



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“UTILIZACIÓN DE CREMOR TÁRTARO EN LA ELABORACIÓN
DE TINTE DE SUBPRODUCTO DE MATADERO PARA EL
TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: DENYS JAVIER LLAMUCA COLCHA

DIRECTORA: Ing. MARITZA LUCIA VACA CÁRDENAS, Mg.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Denys Javier Llamuca Colcha

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

Yo, Denys Javier Llamuca Colcha, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 22 de agosto de 2023



Denys Javier Llamuca Colcha

060452631-9

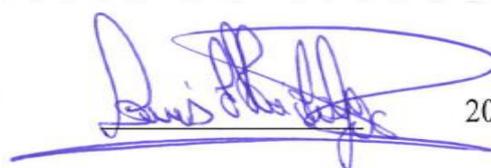
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**UTILIZACIÓN DE CREMOR TÁRTARO EN LA ELABORACIÓN DE TINTE DE SUBPRODUCTO DE MATADERO PARA EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA**”, realizado por el señor: **DENYS JAVIER LLAMUCA COLCHA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



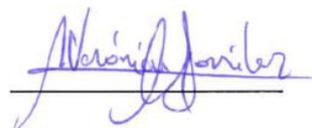
2023-08-22

Ing. Maritza Lucia Vaca Cárdenas, Mg.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-08-22

Bqf. María Verónica González Cabrera, Mg.
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-08-22

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis queridos padres, Juan y Delia, hermanos Brayan, Juan Sebastián y Fernando, a mis abuelitos Fidel, Josefina y Consuelo que son las personas más importantes en mi vida, que han sido mi inspiración para nunca darme por vencido ante cualquier adversidad y apoyarme incondicionalmente terrenalmente como celestialmente durante mi carrera universitaria. Para todos ustedes con todo mi amor se logró siuuu.....

Denys

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por haberme guiado y protegido durante toda mi vida académica, agradezco también a mis amigos Mayra, Johanna y John con quienes hemos compartido una grata experiencia y habernos apoyado incondicionalmente desde el inicio de esta experiencia universitaria hasta la culminación de la misma. Un agradecimiento especial a la prestigiosa Escuela Superior Politécnica de Chimborazo precisamente a la Facultad de Ciencias Pecuarias por haberme dado la oportunidad de cumplir un meta más en mi vida y también a mis docentes y en especial a mis tutores Ing. Maritza Vaca y Bqf. Verónica González, por haberme apoyado a lo largo de este trabajo.

Denys

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Generalidades de la Alpaca.....	3
1.1.1. <i>Antecedentes.....</i>	3
1.1.2. <i>Camélidos Sudamericanos en el mundo y en el Ecuador.....</i>	3
1.1.3. <i>Alpaca.....</i>	5
1.1.3.1. <i>Suri.....</i>	6
1.1.3.2. <i>Huacaya.....</i>	6
1.2. Fibra de Alpaca.....	7
1.2.1. <i>Estructura de la fibra de alpaca.....</i>	7
1.2.1.1. <i>Cutícula.....</i>	7
1.2.1.2. <i>Capa Cortical.....</i>	7
1.2.1.3. <i>Médula.....</i>	8
1.2.2. <i>Características físicas de la fibra de alpaca.....</i>	8
1.2.2.1. <i>Diámetro.....</i>	8
1.2.2.2. <i>Longitud.....</i>	9
1.2.2.3. <i>Rizamiento u ondulación.....</i>	9
1.2.2.4. <i>Resistencia.....</i>	9
1.2.2.5. <i>Elongación.....</i>	10
1.2.3. <i>Clasificación de la fibra de alpaca.....</i>	10
1.3. Subproductos de matadero.....	11
1.3.1. <i>Sangre Bovino.....</i>	11
1.3.1.1. <i>Hemoglobina.....</i>	11
1.3.1.2. <i>Descripción de la sangre bovina.....</i>	12
1.3.1.3. <i>Usos de la Sangre.....</i>	12
1.4. Colorantes.....	13

1.4.1.	<i>Generalidades</i>	13
1.4.2.	<i>Tintes de origen natural</i>	13
1.4.3.	<i>Tintes artificiales</i>	13
1.5.	Mordientes	13
1.5.1.	<i>Cremer tartaro</i>	14
1.6.	Tinturado	14
1.6.1.	<i>Primera fase o Disolución del colorante</i>	15
1.6.2.	<i>Segunda fase o Adsorción</i>	15
1.6.3.	<i>Tercera fase o Difusión</i>	15
1.6.4.	<i>Cuarta fase o Mitigación</i>	16
1.6.5.	<i>Factores que influyen en el proceso de tinturado</i>	16
1.6.5.1.	<i>pH</i>	16
1.6.5.2.	<i>Temperatura</i>	16
1.7.	Análisis del tinte	17
1.7.1.	<i>Índice de refracción</i>	17
1.7.2.	<i>pH</i>	17
1.8.	Norma ISO:12647	17

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	18
2.1.	Localización y duración del experimento	18
2.2.	Unidades experimentales	18
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	18
2.3.1.	<i>Materiales</i>	18
2.3.2.	<i>Equipos</i>	19
2.3.3.	<i>Insumos</i>	19
2.3.4.	<i>Instalaciones</i>	19
2.4.	Tratamiento y Diseño experimental	20
2.5.	Mediciones Experimentales	20
2.5.1.	<i>En el tinte</i>	20
2.5.2.	<i>En el hilo teñido</i>	21
2.5.3.	<i>Análisis económico</i>	21
2.6.	Análisis estadístico y prueba de significancia	21
2.7.	Proceso experimental	22
2.7.1.	<i>Trabajo de laboratorio</i>	22
2.7.1.1.	<i>Centrifugado</i>	22

2.7.1.2.	<i>Premordentado del hilo</i>	22
2.7.1.3.	<i>Teñido</i>	23
2.8.	Metodología de evaluación	23
2.8.1.	<i>Índice de refracción</i>	23
2.8.2.	<i>Determinación de pH</i>	24
2.8.3.	<i>Pruebas físicas de la fibra de alpaca</i>	24
2.8.3.1.	<i>Solidez a la luz (escala del 1 al 5)</i>	24
2.8.3.2.	<i>Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación</i>	25
2.8.4.	<i>Mediciones económicas</i>	25
2.8.4.1.	<i>Beneficio Costo</i>	25

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	26
3.1.	Obtención del tinte	26
3.2.	Comparación del tinturado y codificación de cada tratamiento realizado.	26
3.3.	Evaluación del índice de refracción y pH del tinte de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro.	28
3.3.1.	<i>Índice de refracción</i>	28
3.3.2.	<i>pH</i>	29
3.4.	Evaluación de las propiedades físicas de la fibra de alpaca teñida de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro.	30
3.4.1.	<i>Solidez a la luz</i>	31
3.4.2.	<i>Resistencia a la tensión</i>	32
3.4.3.	<i>Porcentaje de elongación</i>	33
3.5.	Beneficio Costo	34

CONCLUSIONES.....	36
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	37
----------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Producción Mundial de Alpacas.....	4
Tabla 1-2: Clasificación Taxonómica de la Alpaca	5
Tabla 1-3: Clasificación por grupo de calidades; sus requisitos (NTP 231.301:2004).....	10
Tabla 1-7: Características del cremor tártaro	14
Tabla 2-1: Esquema del experimento.....	20
Tabla 2-2: Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	21
Tabla 2-3: Escala de grises 5 puntos.....	24
Tabla 3-1: Codificación del color obtenido de los tratamientos.	27
Tabla 3-2: Evaluación del índice de refracción y pH del tinte.....	28
Tabla 3-3: Caracterización del hilo de la fibra de alpaca tinturada con tinte.....	31
Tabla 3-4: Beneficio costo de teñido del hilo de fibra de alpaca con tinte de subproducto de matadero y cremor tártaro.....	34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Alpacas en el páramo	5
Ilustración 1-2: Alpaca Suri	6
Ilustración 1-3: Alpaca Huacaya	6
Ilustración 1-4: Estructura de la fibra de Alpaca	7
Ilustración 1-5: Medulación en los Camélidos Sudamericanos.....	8
Ilustración 1-6: Cremor tártaro industrial.....	14
Ilustración 3-1: Índice de refracción del tinte con diferentes niveles de cremor tártaro	29
Ilustración 3-2: pH del tinte con diferentes niveles de cremor tártaro	30
Ilustración 3-3: Solidez a la luz del hilo tinturado con diferentes niveles de cremor tártaro. ...	32
Ilustración 3-4: Resistencia a la tensión del hilo tinturado con cremor tártaro.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ESTADÍSTICA DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN .

