. Esta masa que al contacto con el aire comienza a tornarse marrón oscuro es utilizada junto con las semillas en la cocción para la elaboración del tinte.

Además (Masdeco, 2012, pág. 25) indica que la elongación es la capacidad que tiene la fibra de regresar a su longitud inicial después de haber sido estirada, esto les genera su elasticidad y se la puede retorcer y no se deforman fácilmente, aunque este puede variar de acuerdo con los nutrientes que el animal consume. Para (Obando, 2013, pág. 29), la prueba de elongación se realiza para conocer cuánto ha afectado el proceso de teñido a elasticidad de los hilados, ya que de esto dependerá si el hilado es posible trabajarlo en la tejeduría o no, puesto que es conocido que hilados que poseen limitada elongación dificultan tanto en tejido de punto como en tejido en plano, por las constantes roturas del mismo; provocando pérdidas considerables de productividad en las máquinas o también cuando el tejido es a mano se requiere formar hilos más gruesos.

3.2.3. Solidez a la luz

La acción de la luz solar sobre la fibra de alpaca provoca varios fenómenos que pueden darse simultáneamente, el más notorio es la decoloración producida por la lenta descomposición de colorantes, fundamentalmente por absorción de radiación ultravioleta. Por esta razón se hace necesario mencionar los resultados de solidez a la luz determinados por (Obando, 2013, pág. 52), en su investigación se reportó una solidez a la luz excelente dentro de la valoración de solidez, al utilizar colorantes naturales (manzanilla), en el proceso de tintura de fibra de alpaca, con un valor de 5.00 puntos. Mientras que (Illa, 2015, pág. 57) al evaluar el teñido de fibra de alpaca suri (*Vicugna pacos*) con carmín de cochinilla (*Dyctylopius coccus*), registro que los resultados de solidez a la luz presentaron valores de 4.50 puntos, a continuación se evidencia en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Evaluación de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Tipo de Extracto vegetal tintóreo	Solidez a la luz (puntos)	Autor
Extracto de manzanilla	5.00	(Obando, 2013,)
Extracto de carmín	4.50	(Illa, 2015,)
Extracto de amaranto	4.47	(Cardenas, 2010,)
Extracto de amaranto	3.60	(Nuñez, 2019,)

Realizado por: SHAGNAY, Jessica. 2020

Respuestas similares fueron determinadas por (Cardenas, 2010, pág. 59) quien en el análisis de varianza de la solidez a la luz presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$), registrando los valores más altos al efectuar el teñido de la fibra con amaranto puesto que las respuestas medias fueron de 4.47 puntos. En comparación con los resultados obtenidos por (Nuñez, 2019, pág. 52), quien al realizar la valoración de la solidez a la luz no registró diferencias estadísticas entre medias por efecto de la tintura con diferentes tintes naturales, sin embargo de carácter numérico se apreció que de acuerdo a la escala de grises se consigue los mejores resultados al trabajar con amaranto, puesto que los resultados fueron de 3.60 puntos, (Anexo B) como se ilustra en el gráfico 3-3.