ANEXO B: ESTADÍSTICA DEL PH .

ANEXO C: ESTADÍSTICA DE LA SOLIDEZ A LA LUZ (PUNTOS)

ANEXO D: ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN

ANEXO E: ESTADÍSTICA DEL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%)

ANEXO F: CENTRIFUGADO DE LA SANGRE.

ANEXO G: HILO DE FIBRA DE ALPACA TEÑIDA

ANEXO H: PRUEBAS DE PH E ÍNDICE DE REFRACCIÓN.

ANEXO I: PRUEBAS DE SOLIDEZ A LA LUZ, RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y
ELONGACIÓN DEL HILO TINTURADO CON CREMOR TÁRTARO.

RESUMEN

El presente trabajo experimental tuvo como objetivo utilizar diferentes niveles de cremor tártaro (5%, 10% y 15%) con tinte de subproducto de matadero (hemoglobina) obtenido de la sangre bovina para el teñido de fibra de alpaca; la misma que se llevó a cabo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, facultad de Ciencias Pecuarias en el laboratorio de Fibras Agroindustriales, la fibra de alpaca fue obtenida de la estación experimental Aña Moyocancha, a partir de la cual fue transformada hasta el teñido del hilo. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), por lo que se contó con 16 unidades experimentales con un peso de 250 gramos de hilo de fibra de alpaca en madejas, distribuidas en 4 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 4000 gramos de hilo de fibra de alpaca (4 kg). Las variables estudiadas fueron: pH e índice de refracción en el tinte y en el hilo la prueba de solidez a la luz (escala de 5 puntos), resistencia a la tensión (N/cm²), elongación (%) y beneficio costo (\$). Los análisis físico-químicos en el tinte registraron un mayor valor de índice de refracción 1,23 y pH 4,43 al emplear el 15% de cremor tártaro y en cuanto a las pruebas físico- mecánicas se reportaron los valores más altos de solidez a la luz (5 puntos), resistencia a la tensión (10067,19 N/cm²), elongación (33,93 %) y el beneficio costo de \$1,20. Se concluye que el 15% de cremor tártaro presentó los mejores atributos para la calidad del hilo ya que fue el tratamiento que presentó mejores resultados en las pruebas físico-químicas del tinte y físico-mecánicas del hilo, adicionalmente se recomienda realizar un estudio de factibilidad con relación a dicho nivel de concentración de cremor tártaro.

Palabras clave: <SANGRE BOVINA>, <CREMOR TÁRTARO>, <SOLIDEZ A LA LUZ>, <RESISTENCIA A LA TENSIÓN>, <ELONGACIÓN>, <ALPACA (*Vicugna Pacos*)>, <MORDIENTES (INDUSTRIA TEXTIL)>.



ABSTRACT

This experimental study aimed to combine different levels of cream of tartar (5%, 10%, and 15%) with byproduct dye (hemoglobin) obtained from bovine blood for dyeing alpaca fiber. The research was conducted at the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Faculty of Animal Sciences, in the Fiber Agro-Industrial Laboratory. The alpaca fiber used in this study came from the Aña Moyocancha experimental station and was processed from raw fiber to dyed yarn. The methodology in this study included a completely randomized design (CRD). The experimental units comprised 250 grams of alpaca fiber yarn in skeins, distributed into four treatments with four replications, totaling 4000 grams of alpaca fiber yarn (4 kg). The variables in this study included pH and refractive index in the dye and the yarn. Other variables also included lightfastness (on a 5-point scale), tensile strength (N/cm²), elongation (%), and cost-benefit analysis (\$). The physical-chemical analyses of the dye revealed the highest refractive index value (1.23) and a pH of 4.43 when using 15% cream of tartar. Considering the physical-mechanical tests, the highest values were reported for lightfastness (5 points), tensile strength (10,067.19 N/cm²), elongation (33.93%), and a cost-benefit ratio of \$1.20. In conclusion, the concentration of 15% tartar cream demonstrated the best attributes for yarn quality since it yielded higher results in the physical-chemical properties of the dye and the physical-mechanical properties of the yarn. Additionally, it is recommended to conduct a feasibility study regarding the use of this concentration of cream of tartar.

Keywords: <BOVINE BLOOD>, <CREAM OF TARTAR>, <LIGHTFASTNESS>, <TENSILE STRENGTH>, <ELONGATION>, <ALPACA (*Vicugna Pacos*)>, <MORDANTS (TEXTILE INDUSTRY)>.



Lic. Mónica Logroño B

060274953-3

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria textil emplea tintes sintéticos para disminuir los costos primarios en la producción y fabricación de vestimentas de forma masiva, sin analizar el impacto que se provoca en la contaminación del medio ambiente. De acuerdo con reportes de la Universidad de Cambridge, en el proceso de tinturar las prendas solo una camisa en promedio utiliza de 16 y 20 litros de agua, donde el 80% del tinte utilizados se adhiere al producto mientras que el resto se desecha, de igual forma en Europa se eliminan alrededor de 200.000 toneladas anuales de sales producto del tinturado que contaminan el medio ambiente (Suspiro, 2015).

Sin embargo, a principios del siglo XXI, la investigación en la academia ha hecho factible la utilización de tintes naturales en el mercado debido a sus bajos costos e impacto a la naturaleza, indicando el interés de los consumidores que se han vuelto más conscientes por su salud y por el impacto ambiental que produce los tintes sintéticos, ocasionando una mayor demanda por productos que utilizan tintes naturales y sostenibles (Seguin, 2022).

De la misma forma (Palacios, 2022, p. 32) menciona que en la industria textil el uso de mordientes que permitan realzar y dar una coloración adecuada a las prendas es importante, ya que se destaca la acción sobre la estructura y durabilidad, entre estos se denota al cremor tártaro, el cual es usado para teñir lana y seda, debido a su efectividad y menor impacto en relación al efecto que produce en la estructura de la fibra, al tratarse de una sal no tóxica tiene una menor incidencia en la composición estructural de la fibra de alpaca.

Con respecto a los residuos que se generan en las Plantas de Faenamiento Animal “mataderos” alrededor del 97% corresponde al contenido ruminal, pelos, cascos, cálculos biliares, bilis, piel, estiércol, sangre, entre otros, que tienen una incidencia significativa en la contaminación de recursos como el agua, suelo y aire, que sumándose al mal manejo sanitario de las instalaciones se las cataloga como verdaderas amenazas para la salud por su impacto en el medio ambiente (Quiroga y Pabón, 2008, p. 7).

Una de las alternativas para disminuir la contaminación por efecto del faenamiento es el uso de la sangre bovina debido a su pigmento denominado hemoglobina que tiene una mayor demanda química de oxígeno (DQO) en relación a otros mataderos de especies menores, por lo que el almacenamiento y tratamiento de la sangre para la industria textil como un colorante natural puede ayudar a las depuradoras de aguas residuales que en efecto generan problemas medioambientales día a día debido a procesos de tratamiento residual (Villa, 2006, p. 2).

El uso de nuevas técnicas de coloración por parte de la industria textil establece la importancia de la investigación a través de métodos más efectivos que se evidencia mediante la academia, la cual ofrece alternativas sustentables en la línea textil que busca como objetivo primordial la disminución del impacto al ambiente por efecto de productos químicos que no se desnaturalizan de forma segura y eficiente, estas tendencias de mercado han provocado un cambio radical en los procesos de teñido que pequeñas empresas artesanales que se aplican en la utilización de lana de oveja y fibra de alpaca que constituyen uno de los principales medios de sustento para muchos productores de las zonas andinas localizadas en América (Simbaina, 2015, pp. 3-4).