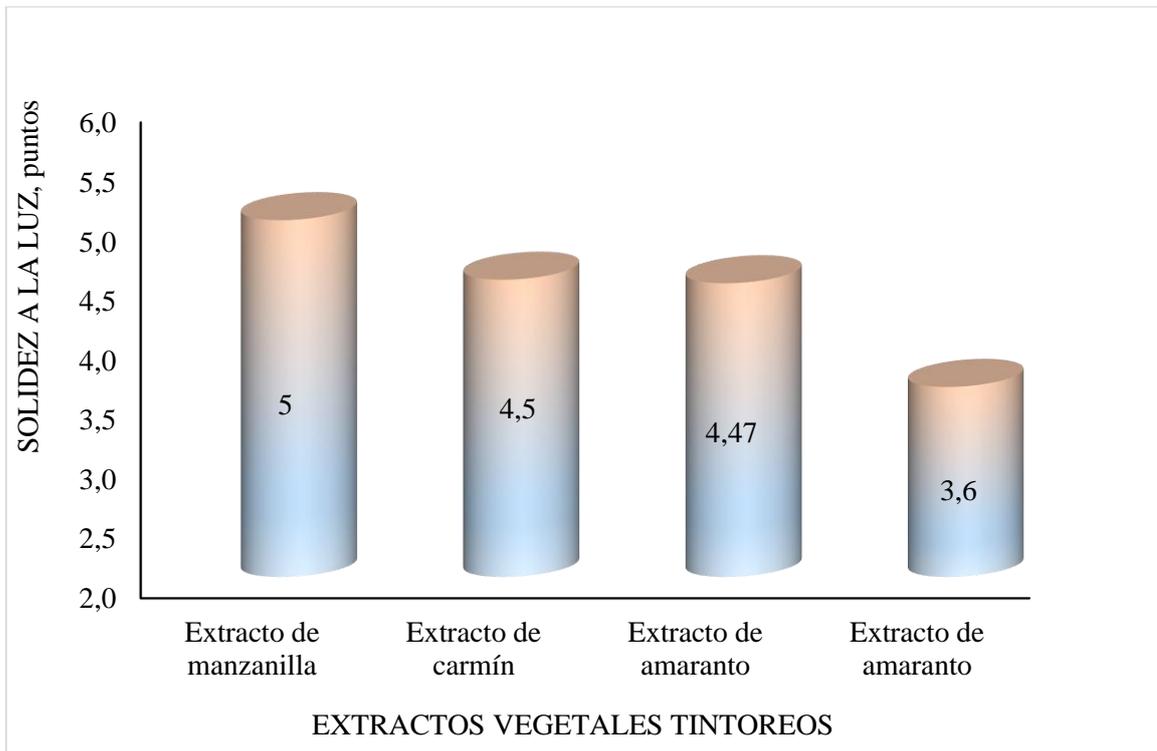


Gráfico 3-3: Evaluación de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

De las evidencias anteriores se puede observar que la investigación que presento la mejor solidez a la luz fue en la que se aplicó manzanilla para el teñido de la fibra, se la utiliza como colorante de fibras textiles en la gama del color amarillo. Lo que es corroborado con lo que manifiesta (Obando, 2013, p. 29) quien señala que la manzanilla contiene hasta 1 % de un aceite esencial rico en camazuleno y bisabolol; además de flavona, glucósidos cumarínicos y otras sustancias biológicamente activas que pueden ser empleadas enteras o pulverizadas y en forma de extracto para conseguir una tintura profunda.

Los valores antes mencionados al ser comparados con las exigencias de calidad del (Comité Europeo de Normalización, 2013) que en la norma IUF 401 infiere valores de 5 en la escala de grises para considerar fibras con muy buena solidez, en su mayoría se acercan a la nota más alta.

3.3. Evaluación de las características sensoriales de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

3.3.1. Intensidad de color

En relación a la variable intensidad de color se mencionan los resultados obtenidos en la investigación de (Reyes, 2019, pág. 59), quien indica que se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de la aplicación en la fórmula del teñido de diferentes tintes orgánicos estableciéndose los resultados más altos en las fibras teñidas con guarango, con respuestas de 5,00 puntos, puesto que consigue una mayor intensidad de color al aumentar la capacidad tintórea. Seguido de los valores medios determinados por la intensidad de color de (Nuñez, 2019, pág. 63), quien al teñir con diferentes tintes naturales se registró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), estableciendo las respuestas más altas al usar amaranto, con resultados de 4.80 puntos. Mientras que para (Carrillo, 2017, p. 63), al mencionar los valores, de intensidad de color se establecieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre medias, apreciándose una calificación que equivale a 4,67 puntos al teñir la fibra con extracto de amaranto, como se indica en la tabla 5-3.

Tabla 5-3: Evaluación de la intensidad de color de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Tipo de extracto vegetal tintóreo	Intensidad de color (puntos)	Autor
Extracto de guarango	5.00	(Reyes, 2019,)
Extracto de amaranto	4.80	(Nuñez, 2019,)
Extracto de amaranto	4.67	(Cardenas, 2010,)
frutos Mío - mío (<i>Coriaria ruscifolia</i>)	4.38	(Hoyos, 2016,)

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

En la recopilación de información se pudo apreciar que resulta relevante enunciar las calificaciones medias de la intensidad de color registradas por (Hoyos, 2016, pág. 26), quien al realizar el análisis de varianza se determinó diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), por efecto de extractos de frutos Mío - mío (*Coriaria ruscifolia*) presentando la mejor intensidad con puntaje de 4.38 puntos como se ilustra en el gráfico 4-3.

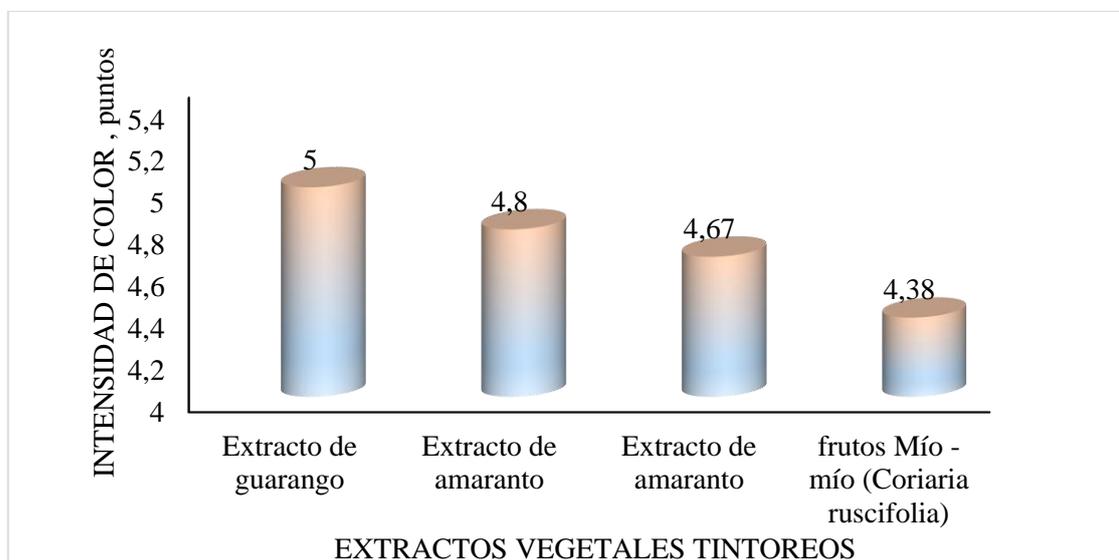


Gráfico 4-3: Evaluación de la intensidad de color de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

Para la determinación de la intensidad de color se recurre a una serie de análisis y ensayos que establecen la composición cualitativa, a través del impacto de los sentidos, y más concretamente de la vista ya que la medida de intensidad de color se utiliza una escala de grises basada en las recomendaciones de (UNE, 2012) que en norma técnica ISO 105-A02, que se considera universal y que indica que las fibras y lanas deben tener una excelente intensidad de color, la escala de grises va de 1 a 5 puntos donde las puntuaciones más altas corresponden a la fibra en el cual ha penetrado con mayor intensidad los colores del proceso de teñido y que esta intensidad sea profunda y homogénea o débil y superficial.

3.3.2. Poder de cobertura

El poder de cobertura de la fibra de alpaca está definido por el grado de penetración del pigmento, mientras más se ha introducido en la fibra mejor poder de cobertura presentara, observando la homogeneidad en la capa del acabado. Al realizar la comparación de diferentes investigadores se pudo señalar que para la variable poder de cobertura, (Obando, 2013, pág. 62) se determinó diferencias altamente significativas entre medias, estableciendo las respuestas más altas al aplicar amaranto en el proceso de teñido con promedios de 4,63 puntos y calificación excelente puesto

que se acerca a la ponderación máxima que es de 5 puntos. En segundo lugar se determinaron los valores medios obtenidos de la variable sensorial poder de cobertura de (Huebla, 2019, pág. 62), que reportaron diferencias altamente significativas, por efecto de extracto de remolacha aplicado al teñido de la fibra, por lo que las respuestas más altas fueron de 4,50 puntos y calificación muy buena.

Mientras que el análisis estadístico de (Nuñez, 2019, pág. 62), se registró que los valores medios reportados por el poder de cobertura se determinaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0$), entre medias, y se estableció las mayores respuestas al aplicar amaranto al teñido con medias de 4,38 puntos y calificación muy buena. Finalmente en la investigación de (Hoyos, 2016, pág. 53), se reportó un valor de poder de cobertura de 4,33 puntos al incorporar al proceso de teñido de la fibra de alpaca los extractos que producen los frutos del Mío - mío (*Coriaria ruscifolia*), como se indica en la tabla 6-3.

Tabla 6-3: Evaluación del poder de cobertura de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Tipo de Curtiente vegetal	Poder de cobertura (puntos)	Autor
Extracto de amaranto	4.63	(Obando, 2013,)
Extracto de remolacha	4.50	(Huebla, 2019,)
Extracto de amaranto	4.38	(Nuñez, 2019,)
frutos Mío - mío (<i>Coriaria ruscifolia</i>)	4.34	(Hoyos, 2016,)

Realizado por: SHAGNAY, Jessica. 2020

Es decir que al tinturar con amaranto que alcanza una puntuación de 4.63 puntos se consigue la mejor calificación de poder de cobertura, por tanto se presenta en el material producido un color muy definido brillante y sobre todo muy intenso en toda la muestra, consiguiendo por lo tanto los tejidos elaborados presenten una belleza particular y sobre todo un producto menos contaminante, a continuación se ilustra en el gráfico 5-3