Mediante este trabajo de investigación se determinó las diferentes características que presenta el proceso de tinturado en la fibra de alpaca utilizando subproducto del matadero como lo es la sangre, ya que posee un pigmento natural (hemoglobina) que ayuda en la obtención de tintes. De tal manera la utilización de tintes naturales en la aplicación del teñido de alpaca genera nuevas líneas de estudio solventado la necesidad de utilizar colorantes químicos que afectan significativamente al medio ambiente y a la salud del ser humano.

Con respecto al uso de diferentes niveles de cremor tártaro (5%, 10% y 15%) en la elaboración de tinte de subproducto de matadero (sangre) para el teñido de fibra de alpaca se establecieron los siguientes objetivos;

- Extraer un tinte a partir del subproducto de matadero (sangre).
- Determinar el mejor porcentaje de cremor tártaro 5%, 10% y 15% para el proceso de teñido del hilo de fibra de alpaca con el uso del tinte extraído a partir de subproductos de matadero.
- Evaluar el índice de refracción y pH del tinte, así como las propiedades físico-mecánicas de solidez a la luz, resistencia y elongación del hilo de fibra de alpaca teñida.
- Identificar el beneficio costo del proceso de tinturado del hilo de fibra de alpaca.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades de la Alpaca

1.1.1. Antecedentes

De acuerdo a datos históricos en América, las culturas que empezaron con la domesticación de animales se ubicaron en el sur del continente, especialmente en las zonas que ahora son los países andinos hace aproximadamente unos 6000 años antes de Cristo. En efecto, en la misma época se inició la domesticación de vicuñas y guanacos, especies de las que derivan las actuales alpacas y llamas, respectivamente. Este proceso de formación de las razas se consolidó durante el período incaico (Franco et al., 2009, p. 9).

Las diferentes investigaciones científicas indican que los camélidos sudamericanos vivían en su actual hábitat hace por lo menos unos 10.000 años, esto debido a los restos óseos y las pinturas rupestres de camélidos encontrados en Perú, a 4.000 msnm y que éstas datan de entre 10.000 y 8.000 años antes de Cristo. También se cree que los camélidos migraron a Sudamérica desde Norteamérica hace aproximadamente 3.000.000 de años (Sepúlveda, 2011, p. 7).

1.1.2. Camélidos Sudamericanos en el mundo y en el Ecuador

En el mundo los camélidos sudamericanos están distribuidos en la zona de la Cordillera de los Andes en América del Sur, desde Ecuador, Perú, Bolivia, Chile hasta Argentina. Los principales productores de camélidos sudamericanos son Perú y Bolivia en la cual se concentra las zonas geográficas de condiciones extremas donde en muchos casos es la única actividad productiva posible, sin embargo, la alpaca no es únicamente un animal de crianza exclusiva de Sudamérica, ya que su crianza se ha desarrollado en diferentes países de otros continentes, principalmente Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Canadá, generando el interés por desarrollar su crianza en otros países (Coeli, 2015, p. 13). De acuerdo con (AVSF, 2013, p. 2) la producción y comercialización de la fibra de alpaca es un proceso dinámico y complejo donde intervienen una serie de actores a nivel mundial. Esta cadena textil es sin duda una de las más extensas e internacionales, pues se mantiene su crianza y transformación primaria en los países del sur, la transformación radica en países de Asia (China, Bangladesh, etc.) y la confección, comercialización y consumo mayoritariamente en Europa.

Tabla 1-1: Producción Mundial de Alpacas

País	Nº de Alpacas
Perú	3.597.753
Bolivia	373.640
Chile	28.551
Australia	300.000
Estados Unidos	169.163
Canadá	25.509
Nueva Zelanda	15.372

Fuente: (AVSF, 2013, p. 3)

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

La población de camélidos Sudamericanos en el Ecuador forma parte de la vida del páramo y de sus habitantes, existen camélidos sudamericanos silvestres; vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*), y domésticos; alpaca (*Vicugna pacos*) y llama (*Lama lama*). En el país, no se dispone de guanacos. En cuanto a su población, el último censo oficial de camélidos sudamericanos se realizó en el año 2005 (FAO), donde se detalla la población de 10.286 llamas, 6.595 alpacas y 2.455 vicuñas. En cuanto a la vicuña, el Ministerio de Ambiente del Ecuador ha realizado el último estudio poblacional en el año 2014 registrando un total de 5.989 vicuñas a nivel nacional, incluyendo las vicuñas de la Reservas de Producción de Fauna Chimborazo y las ubicadas en la comunidad San José de Tipín en Guamote (Segovia, 2015, p.3).

Actualmente el Ministerio de Agricultura y Pesca (MAGAP) y de la Agencia de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) recorren las zonas rurales de los cantones Azogues, Biblián y Cañar, para registrar las alpacas mediante el Sistema de Trazabilidad Animal en Camélidos siendo una iniciativa gubernamental que busca por primera vez conocer cuál es la población y situación real de las alpacas en el país. Alrededor de 300 alpacas fueron identificadas, esto con el fin de promover la crianza, cuidado y manejo de hatos alpaqueros a través de técnicas de mejoramiento genético y reproducción natural para regenerar la producción de fibra de alpaca; la actividad está correlacionada al “Programa Nacional de Manejo y Comercialización de Ovejas, Caprinos y Camélidos” (MAGAP, 2023).

1.1.3. Alpaca



Ilustración 1-1: Alpacas en el páramo

Fuente: (Sánchez, 2023)

La alpaca (*Vicugna pacos*) es un mamífero doméstico de la familia de los camélidos, son animales pequeños que miden aproximadamente 1 metro de altura, su masa corporal cuando alcanza su edad adulta se encuentra entre los 60 y 75 kg; estos camélidos pueden vivir entre 20-25 años y la producción de fibra es de 3 y 6 kg por año (Sánchez, 2015, p. 3).

Forman parte de los “Artiodáctilos” que son animales con un par de dedos para cada pie y los “Tilópodos”, es decir que tienen la planta del pie insensible, es decir en forma de almohadilla. Ostentan dientes inferiores y una almohadilla dental superior, por esta razón son incapaces de morder; además es un animal esbelto cuya longitud del cuello es igual a dos tercios de la longitud de la espalda y cuya longitud de la pierna corresponde a la longitud del cuello (Contreras, 2019, p. 7).

La Alpaca es un animal más pequeño que la llama, su cabeza es más corta y cuenta con la presencia de fibra de igual forma que en sus extremidades (manos y patas). Cabe mencionar que su fibra es más fina que la de la llama.

La clasificación taxonómica de la alpaca se detalla a continuación en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Clasificación Taxonómica de la Alpaca

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Suborden	Tylopoda
Familia	Camélidos
Tribu	Lamini
Género	Vicugna
Especie	Vicugna pacos

Fuente: (Contreras, 2019, p. 7)

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

1.1.3.1. Suri

Las alpacas de esta raza son más pequeñas que las Huacayas y presentan menor resistencia a las diferentes condiciones climáticas en el altiplano ya que la fibra crece en forma paralela al cuerpo, es decir, en dirección al piso formando rulos independientes a través de todo el cuerpo lo que hace que sean más vulnerables a enfermedades, el crecimiento anual oscila entre 10.4 a 20 cm de longitud (Sánchez, 2015, p. 12). Se recomienda su crianza en zonas resguardadas del frío y de baja altitud. Las alpacas Suri por lo general se caracterizan por tener contornos delicados y rizos que caen por el costado de todo el cuerpo, son más finos y brillantes (Sepúlveda, 2011, p. 13).



Ilustración 1-2: Alpaca Suri

Fuente: (Skorek, 2023)

1.1.3.2. Huacaya

La raza Huacaya es la más cuantiosa, siendo el 85% del total de población de alpacas en el Perú, son animales más grandes que las Suri presentando abundante fibra que crece en forma perpendicular al cuerpo de la alpaca dando al animal una apariencia redondeada, esponjosa y voluminosa lo que les permite ser más resistentes a las condiciones climáticas y de altitud; siendo de 9 a 12 cm de longitud el crecimiento anual de la fibra (Sánchez, 2015, p. 14). Entre sus principales características poseen mayor alzada que la raza suri, contornos más toscos y voluminosos, sin embargo, presentan rizos que muestran la finura de la fibra (Sepúlveda, 2011, p. 13).