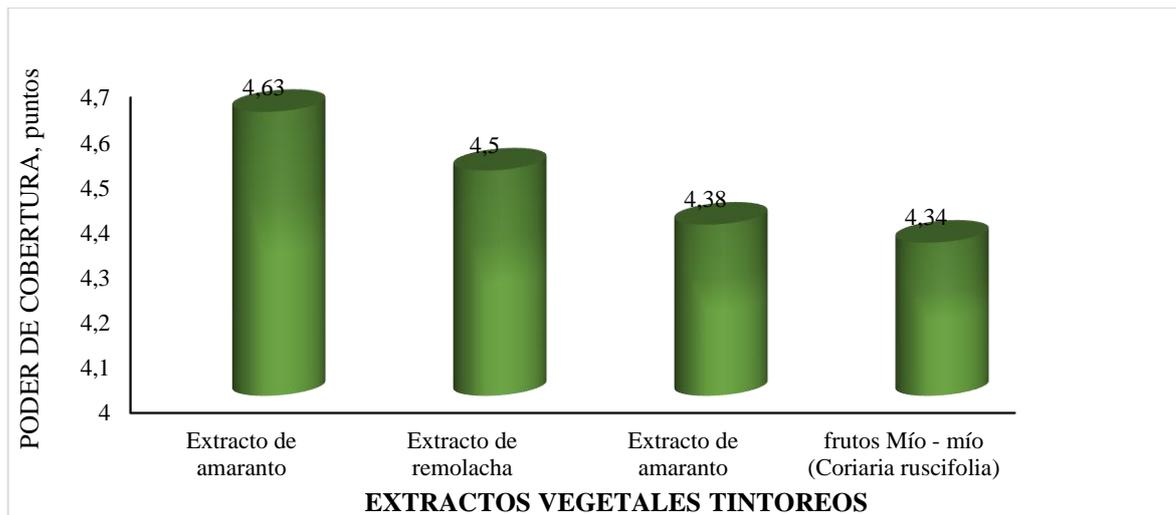


Gráfico 5-3: Evaluación del poder de cobertura de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales en la tintura ecológica

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Agila, 2013, pág. 67), quien manifiesta que la tintura con extractos vegetales soluciona el problema de la dependencia de la compra de anilinas químicas de alto costo, con colores demasiado fuertes y de gran impacto nocivo para la salud por contener sales de plomo y otros contaminantes, así como el escaso valor de la fibra de alpaca hilada sin teñir. La técnica de tintura ecológica permite el logro de colores atractivos, para obtener productos de alta calidad y belleza, rescatando técnicas tradicionales que han dejado de usarse

3.4. Análisis económico

Para (Nuñez, 2019,) al realizar el tinturando con amaranto utilizando 2 kg de fibra de alpaca obtuvo egresos de \$50.44, así como también se registraron ingresos de \$ 70.70, obteniendo una relación beneficio costo de 1,40 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 40%, como se aprecia en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Evaluación económica de la tintura ecológica de la fibra de alpaca utilizando diferentes extractos vegetales

EXTRACTO VEGETAL	RENTABILIDAD	AUTOR
Amaranto	40%	(Nuñez, 2019,)
Amaranto	27%	(Cardenas, 2010,)
Remolacha	24%	(Huebla, 2019,)
Guarango	21%	(Reyes, 2019,)

Realizado por: SHAGÑAY, Jessica. 2020

Asimismo, (Cardenas, 2010,) en los resultados del análisis económico con amaranto utilizando 1 kg de fibra de alpaca determino egresos de 148 dólares americanos. Estableciendo un total de ingresos de \$ 188,16 registrando una relación beneficio/costo de 1.27, es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 27%.

De acuerdo con (Huebla, 2019,), en el análisis económico del beneficio/costo de la tintura con extracto de remolacha, utilizando 1 kg de fibra de alpaca se reportó un total de egresos de 82.81 dólares americanos, y como ingresos un valor de \$ 103 con una relación B/C de 1,24 es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 24%.

Finalmente, (Reyes, 2019,), en la evaluación económica del guarango utilizando 1 kg de fibra de alpaca en el proceso de teñido consideró que, por concepto de egresos se obtienen valores de 125.15 dólares, con un total de ingresos de \$ 151.00, determinado una relación B/C de 1.21, es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 21%.

CONCLUSIONES

- Los tintes ecológicos se han convertido en una alternativa para contribuir a la disminución de la contaminación ambiental generada por las tinturas químicas, siendo una ayuda importante en el teñido de fibras de origen animal como la alpaca, ofreciendo una gama de colores, para la confección de prendas de vestir.
- Para las pruebas físicas de calidad de hilo teñido con tintes de origen vegetal, el amaranto presento los mejores resultados de 4.40 mm de resistencia tensilar, con un porcentaje de elongación de 51.79% y solidez a la luz de 4,47 puntos, seguido por el tinte a base de remolacha con el 4.31 mm de resistencia tensilar y un porcentaje de elongación 47,20% y en tercer lugar fue para las hojas de nogal 3,49 mm de resistencia tensilar y un porcentaje de elongación 76,77%. Demostrándose de esta manera que el teñido a base de tintes naturales cumplen con estándares de calidad.
- Para la prueba sensorial de intensidad a la luz de los diferentes tintes de origen vegetal el amaranto presento mayor intensidad de 4.80 puntos, y en cuanto al poder de cobertura el amaranto registro 4,63 puntos, seguidos por la remolacha de 4.50 puntos. La tintura de amaranto se destaca por presentar un color definido y brillante con características aceptadas en los mercados nacionales e internacionales.
- En cuanto al análisis económico que mejor resultados se obtuvo fue el del amaranto ya que se observó una relación de beneficio/costo de 1.40 dólares para el tinturado de 2 Kg de fibra, lo que permitió identificar que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 40%.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones

- Continuar con los estudios de parámetros de calidad de fibra de alpaca tinturada a base de amaranto ya que presenta los mejores resultados para el análisis de intensidad a la luz, intensidad de color y resistencia tensilar, destacándose como uno de los mejores tintes ecológicos.
- Generar procesos de tinturado combinado entre amaranto y nogal para establecer las diferentes gamas de colores y cuantificar y cualificar su calidad.
- Generar procesos para el análisis de residuos tóxicos presentes en el tinturado de fibra de alpaca pudiente presentar residuos en el proceso productivo (siembra y cosecha).
- Generar un paquete tecnológico que sirva de referencia para los artesanos, comunidades productoras de fibra de alpaca de la importancia del uso de tintes orgánicos para conservación del habitat.

GLOSARIO

- **Tintura :** Es el proceso en el que un material textil es puesto en contacto con una solución de colorante y lo absorbe de manera que habiéndose teñido ofrece resistencia a devolver el colorante al baño y el proceso molecular tintóreo es lo que llamamos cinética tintórea la cual se desarrolla bajo dos principios fundamentales que son: Compenetración entre colorante y fibra: La cual consiste en la absorción de colorante al interior de la fibra y su efecto es durable si una fibra se destiñe fácilmente es que no ha sido teñida. y Proceso tintóreo a nivel molecular: Son las diferentes fases por las que atraviesa una molécula de colorante. (Andrade, 2017, pág. 23)
- **Extractos vegetales:** Son aquellas partes de una planta medicinal que contienen en mayor o menor proporción uno o varios de los principios activos que se extraerán posteriormente; y son hojas, flores, frutos, tallos, raíces, semillas. Las hojas son ricas en heterósidos y alcaloides, el tallo es solo una vía de tránsito entre las raíces y las hojas sin embargo pueden tener los principios activos en la corteza o en la albura. La raíz extrae el agua con sales minerales del suelo y la bombea hacia las hojas, acumula a menudo azúcares, otras veces vitaminas y alcaloides; la flor también contiene principios activos sobre todo es rica en pigmentos. (Carrion, 2010, pág. 22)
- **Color:** El color no es una propiedad característica de las sustancias, sino una sensación producida en el ojo humano, según las condiciones de la luz reflejada por esas sustancias. El color propio de un cuerpo es la facultad que éste posee de absorber una parte de la luz que recibe y refleja el resto, por lo tanto, la luz es el agente que posibilita el acto de ver, se desarrolla por ondas de distintas longitudes y a diferentes velocidades, que son las que producen la sensación que denominamos color. (Paredes, 2002, pág. 13)
- **Tono:** Se entiende por tono a la cantidad de claridad u oscuridad que muestran las cosas y colores de la naturaleza según sea la luz que recibe. El valor es el grado que tiene un determinado tono: el blanco es el valor más claro y el negro el más oscuro. La escala de valor es el grado de luminosidad, es decir, la cantidad de luz que pueden reflejar los colores. Entonces los colores pueden ser clasificados por la cantidad de luz que reflejan, ya que todo color pasa gradualmente de la luz a la sombra o viceversa. (Paredes, 2002, pág. 15)
- **Colorante:** El colorante es una sustancia que se aplica a cualquier cuerpo para efectuar una modificación persistente del color original y que en varias formas de su aplicación, puede ser

disuelto o dispersado en un fluido, difundándose de este modo dentro del cuerpo a colorear.
(Paredes, 2002, pág. 16)

- **Colorantes Vegetales:** También conocidos como pigmentos, éstos se encuentran distribuidos en todo el reino vegetal a excepción de los hongos. Los colorantes vegetales se hallan en la naturaleza asociados con ciertas sustancias que intensifican o modifican su color, éstas tienen el nombre de copigmentos y pueden ser flavonas, flavonoles, taninos, ácidos y otros compuestos que no han podido ser identificados. (Paredes, 2002, pág. 31)
- **Fibra de alpaca:** La alpaca es una fibra ligera, cálida y resistente. No tiene nada que envidiar al cashmere en cuanto a suavidad y belleza, y compite con ventaja ante fibras más utilizadas como la lana de oveja o el mohair. En apariencia es muy parecida al pelo humano, y tiene un aspecto denso y lustroso. Viven en manadas numerosas que pastan todo el año en la meseta de los Andes, desde Ecuador, pasando por Perú, Bolivia, Chile y Argentina, siempre en una altitud superior a los 3000 metros sobre el nivel del mar. (Mendez, 2019)
- **Suavidad:** Está dada por el tipo de fibras que la componen; pueden ser finas o gruesas. La sensación de suavidad está dada por varios factores, entre ellos las escamas de la fibra, finura, humedad y carácter mismo de la fibra. La fibra de la raza Suri presenta una descamación no perceptible dándole un aspecto liso, brillante y confiriéndose una suavidad menor que la huacaya. (Aurelio, 2011, pág. 21)
- **Resilencia:** Es una característica textil que se manifiesta en la facilidad como la fibra se deforma y recobra su posición normal. La fibra de alpaca comparada con la lana, tiene lento poder fieltrante. (Aurelio, 2011, pág. 21)
- **Higroscopicidad:** Es la capacidad de las fibras textiles de absorber el agua de la atmósfera, alterando sus características de volumen y peso. Esta característica es importante en la comercialización de la fibra de alpaca, pues esta absorbe humedad en relación a la variación de la humedad relativa. (Aurelio, 2011, pág. 21)
- **Grasa del vellón:** El vellón de la alpaca tiene un contenido de grasa del 2% al 5% que es baja, comparado con la lana que es de 15% a 20%. **Propiedades Térmicas** El vellón que cubre a la alpaca, permite que estos animales puedan soportar las variadas temperaturas de la zona alto Andina; así como las fuertes lluvias del verano debido a sus especiales características como la presencia de una medula que contienen bolsas de aire que determinan un gran poder termostático e impermeabilidad. Este poder termostático permite que la fibra actúe como un

aislante térmico manteniendo la temperatura corporal en sus niveles normales. Todas estas características de la fibra de alpaca, le confieren al vellón una alta.