Ilustración 1-3: Alpaca Huacaya

Fuente: (Llamuca, 2023)

1.2. Fibra de Alpaca

La fibra de alpaca es un producto de origen animal conformado por células proteicas principalmente de queratina, siendo una fibra rizada, suave, brillante, flexible y más larga, pero no elástica que la lana de oveja; su tejido es muy cotizado en la fabricación de prendas textiles de alta calidad y presenta una alta importancia en su exportación debido a que es agradable al tacto y brinda confort (Terroba, 2020, p. 2).

1.2.1. Estructura de la fibra de alpaca

1.2.1.1. Cutícula

Corresponde a la parte exterior de la fibra, constituida por un grupo de células planas que se intercalan a manera de un tejido o de manera similar a las escamas de un pez. En las fibras finas los bordes de las escamas están unidos unos con otros aportando mayor suavidad al tacto, en cambio las fibras gruesas tienden a distanciarse una de otra en sus bordes. Entre las fibras de alpaca Huacaya como la Suri se presenta una diferencia en relación a las escamas y la cutícula, estudios realizados en la Universidad Agraria, por cada 100 micras de fibra suri, se determina un promedio de 10 escamas, mientras que de la especie huacaya solo 9.7 escamas como promedio (Universidad Tecnológica del Perú, 2010, p. 81, citado en Copara, 2017, p. 104).

1.2.1.2. Capa Cortical

Es la parte fundamental de la fibra, responsable de la mayoría de propiedades textiles como la resistencia, elasticidad y propiedades tintóreas. Está compuesto por células largas, finas y planas en forma de cigarrillos que presentan un núcleo cerca del centro que se denominan células corticales, las mismas que a su vez están formadas por fibrillas más pequeñas (Álvarez, 1997, citado en Illa & Tairo, 2015, p. 7).

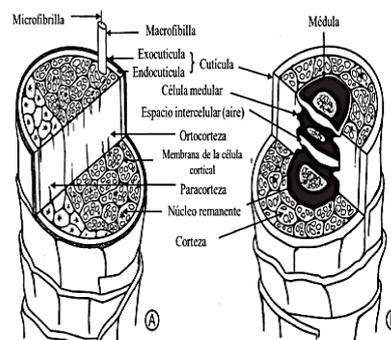


Ilustración 1-4: Estructura de la fibra de Alpaca

Fuente: (Powell & Rogers, 1997)

1.2.1.3. Médula

Constituye a la sección transversal de la fibra de alpaca, la médula se presenta como una demarcación central oscura o hueca que puede ser más amplia e irregular a medida que el diámetro de la fibra aumenta; además esta medulación provoca una mayor refracción de la luz por estar el espacio lleno de aire, lo que provoca que las fibras una vez tinturadas se decoloren frente a la exposición de la luz (Álvarez, 1997, citado en Illa & Tairo, 2015, p. 6).

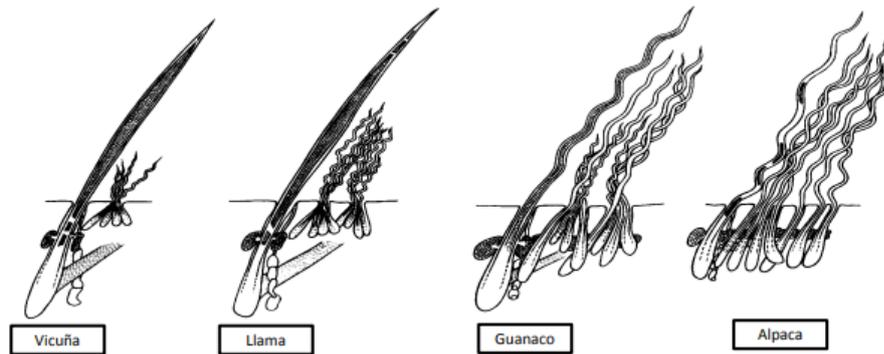


Ilustración 1-5: Medulación en los Camélidos Sudamericanos

Fuente: (McGregor, 2015)

1.2.2. Características físicas de la fibra de alpaca

1.2.2.1. Diámetro

El diámetro de la fibra de alpaca representa el grosor, calibre o finura, la variabilidad de la fibra de alpaca depende de las diferentes zonas del vellón, tal como la del pecho en donde se presentan fibras con los más altos diámetros. Así mismo el diámetro de la fibra disminuye en la dirección antero superior y aumenta en grosor en la región del costillar. Las fibras de mayor diámetro se encuentran en la región del pecho y de las extremidades con un promedio de 40 micras. Contrariamente, las fibras de menores diámetros se encuentran en la línea media superior del animal con un promedio de 19 micras de diámetro (Sánchez, 2015, p. 10).

Un buen diámetro de la fibra es decir una adecuada finura, grosor o calibre determina el uso textil en la industria, una buena finura se considera de 12 a 14 micras. Fibras finas serán aptas para hilados y tejidos finos; en cambio fibras gruesas serán para tejidos burdos o de menor calidad (Zárate, 2013, p. 5).

1.2.2.2. Longitud

El crecimiento de la fibra varía según la raza, edad, sexo y de la zona del país que se considere; la fibra tiene un periodo de crecimiento generalmente de un año, o lo que sería igual al intervalo entre dos esquilas. La longitud de mecha, corresponderá a los promedios para cada raza: raza Huacaya 12.46 y 14.26 cm de crecimiento en 1 año y raza suri 12.53 hasta 15.16 cm de crecimiento en 1 año (Flores, 2009, pp. 11-12).

Independientemente de la finura, la longitud determina el futuro uso de la fibra, ya que, si la fibra excede a los 7 cm, este material será destinado para el proceso del peinado es decir para confección de telas finas; caso contrario su uso estaría en la de cardado en la fabricación de mantas, frazadas, alfombras, chompas, etc (Zárate, 2013, p. 6).

1.2.2.3. Rizamiento u ondulación

Es el número de rizos que presenta la fibra, es una característica es de las fibras finas debido a la selección y mejoramiento del rebaño. Las fibras rizadas están relacionadas de manera directa con el diámetro de fibra y presentan eficientes cualidades textiles, debido a su capacidad de elasticidad y torsión durante el hilado (Zárate, 2013, p. 6).

1.2.2.4. Resistencia

Es la fuerza que presenta la fibra al ser estirada sin que está se rompa. Esta característica es importante para tomar en cuenta en los siguientes procesos como: cardado, peinado, tejido, etc. En el ámbito industrial si las fibras se rompen cerca a la punta de la mecha, contribuyen a aumentar el subproducto del peinado (Noil o Blousse). Por otra parte, si las fibras se rompen en su parte media, no se ve afectado el aumento del subproducto, pero afecta a la longitud media final de la lana peinada. Por estas razones, es importante la resistencia de la mecha y la posición donde estas se quiebran (Sánchez, 2015, p. 7).

Se estima que la fibra de alpaca es tres veces más resistente que la lana de oveja. Otro de los factores internos y externos que afectan de manera directa en la resistencia de la fibra son: aspectos la edad, enfermedades cutáneas y parasitarias, gestación, deficiencias alimenticias y las condiciones climáticas (sol y lluvia) (Zárate, 2013, p. 6).

1.2.2.5. *Elongación*

Indica la máxima longitud a la que la fibra puede ser estirada al aplicar una fuerza determinada, luego de la cual podrá recuperar su estado inicial. La fibra de alpaca huacaya comúnmente presenta una mayor elasticidad que la fibra de alpaca suri (Quispe, 2011, citado en Illa & Tairo, 2015, p. 8).

1.2.3. *Clasificación de la fibra de alpaca*

La clasificación de la fibra de alpaca se efectúa partiendo el vellón por sus calidades, separando las finas de sus partes gruesas, descartando la tierra, guano, pintura, pitas, plásticos, entre otros restos que contaminen la fibra.