BIBLIOGRAFIA

ABARES, Alberto. Agricultural Commodities. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and. [En línea] 2015. [Consultado 28-08-2020] Disponible en: http://www.camaramercantil.com.uy/uploads/cms_news_docs/Cadena%20Ovina%20anuario%20OPYPA%202015%20.pdf

AGILA, Albertini. Características de la lana ovina. [En línea] 2013. [Consulta : 10 de Junio de 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/116617466/Caracteristicas-de-la-lana>.

ANDRADE RAMIREZ, Karina Narhiaty. Desarrollo e Implementación de un patrón de tintura de botones de poliéster con colorantes dispersos..[En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Carrera de Ingeniería Textil. Ibarra, Ecuador, 2017. pp. 23. [Consulta: 2020-07-02]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7412>

BUSTINZA, Victor. La alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. [En línea] 2011. [Consulta: 12 junio del 2020]. Disponible: <https://www.worldcat.org/title/alpaca/oclc/51878224>

BOHORQUES, Jimena. Productividad y distribución de fibra de alpaca en la región de Huancavelica: un análisis comparativo entre Huancavelica. [En línea] 2008. [Consulta: 12 de Junio de 2020]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3301>

CARDENAS SOLORZANO, Johnatan Ismael. Evaluacion del amaranto en la tintura de lana de ovinos con diferentes valores de ph utilizando suero de leche. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias .Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador, 2010. pp 52-59. [Consulta: 2020-07-02]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/809>

CARMNELI, Marianela. Características fisiológicas. [En línea] 2014. [Consulta 14 de junio del 2020]. Disponible <https://www.researchgate.net/publication/272350207> La alpaca y su principal producto La fibra una bondad de la naturaleza para el beneficio de la humanidad.

CARRILLO PILLAJO, Jenny Alexandra & SALGADO CUNIN, Veronica Gabriela. Implementación de un sistema de lavado de lana en el laboratorio de fibras y lana. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de

Ciencias Pecuarias Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador, 2017. pp 63. [Consulta: 2020-07-02]. Disponible: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7772>

CARRIÓN JARA, Ana Victoria & GARCÍA GÓMEZ, Cándida Rafaela. Preparación de extractos vegetales: Determinación de eficiencia de metódica. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Cuenca, Ecuador, 2010. pp 22. [Consulta: 2020-08-02]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2483>

CASIMIRO GONZALES, Sandra Elizabeth & GRANADOS CASO, Nérida Agripina. Determinación del principio activo del colorante presente en el prunus capuli cav (guindas) para el teñido de mezclas de lana de ovino y alpaca. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería Química. Huancayo, Perú, 2006, pp 55. [Consulta: 2020-09-02]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3685>

CHAMBILLA, Vitelino. Estructura histológica de la piel de llama (Lama glama). Univ. Nacional del Altiplano, Lima, Peru : 2013. pp 6-54

COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN. Normas de calidad para fibras y tejidos. Barcelona : CEN, 2013.

CORTEZ CERCADO, Harold Christopher. Identificación, Caracterización, Clasificación y Comparación entre el análisis de muestras en laboratorio utilizando el equipo Sirolán Laser Scan y el análisis microscópico en fibra de alpaca. [En línea] (Ingeniería). Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ciencias Veterinarias, Lima, 2017. pp 12-51. [Consulta 19-06-2020]. Disponible en: <https://vsip.info/proyecto-de-fibra-de-alcacpdf-pdf-free.html>

ESPARZA ENCALADA, Darwin Jose. Estudio comparativo del nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos textiles de tinte de lana, utilizando colorantes naturales y sintéticos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Internacional TEK, Quito, Ecuador. 2016, pp 25. [Consulta 20-06-2020] Disponible: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2441>

ESPIÑOZA, Mario. Análisis de producción de vicuñas en Lucanas, . 1^o ed. Lima. Lacunas, 2011. pp. 24-56.

GERMANÁ, et al. Estudio socioeconómico de los pastores andinos de Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina. [En línea]. 2016 [Consulta 22-06-2020]. Disponible en: <http://www.pastoresandinos.org/images/allegati/Estudio%20Socio-econ%20C3%B3mico%20sobre%20la%20Realidad%20de%20los%20Pastores%20Andinos.pdf>

GUTIERREZ, Leonardo. Las normas técnicas peruanas y su impacto en el desarrollo de los camélidos peruanos. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura. 2014.

GUZMAN, Pedro. Taxonomía y generalidades de los camélidos [En línea] 2019. [Consulta 16 de Junio de 2020]. Disponible en: <http://infoalpacas.com.pe/taxonomia-y-generalidades/>.

HOPKINS, Jeremias. Fuerzas de Van der Waals. [En línea]. 2012 [Consulta 23 de Junio del 2020]. Disponible en: https://engineering.case.edu/centers/sdle/sites/engineering.case.edu.centers.sdle/files/1802-acs.langmuir.5b00106_0.pdf

HOYOS MALLQUI, Marina. Evaluación de frutobos de mío- mío (cariarí ruscifalia) a distintos mordientes y parámetros de tef:jldo en fibra de alpaca (lama pacas).[En línea].(Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Facultad de Ingeniería. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Abancay - Peru . 2016. pp 26-53. [Consulta 25-06-2020]. Disponible: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T_0264.pdf

HUANCA, Thomas & APAZA, Norberto & LAZO, Arnoldo. Evaluación del diámetro de fibra en alpacas de las comunidades de los distritos de Cojata y Santa Rosa [En línea].Cusco, Perú. 2012. [consulta 27-06-2020] Disponible en: <https://docplayer.es/31849486-Evaluacion-del-diametro-de-fibra-en-alpacas-de-las-comunidades-de-los-distritos-de-cojata-y-santa-rosa-puno.html>

HUEBLA SOCAG, Wendy Karola & REA REA Jesica Micaela. Industrialización, Diseño y elaboración de atículos terminados con las fibras de alpaca [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador, 2019. pp 62 . [Consulta 03-07-2020]. Disponible: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/13503/1/27T0423.pdf>

ILLA CCARITA , Clodo Paulino & TAIRO HUAITA, Gloria. Teñido de fibra de alpaca suri (vicugna pacos) con carmín de cochinilla (*D11ctylopius coccus*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco , Cusco, Peru,

2015. pp. 57. [Consulta 10-07-2020]. Disponible:
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/180/253T20150082.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

JAQUE MESÍAS, Magaly Elizabeth & PÉREZ AGUIRRE, Andrea Estefanía. 2015. Prediseño de la mejor alternativa de tratamiento de las descargas liquidas generadas en la Industria "Textiles Maria Belen" [En linea]. (Trabajo de titulacion). Universidad Central Del Ecuador, Quito, 2015. pp. 17- 19. [Consulta:12-07-2020]. Disponible en:
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/180/253T20150082.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

JURADO, Milton. INIA capacitó a productores de la región Huánuco en manejo tecnificado de alpacas. [En línea] 2017. [Consulta: 29 de Junio de 2020.] Disponible:
<http://www.inia.gob.pe/?s=ALPACAS> Teonila santos.

LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES. Analisis de los ensayos fisicos. Riobamba, ESPOCH. 2019.

LOCK DE UGAZ, Olga. *Colorantes naturales*. Peru, Lima: Editorial Pontificia. 2007. pp. 34 -78.

MASDECO, Vladimir. Decoracion, Tintes Naturales . [En linea]. 2012 [Consulta: 18 de Julio de 2020]. Disponible en: <http://www.masdeco.cl/tintes-naturales/>.

MELLISHO, Eduardo. Producción de camélidos sudamericanos. Lima, Peru, 2019. pp 1-29

MENDEZ, Pilar. La fibra de la alpaca.[En linea]. 2019 [Consultado 20 de Diciembre del 2020]. Disponible: <https://www.aboutspanol.com/que-es-la-alpaca-3201503>

MONTES, Micaela & QUICAHÑO, Israel & QUISPE, Estuardo & ALFONSO, Leonardo. *Características de la fibra de alpaca Huacaya producida en la región Altoandina de Huancavelica, Perú. En: Actualidad sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética.* 1^o ed. Lima : Linares, 2008. pp. 12,34,56,78.

NEWMAN, Samuel & PATERSON Diego. *Variation in fleece characteristics over the body of alpaca.* Proc NZ. 1^o ed. Boston : Soc Anim Prod , 2011. pp. 13, 56:, 338-341. .

NUÑEZ MAZZA, Kimberly Amada. "Aplicación de diferentes tintes naturales para la obtención de hilo orgánico de lana de ovino". Revista Científica Polo del conocimiento [En

linea], 2020,(Ecuador) Vol. (08), pp. 1-20. [Consulta 20-08-2020] ISSN 2550 - 682X. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1646>

OBANDO PORTILLO, Ruth Elizabeth "Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales [En línea] (Trabajo de titulacion). (Ingeniera) , Universidad técnica del Norte, Ibarra, 2013. pp. 16-52. [Consulta 15-07-2020]. Disponible: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/2/Reporte%20T%c3%a9cnico%20en%20Espa%c3%b1ol-Ing%c3%a9s.pdf>