Como menciona (Aguilar, 2012, p. 26), la Norma Técnica Peruana NTP 231.301.2004 establece los criterios para la clasificación de fibra:

- Por la finura, de acuerdo al micronaje de la fibra, elaborado por personas especialistas, su unidad de medida es la micra (u).
- Por la longitud, de acuerdo a lo largo de la mecha de la fibra, obteniendo fibras largas o cortas. Su unidad de medida es en centímetros (cm) o milímetros (mm).
- Por color, se selecciona la fibra de acuerdo a la tonalidad de los colores básicos naturales.

Tabla 1-3: Clasificación por grupo de calidades; sus requisitos (NTP 231.301:2004)

Grupo de Calidades/ Clasificación	Micronaje (micras) Um	Longitud (Hm) Mm	Humedad máxima %	Sólidos minerales máximos %	Contenido Grasa máximo %
Alpaca Baby	Hasta 23	65	8	6	4
Alpaca Fleece	23.1 a 26.5	70	8	6	4
Alpaca Medium Fleece	26.6 a 29	70	8	6	4
Alpaca Huarizo	29.1 a 31.5	70	8	6	4
Alpaca Gruesa	Más de 31.5	70	8	6	4
Alpaca Corta		20 a 50	8	6	4

Fuente: (Zárate, 2013, p. 21)

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

1.3. Subproductos de matadero

El producto secundario que se obtiene del procesamiento de animales se denomina subproducto y se define como cualquier parte del animal que no esté incluida en la canal; sin embargo, la canal del mismo modo contiene subproductos que conciernen a los huesos y la grasa resultantes del proceso de corte y limpieza de la carne. El aprovechamiento competitivo y sostenible de los subproductos y residuos sólidos que se generan de esta actividad y su manejo y transformación constituyen una alternativa económica y ambiental que al día de hoy no se ha visto en la necesidad de aprovechar en las pequeñas plantas de matadero, de tal manera allí se presentan pérdidas económicas y problemas de contaminación ambiental (Quiroga & Pabón, 2008. p. 11).

1.3.1. Sangre Bovino

La sangre es un líquido de color rojo escarlata, que se obtiene después del sacrificio de las reses; la sangre de bovino es una solución de proteínas que contiene 80 % de agua y 20 % de sustancias sólidas. El contenido de sólidos depende de la especie animal; por ejemplo, en porcino es de 21 % y en ovino es de 18 %. El pH de la sangre cruda es de 7.20 y a las 24 horas es de 7.50 (Madrid, 1999, p. 18).

Adicionalmente la sangre representa entre el 2.4 y el 8 % del peso vivo, en el proceso de sangría en el matadero se puede obtener, en promedio de 13 Kg de sangre por animal sacrificado.

Tabla 1-4: Composición porcentual de sangre, glóbulos rojos y plasma en fresco.

Sustancia	Densidad Kg/dm ³	Proteína %	Agua %	Carbohidratos %	Grasas %	Sales %
Sangre Entera	1,05	18,60	80,00	0,80	0,20	0,90
Glóbulos rojos	1,09	34,00-38,00	62,00	1,00-3,00		
Plasma	1,03	7,00-8,00	91,00	1,00-2,00		

Fuente: (Madrid, 1999, p. 18)

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

1.3.1.1. Hemoglobina

Como mencionan (Brandan et al., 2008, p. 12) la hemoglobina es una proteína globular estructurada por un compuesto denominado globina y uno llamado hemo, el hemo está compuesto por hierro y un pigmento denominado porfirina que le brinda a la sangre el color característico rojo, además está formada por cuatro cadenas polipeptídicas, que se encuentra en grandes proporciones dentro de los glóbulos rojos y es de relevancia fisiológica para el aporte normal de oxígeno a los tejidos.

1.3.1.2. Descripción de la sangre bovina

La sangre del bovino es un líquido de color rojo localizado en el sistema circulatorio del animal, el mismo que presenta algunas características físicas, así lo señalan los autores (Beltrán et al., 2007, p. 14).

Tabla 1-5: Características de la sangre bovina

Características	Descripción		
Color	La mioglobina y la hemoglobina son proteínas responsables del color de la sangre que con la exposición a la atmósfera se torna un color más oscuro, ambos pigmentos desempeñan funciones biológicas muy relevantes.		
Peso y viscosidad relativa	Ganado vacuno	Peso Específico	Viscosidad relativa (kg/m s)
	Sangre entera	1.052	4.6
	Glóbulos rojos	1.084	---
	Plasma	1.029	---

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

1.3.1.3. Usos de la Sangre

Según (Quiroga & Pabón, 2008, p. 9) mencionan que además del beneficio ambiental y económico generado por el aprovechamiento de los subproductos (sangre) son también utilizados para el consumo humano, en la nutrición animal y en la industria textil.

Tabla 1-6: Usos de la sangra bovina

Usos	Descripción
Uso de la sangre para el consumo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de morcilla: producto cárnico: preparado con sangre, grasa, productos vegetales y condimentados. • Preparación de sopas con suero sanguíneo • Incorporación en productos cárnicos, productos de panificación y pastas • Productos de uso clínico, productos químicos
Uso de la sangre en nutrición animal	<ul style="list-style-type: none"> • Complemento alimentación y también como aditivo alimentario natural • Sangre cocinada • Sangre cocinada y deshidratada • Harina de sangre en la industria avícola, porcícola y piscícola como suplemento balanceado en la etapa de iniciación
Usos en aplicaciones no alimentarias	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizantes: revestimiento de semillas, estabilizante de ph de suelo, componentes minerales • Laboratorio: Componente de medios para el cultivo de microorganismo industriales y la producción de probióticos, pruebas de aglutinación, técnicas de fraccionamiento, factores de coagulación, aditivos de plasma. • Industria: Adhesivos, aditivos para resinas, finalizadores para cuero y tejidos, insecticidas, sustituto de la clara de huevo, extintores de incendios, fabricación de cerámica y plástico.

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

1.4. Colorantes

1.4.1. Generalidades

Se define como colorante, cualquiera de los productos químicos pertenecientes a un extenso grupo de sustancias empleadas para colorear tejidos, tintas, productos alimenticios y otras sustancias. Además, la FDA (Food and Drug Administration), organismo encargado de la Administración de Drogas y Alimentos en Estados Unidos define como aditivo o colorante a cualquier pigmento o sustancia elaborada u obtenida de vegetales, animales o minerales capaz de tinturar alimentos, medicamentos, cosméticos o algún tipo de cuero (Parra, 2004, p. 9).

1.4.2. Tintes de origen natural

Los colorantes o sustancias naturales, según la FDA (Food and Drug Administration) “Aditivos Colorantes Exentos de Certificación o no Certificados, incluyen pigmentos derivados de fuentes naturales tales como vegetales, minerales o animales y productos derivados. Hoy en día, hay un fuerte interés por los colorantes de origen natural debido a la necesidad de aumentar la gama de colores y en parte por ser catalogados como productos seguros lo que permite que sean confiables de utilizar (Parra, 2004, p. 37).

1.4.3. Tintes artificiales

En este grupo se encuentran aquellos colorantes que son elaborados por el hombre a través de procesos de síntesis química y que no existen por sí mismo en el área natural. También forman parte de este grupo los denominados colorantes azoicos, los cuales pertenecen a una familia de sustancias orgánicas que se caracterizan por la presencia de un grupo particular que contiene nitrógeno unido a un anillo aromático. Todos ellos se obtienen por síntesis química y ninguno existe en la naturaleza (Parra, 2004, p. 27).

1.5. Mordientes

El término es utilizado para cualquier sustancia de origen natural o sintético que sirve para fijar el colorante en la fibra, adicionalmente, funcionan como elementos que brindan mayor uniformidad y brillo al color. Para el proceso de mordentado puede ser realizado antes o después del teñido, por lo que implica agregar el mordiente en agua caliente junto con la fibra, que se puede estar teñida o no. En la antigüedad se empleaban productos naturales como hojas de

aguacate, cenizas, corteza de nogal y guamúchil, en la actualidad el empleo de mordientes es de origen químico, la mayoría son metálicas como el cobre, aluminio y estaño (Pazos, 2017, pp. 24-25).

1.5.1. Cremor tártaro



Ilustración 1-6: Cremor tártaro industrial

Fuente: (Wifredo, 2021)

El cremor tártaro o Bitartrato de Potasio como se lo conoce de manera común, es el producto de una neutralización parcial del ácido tartárico y se presenta con un aspecto de polvo blanco, fino y con sabor ligeramente ácido. El uso principal se da en la estabilización de vinos y en la industria de la panificación.

En la tabla 1-7 se describe las características que presenta el cremor tártaro según (Pazos, 2017, p. 26):

Tabla 1-7: Características del cremor tártaro

Mordiente	Ph	Propiedades	Medidas	Sustituto	¿Cuándo usar?
Cremor tártaro (tártaro ácido de potasio)	Ácido	Proporciona mayor brillo y suavidad. Neutraliza el maltrato que recibe la fibra con los mordientes. Cambia de color de algunos tintes o comúnmente se oscurecen con este elemento.	60 gramos de cremor tártaro por cada kilo de lana	Sal de mesa	Utilizado solo con fibras animales (oveja, alpaca, llama, seda y vicuña). Se usa en muchas cosas en combinación con el alumbre y se añaden juntos en el mismo de mordiente. Para lo cual debe ser usado con todos los mordientes.

Fuente: (Pazos, 2017, p. 26)

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

1.6. Tinturado

Según (Cruz & Molina, 2018, p. 44) indica que el tinturado es un proceso físico-químico que consiste en colocar una materia textil en una solución de colorante, el proceso de tinturado a nivel

molecular, en la transferencia del colorante desde el baño hasta la fibra; se identifican cuatro fases:

1.6.1. Primera fase o Disolución del colorante

Los colorantes se encuentran en estado sólido por lo que un incremento de la temperatura ayuda a generar un balance más rápido y aumenta la solubilidad de los colorantes, además la agitación favorece una mejor desintegración de las partículas del colorante. Un aumento en la concentración del colorante favorece la aglomeración de moléculas (tinturado de tonos intensos en relación baja de baño); cabe mencionar que condiciones desfavorables pueden ocasionar precipitaciones obteniendo diferencias de tonalidades o reducir al agotamiento de los colorantes (Jurado, 2017, p. 43, citado en Shagñay, 2021, p. 13).

1.6.2. Segunda fase o Adsorción

En esta fase, por la relación colorante-fibra, la sustancia tintórea es adsorbida en la superficie de la fibra, generando enlaces químicos con ella. La afinidad, temperatura, pH y auxiliares afectan a las interacciones termodinámicas y por lo tanto influyen en el equilibrio de las reacciones, determinando de ese modo el grado de agotamiento del baño de tintura. La afinidad entre el colorante y la fibra es la capacidad de ambos en formar un enlace permanente, cuanto más fuerte sea la afinidad más resistente son los enlaces colorante-fibra y pequeño es el enlace colorante-disolvente (agua). Las altas temperaturas y las moléculas de gran tamaño reducen la afinidad colorante-fibra y el agotamiento, sin embargo, la velocidad de adsorción será superior (Carmineli, 2014, p. 19).

1.6.3. Tercera fase o Difusión

Fase más lenta del proceso de tinturado donde el colorante tiende a penetrar dentro de la fibra a través de sus zonas irregulares, distribuirse homogéneamente y fijarse continuamente, los factores fundamentales son (Montes, 2008, p. 2, citado en Shagñay, 2021, p. 15):

Cristalinidad de la fibra: los colorantes se insertan en la fibra por medio de las áreas irregulares, provocando una mayor cristalinidad y por ende una menor velocidad de difusión.

Tamaño molecular del colorante: colorantes de gran tamaño molecular se hace más difícil su difusión en las zonas amorfas.

Fuerza de enlace colorante-fibra (afinidad): más fuerte sea el enlace, más difícil será la difusión.

Temperatura: una elevada temperatura provoca el rompimiento del enlace colorante-fibra, por lo que se provoca un hinchamiento de las mismas y facilita una difusión rápida.

El tiempo debe ser adecuado para permitir la óptima penetración de los colorantes y que se distribuyan alrededor de la fibra.

1.6.4. Cuarta fase o Mitigación

El colorante debe desplegarse hacia las capas externas de la fibra, también hacia las zonas donde haya una baja concentración con la finalidad de obtener una igualación adecuada del color en la fibra. La baja afinidad, la baja cristalinidad de la fibra, un menor tamaño de las partículas del colorante favorecerá esta fase, por otra parte, se ven afectados a la solidez del teñido y al agotamiento del baño (Tapia, 2013, p. 43).

1.6.5. Factores que influyen en el proceso de tinturado

Existen diferentes elementos que intervienen en la obtención de resultados eficientes durante el proceso de teñido o tinturado, los mismos que varían sus características siendo relevantes en la calidad, tonalidad y su resistencia contra factores externos.

1.6.5.1. pH

El ph se basa en la medición de la acidez o alcalinidad de una determinada sustancia, el potencial de hidrógeno interviene significativamente en el color final obtenido del proceso de tinturado; el colorante utilizado tendrá su reacción química a la alcalinidad o acidez del baño modificando la cantidad de iones de hidrógeno lo que genera una variación en el color o su tonalidad (Sánchez, 2020, p. 13).

1.6.5.2. Temperatura

El factor de la temperatura durante el baño del tinte influye en el hinchamiento de la fibra debido a que a temperaturas menores de 40 °C la fibra tiene la capacidad de absorber lentamente el tinte o colorante por ende no hay una satisfactoria absorción. Por lo tanto, para obtener un excelente

hinchamiento de la fibra y una eficiente penetración del tinte se requiere una temperatura a partir de 60 °C (Chávez, 2015).

1.7. Análisis del tinte

1.7.1. Índice de refracción

El índice de refracción de la luz es una propiedad netamente física de diferentes sustancias que indica la pureza; el mismo que determina el cambio que experimenta un rayo de luz al pasar de un medio a otro que presenta diferente densidad. Para determinar el índice de refracción se utiliza un refractómetro cuyos valores son adimensionales (Papime, 2018, p. 3).

1.7.2. pH

El pH es una cantidad adimensional que expresa la concentración del ion hidrogeno donde se establecen disoluciones ácidas, básicas y neutras por sus valores de $\text{pH} < 7$, > 7 , $= 7$ respectivamente Mariño (2003, p.26). Para la determinación de pH se realiza mediante la medición de la diferencia de potencial entre un par de electrodos adecuados sumergidos en una misma solución; uno de ellos es un electrodo indicador sensible a la actividad del ion hidronio, como el electrodo de vidrio, y el otro, es un electrodo de referencia de potencial constante (Mercosul, 2016, p. 1).

1.8. Norma ISO:12647

Esta norma se enfoca al control de proceso, codificación y gestión del color, aplicable en la elaboración de un producto impreso normativizado, estandarizado, fiable y repetible. Dicho estándar es sinónimo de calidad lo que indica una visualización del color donde se identifique coherentemente en diferentes dispositivos, mantener el color constante y el control bajo normativa ISO (ISO 12647:2, 2012).

Los aspectos que regula esta norma se centran principalmente en la separación del color, prueba y producción de impresión. Las características visuales de la imagen radican en las siguientes:

- Color y brillo
- Color de las tintas primarias
- Incremento tonal
- Límites de reproducción del tono.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo experimental para el teñido de fibra de alpaca con subproducto de matadero (sangre bovina) más cremor tártaro y sus respectivos análisis físico/mecánicos se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en el Laboratorio de Fibras Agroindustriales ubicada en Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, la misma que tuvo una duración de 60 días.