ORMACHEA, Edwin & CALSÍN Bilo & UBERTO, Olarte. " Características textiles de la fibra en alpacas huacaya ". Revista de Investigaciones Alto andinas. [En línea], 2015,(Puno) Vol(2),pp 1-51. [Consulta: 20-07-2020] ISSN 2306-8582. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5169793>

PAREDES MARTÍNEZ, Benigna Irene. Analisis y obtencion de colorante natural a partir de la baccharis litifolia (chilca). [En línea] [Ingeniería]. Universidad Tecnica del Norte. Facultad de Ciencia Aplicadas. Escuela de Ingeniería Textil. Ibarra, Ecuador. 2002. pp 13-31 [Consulta: 20-07-2020] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/639>

PAUCAR, Jhonn. El Nogal . [En línea] .2015 [Consulta: 28 de Julio de 2020.] Disponible: <http://www.ecotintes.com/content/es/nogal>.

PONCE GUEVARA, Gabriela Maribel & MORALES JÁCOM, Deisy Gabriela. Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales "Nogal (Junglans neotropica) y "Guarango" (Caesalpinia spinosa) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas "Wuarimi M. (En línea) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 2011.pp. 52. [Consulta: 01-08-2020] Disponible en:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/823/3/03%20REC%20141%20TESIS%20COMPLETA.pdf>

QUISPE, Ernesto. *Evaluación de características productivas y textiles de la fibra de alpacas Huacaya de la región de Huancavelica*, 1^oed. Puno - Perú. Simposio Internacional de Fibras de Camélido, 2010. pág. 1.

REYES CUENCA, Andreina Ivelice. Aplicacion de diferentes niveles de curtiente sintético en el acabado en humedo de las pieles ovinas. (En línea).(Ingeniería). Escuela Superior

Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias Carrera de Ingenieria en Industrias Pecuarias. Riobamba - Ecuador . 2019. pp. 59 [Consulta: 03-08-2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/13432/1/27T0407.pdf>

ROSALES, Jacinto. Tintes naturales como se tiñe la lana . [En linea]. 2017 [Consulta 18-08-2020] Disponible en: <https://bycousinas.com/tintes-naturales-lana/>.

ROSSI, Valentina. *La Alpaca características generales.* Lima, Peru, 2008. pp 18,32,41

TAPIA, Cesariano. *Estudio preliminar de la densidad y relación folicular de la piel de alpacas de la variedad Suri.* Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima- Peru. 2013. pp. 31

UNE en ISO 105-A02:1993. *Ensayos de solidez del color. Parte A02: Escala de grises para evaluar la degradación. Normas de calidad para fibras y lanas .* Barcelona, España : s.n., 22 de Marzo de 2012.

VILLAVICENCIO, Belén. Como obtener tintes naturales [En linea]. 2012. [Consulta: 23 de Agosto del 2020]. Disponible en: <http://www.masdeco.cl/tintes-naturales/>.

ANEXOS

Anexo A. Resistencia tensilar de la fibra coloreada con diferentes niveles de amaranto (Cardenas, 2010,)

a. Mediciones experimentales

Tratam	ENSAYOS	I	II	III	IV	SUMA	MEDIA
T1	1	4,10	4,20	4,10	4,50	16,90	4,23
T1	2	4,60	4,50	4,30	4,20	17,60	4,40
T2	1	3,60	3,50	3,20	3,70	14,00	3,50
T2	2	3,80	3,20	3,50	3,40	13,90	3,48
T3	1	3,10	3,00	3,10	2,98	12,18	3,05
T3	2	2,96	2,95	3,30	3,10	12,31	3,08

b. Análisis de varianza

F.V	G.L	SC	CM	FISHER		D.E.	
				CAL	TAB		
Total	23	7,17	0,31				
Tratamientos	5	6,54	1,31	37,52			
Facotr A	2	6,47	3,24	92,88	3,55	6,01	**
Factor B	1	0,02	0,02	0,64	4,41	8,29	ns
Inter A*B	2	0,04	0,02	0,61	3,55	6,01	ns
Error	18	0,63	0,03	1,00			

c. Separación de medias

POR EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO
T1	4,31	a
T2	3,49	b
T2	3,06	c

POR EFECTO DE LOS ENSAYOS

ENSAYO	MEDIA	RANGO
E1	3,59	a
E2	3,65	a

Anexo B: Estadísticas de la solidez a la luz de la fibra de alpaca utilizando diferentes tipos de detergentes en el lavado manual. (Nuñez, 2019,).

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

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

Promedio: 3.07

Coefficiente de variación: 21.47

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

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

Prob: > 0.05: no existen diferencias estadísticas.

Coefficiente de variación ajustado: 6.59

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

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

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



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21/07/2021

INFORMACIÓN DE LA AUTORA	
Nombres – Apellidos: JESSICA PAOLA SHAGÑAY CANDO	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: CIENCIAS PECUARIAS	
Carrera: INGENIERIA ZOOTÉCNICA	
Título a optar: INGENIERA ZOOTECNISTA	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Firmado electrónicamente por: ELIZABETH FERNANDA AREVALO MEDINA