2.2. Unidades experimentales

Se utilizaron 4000 gramos de hilo de fibra de alpaca distribuidas en 4 tratamientos y 4 repeticiones cada una, por lo que se contó 16 unidades experimentales con un tamaño de 250 gramos de hilo de fibra de alpaca.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

En el presente trabajo, los materiales, equipos e instalaciones utilizados se describen a continuación:

2.3.1. *Materiales*

- Envases Plásticos
- Pipeta Pasteur
- Mandil
- Mascarilla
- Botas de caucho
- Guantes
- Tinajas
- Ollas
- Cocina Industrial
- Tijeras
- Mesas

- Termómetro
- Cronómetro
- Tanque de Gas
- Cordeles para el secado
- Vasos de precipitación
- Tela tul

2.3.2. Equipos

- Centrifuga
- Balanza
- Sacudidora
- Escarmenadora
- Cardadora
- Hiladora
- Calibrador
- Dinamómetro
- Refractómetro
- pH metro
- Cámara Fotográfica

2.3.3. Insumos

- Agua
- Detergente
- Cremor tártaro
- Piedra alumbre
- Sangre de bovino

2.3.4. Instalaciones

- Laboratorio de Bromatología (Facultad de Ciencias Pecuarias)
- Laboratorio de Fibras Agroindustriales (Facultad de Ciencias Pecuarias)
- Laboratorio de Curtiembre para las pruebas mecánicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias

2.4. Tratamiento y Diseño experimental

Se evaluó el teñido del hilo de fibra de alpaca con subproducto de matadero utilizando diferentes niveles de cremor tártaro (5, 10 y 15 %), para ser comparada con un grupo control (0%), por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales y cada uno con 4 repeticiones como se describe en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Esquema del experimento

Niveles de cremor tártaro	Código	Repeticiones	TUE*	Total, g/tratamiento
0 %	T0	4	250 g	1000
5%	T1	4	250 g	1000
10%	T2	4	250 g	1000
15%	T3	4	250 g	1000
TOTAL (g)				4000

TUE*: Tamaño de la unidad experimental.

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se midió el efecto del tinte obtenido del subproducto de matadero con diferentes porcentajes de cremor tártaro y que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Dónde:

X_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

γ_i = Efecto de los tratamientos (tintes con diferentes porcentajes de cremor tártaro)

ε_j = Efecto del error experimental

2.5. Mediciones Experimentales

Las mediciones experimentales que se tomaron en cuenta en esta investigación fueron:

2.5.1. En el tinte

- Índice de refracción
- pH

2.5.2. *En el hilo teñido*

- Solidez a la luz, puntos.
- Resistencia a la tensión, N/ cm².
- Elongación, %.
- Codificación del color, Código Hex y RGB.

2.5.3. *Análisis económico*

- Costo de producción: dólares por kg de hilo teñido
- Beneficio/costo

2.6. **Análisis estadístico y prueba de significancia**

Las pruebas de significancia que se utilizaron para el presente trabajo de investigación se detallan a continuación:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Comparación de medias según Tukey al nivel de Probabilidad de 0.05.
- Determinación de las líneas de tendencia mediante el análisis de la regresión octogonal por efecto de los niveles de cremor tártaro utilizados.

El esquema del Análisis de varianza utilizado en el presente trabajo experimental se describe en la Tabla 2-2.

Tabla 2-1: Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Esquema del ADEVA	
Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos (Tipo de tinte)	3
Error experimental	12

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

2.7. Proceso experimental

2.7.1. Trabajo de laboratorio

2.7.1.1. Centrifugado

Para la obtención del tinte a partir del subproducto de matadero se realizó el centrifugado de la sangre bovina con el objetivo de extraer hemoglobina, de acuerdo con (Pobitschka, 2015, pp. 2-3) indica que la centrifugación es un método adecuado para realizar el proceso de separación de cualquier tipo de sangre, obteniendo diferentes fracciones de la misma como son: eritrocitos (hemoglobina) y plasma sanguíneo; para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Recolección de la sangre bovina en el camal de la ciudad de Riobamba en recipientes limpios con un almacenamiento de 4 °C para su posterior uso.
- Centrifugado de la sangre entera 200 ml a 3.000 r.p.m por 30 minutos.
- Extracción del plasma sanguíneo y capa leucocitaria empleando una pipeta Pasteur.
- Almacenamiento de la hemoglobina en refrigeración; por cada tres litros de sangre entera se obtuvo un litro de hemoglobina.

Para el proceso de tinturado de 250 gramos de hilo de fibra de alpaca a base de subproducto de matadero (sangre bovina) se empleó un litro de hemoglobina bajo el siguiente procedimiento:

- Una vez obtenido la hemoglobina se procede a colocar en una olla con agua a una temperatura de 50 a 60 °C por aproximadamente 1 hora para que la sangre libere su color y además descartar la presencia de microorganismos, la misma que pasó a ser de una tonalidad marrón.
- La solución obtenida se filtró para separar los residuos de la sangre presentes en el tinte.

2.7.1.2. Premordentado del hilo

Según (Villanueva, 2012, p. 24) el premordentado es un paso antes del tinturado que consiste en introducir la fibra sin teñir en agua que contiene un mordiente; la misma que se deja calentar hasta el punto de ebullición por media hora, para premordentar 250 gramos de hilo de fibra de alpaca se utilizó las siguientes cantidades:

- 8,75 litros de agua
- 25 gramos de piedra lumbre

2.7.1.3. *Teñido*

Para llevar a cabo el proceso de teñido de la fibra de alpaca con la utilización de cremor tártaro en la elaboración del tinte derivado de subproducto de matadero, la cantidad utilizada para teñir 250 gramos de hilo en forma de madeja se detalla a continuación:

- 8,75 litros de agua.
- 1 litro de tinte natural (sangre centrifugada).
- 250 gramos de hilo de alpaca.
- 0 (0%), 12,5 (5%), 25 (10%) y 37,5 (15%) gramos de cremor tártaro.

De acuerdo con (Villanueva, 2012, p. 24) en el Manual Conociendo sobre la Fibra de Alpaca y los teñidos naturales, menciona el procedimiento para realizar un adecuado proceso de tinturado, el mismo que se describen a continuación:

- Paso 1: El tinte obtenido poner en una olla limpia, agregar cada uno de los porcentajes de cremor tártaro, luego removemos hasta que se disuelva la sustancia.
- Paso 2: Añadir el hilo y llevar a fuego (80 °C) durante 30 minutos, removiendo suavemente con un palo de madera.
- Paso 3: Retirar la olla y trasladar a un lugar frío con poca luz hasta que seque y se fije el color.
- Paso 4: Se procede a enjuagar la madeja de hilo con agua tibia las veces necesarias hasta que no haya presencia del tinte. El secado se realiza bajo sombra.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. *Índice de refracción*

Según (NTE INEN 42:1973) tiene por objeto establecer el método para determinar el índice de refracción en las grasas y aceites vegetales y animales, el mismo que detalla la metodología a seguir:

Paso 1: Ajustar la temperatura del refractómetro a 25 °C o 40 °C.

Paso 2: Limpieza y secado el prisma del refractómetro. Colocamos 1-2 gotas de la muestra en el prisma evitando formar burbujas de aire.

Paso 3: Colocar unas 2 ó 3 gotas de la muestra preparada (25 °C o 40 °C) sobre el prisma.

Paso 4: Cerrar la tapa del prisma y ajustar firmemente.

Paso 5: Dejar en reposo unos pocos minutos a la luz para obtener la lectura más clara.

Paso 6: Determinar el índice de refracción.

2.8.2. *Determinación de pH*

De acuerdo a la (NTE INEN-ISO 10523, 2014), Calidad del agua, determinación del pH, se determinó el método de ensayo del pH, el mismo que se detalla a continuación:

Paso 1: Se calibra el pH-metro con una solución tampón de calibrado pH 7.

Paso 2: En el vaso de precipitación de 10 ml se coloca la muestra.

Paso 3: Se introduce el lector sin tocar ninguna pared del vaso de precipitación.

Paso 4: Se lava con agua destilada el instrumento de medición.

Paso 5: Se registra los datos obtenidos.

2.8.3. *Pruebas físicas de la fibra de alpaca*

2.8.3.1. *Solidez a la luz (escala del 1 al 5)*

El procedimiento utilizado para la prueba de la solidez a la luz en la fibra tinturada se describe a continuación en base al ensayo (AATCC Test Method 16, 2004):

Paso 1: Se cortó muestras de 7 cm de largo, se hizo grupos de 5 muestras y se amarro.

Paso 2: Las muestras se colocó en una caja de vidrio de color oscura, y se ilumino con la ayuda de un foco infrarrojo.

Paso 3: Se procede a dejar las muestras por 72 horas.

Paso 4: Procedemos a evaluar visualmente si existe o no decoloración de la fibra para lo cual se utiliza una escala de grises de 1 (baja solidez) a 5 (alta solidez) puntos, basados en (AATCC Evaluation Procedure 1, 2007): Gray Scale for color change que se describe a continuación:

Tabla 2-3: Escala de grises 5 puntos.

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

Fuente: (AATCC Evaluation Procedure 1-2007)

Realizado por: Llamuca, D, 2023

2.8.3.2. Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación

El proceso que se realizó para medir la resistencia a la tensión del hilo de fibra de alpaca se ajustó a la metodología para cueros mediante la Norma Técnica Ecuatoria INEN 1061-Cueros, Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura:

Paso 1: Para la determinación de la resistencia a la tensión se utilizó un dinamómetro, que tendrá una velocidad uniforme de separación de la mordaza.

Paso 2: Medir el calibre de cada probeta en centímetros con el calibrador.

Paso 3: Luego se prepararon las probetas de fibra que deberán medir por lo menos 40mm en la dirección de carga, las mismas que se sujetarán en las mordazas, de manera que los bordes de las mordazas se encuentren cubriendo el largo de las probetas. Cuando las probetas están sujetas deberán quedar de forma firme.

Paso 3: Medir la distancia entre las mordazas con una precisión de +/- 05 mm y tomar dicha distancia como la longitud inicial (Lo) de la probeta.

Paso 4: Poner en marcha la máquina, sin parar la máquina continuar el ensayo hasta que la probeta se rompa, anotar la carga en el momento de la rotura (F) y la longitud de la probeta en el momento de la rotura (Lf). Con estos datos y con la medida del espesor y ancho originales de la probeta y la distancia original de las mordazas, calcular la resistencia a la tracción y el alargamiento de rotura de la probeta.

Paso5: Si durante la aplicación de la carga se suelta la probeta de las mordazas de la máquina, o si la rotura de la probeta ocurre entre las partes no paralelas de la probeta entre mordazas, desechar la lectura y repetir el ensayo con una nueva probeta.

2.8.4. Mediciones económicas

2.8.4.1. Beneficio Costo

Para la valoración de la optimización económica (costo por kilo de hilo) se debe aplicar esta fórmula:

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

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Obtención del tinte

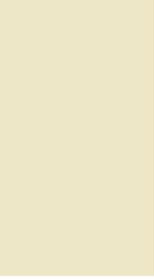
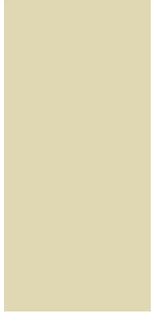
Para la obtención del tinte a partir del subproducto de matadero se realizó el centrifugado de la sangre bovina con el propósito de extraer únicamente la hemoglobina, que es el pigmento que da el color rojo a la sangre, constituyendo el principal componente de los glóbulos rojos y la combinación de la proteína (globina) con un complejo ferroso de porfirina (hemo) (Carrasco et al, 2009, p. 31).

En la centrifugación de la sangre de bovino se obtuvo dos fracciones: plasma y hemoglobina, la cantidad extraída de hemoglobina en cada centrifugación fue del 40 al 45 % del total de la sangre entera, de modo que para (Muñoz, 2014, p. 39) indica que la sangre entera separada comprende el 60% de plasma y 40 % de hemoglobina.

3.2. Comparación del tinturado y codificación de cada tratamiento realizado.

Del teñido de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro no se registran investigaciones similares para el tinturado de fibra de alpaca con hemoglobina; de tal manera se obtuvo como resultados tonalidades de colores codificadas en base a la ISO 12647:2 que realiza el control de proceso, codificación y gestión del color. Del tratamiento teñido a base del subproducto de matadero + 0% de cremor tártaro se consiguió el color habano claro codificado HEX: #EEE7C7; el tratamiento teñido a base del subproducto de matadero + 5% de cremor tártaro se obtuvo el color habano codificado HEX: #E0D8B2; para el tratamiento teñido a base del subproducto de matadero + 10% de cremor tártaro el color tabaco codificado obtenido es HEX: #D3C196 y mientras para el tratamiento teñido a base del subproducto de matadero + 15% de cremor tártaro se obtuvo el color tabaco codificado HEX: #BDA373. Por consiguiente, se logró categorizar los colores obtenidos del teñido con diferentes niveles de cremor tártaro descritos en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Codificación del color obtenido de los tratamientos.

Tratamiento	Color obtenido	Código	Color (ISO 12647:2)
Teñido a base del subproducto de matadero + 0 % de cremor tártaro.		R:238; G: 231; B: 199. Código HEX: #EEE7C7 (Color Habano Claro). Se compone de: 3 % Cyan; 5 % Magenta; 25% Yellow y 5 % Black.	
Teñido a base del subproducto de matadero + 5% de cremor tártaro.		R:224; G: 216; B: 178. Código HEX: #E0D8B2 (Color Habano). Se compone de: 3 % Cyan; 5 % Magenta; 25 % Yellow y 5 % Black.	
Teñido a base del subproducto de matadero + 10 % de cremor tártaro.		R:211; G: 193; B: 150. Código HEX: #D3C196 (Color Tabaco). Se compone de: 5 % Cyan; 17 % Magenta; 42 % Yellow y 14 % Black.	
Teñido a base del subproducto de matadero + 15% de cremor tártaro.		R:189; G: 163; B: 115. Código HEX: #BDA373 (Color Tabaco). Se compone de: 7 % Cyan; 27 % Magenta; 55 % Yellow y 22 % Black.	

Fuente: (ISO 12647:2, 2012)

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

Los colores obtenidos del teñido a base del subproducto de matadero más cremor tártaro presentan tonalidades inusuales entre habano a marrón, esto debido a que la sangre sometida a cocción genera esta gama de tonalidades, de igual manera (Badui, 1993; Fenema, 1993, citado en Carrasco et al, 2009, p. 28) menciona que las tonalidades resultantes se deben al colorante de origen animal denominado hemoglobina que son proteínas conjugadas o hemoproteínas responsable del color rojo de la sangre. Por consiguiente, la incorporación de estos colores tendrá un aporte al diseño de tejidos y procesos de coloración de los mismos, además de generar nuevas vías sobre una

materialidad más consciente en el mundo de la moda, explorando los medios de reutilización, aprovechamiento e incorporación de materias de origen biológico que no generen un impacto químico e incluso nos ayuden a conservar la naturaleza (Aneiros, 2021, p. 248).

3.3. Evaluación del índice de refracción y pH del tinte de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro.

Los resultados de la caracterización del tinte de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro, se indican en la Tabla 3-2, los mismos que a continuación se analizan.

Tabla 3-2: Evaluación del índice de refracción y pH del tinte.

Parámetros	Niveles de cremor tártaro								E.E	Prob.	CV
	0%		5%		10%		15%				
Índice de refracción	0,48	d	0,90	c	1,03	b	1,23	a	0,03	<0,0001	6,57
pH	7,28	a	6,08	b	5,18	c	4,43	a	0,03	<0,0001	0,87

E.E= Error estadístico

CV= Coeficiente de variación

Prob= Probabilidad

Prob>0,05 no hay diferencias estadísticas

Prob<0,05 hay diferencias significativas

Prob<0,01 hay diferencias altamente significativas

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

3.3.1. Índice de refracción

El índice de refracción del tinte presenta diferencias altamente significativas por efecto de los niveles de cremor tártaro utilizados como mordiente para el tinturado, registrando el mayor valor (1,23) cuando se utilizó el 15% de cremor tártaro y la menor respuesta (0,48) cuando no se utilizó cremor tártaro (Tabla 2-4), por lo que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia cúbica, que establece que a medida que se incrementa los niveles de cremor tártaro en la elaboración del tinte a base de subproductos de matadero (sangre), el índice de refracción tiende a incrementarse pero no de una manera proporcional, como se observa en el gráfico 3-1. Con respecto al índice de refracción, (Rodríguez, 2020, p. 6) indica que es un método para identificar la pureza de una sustancia, esto sucede en relación al cambio que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio a otro que presenta diferente composición.

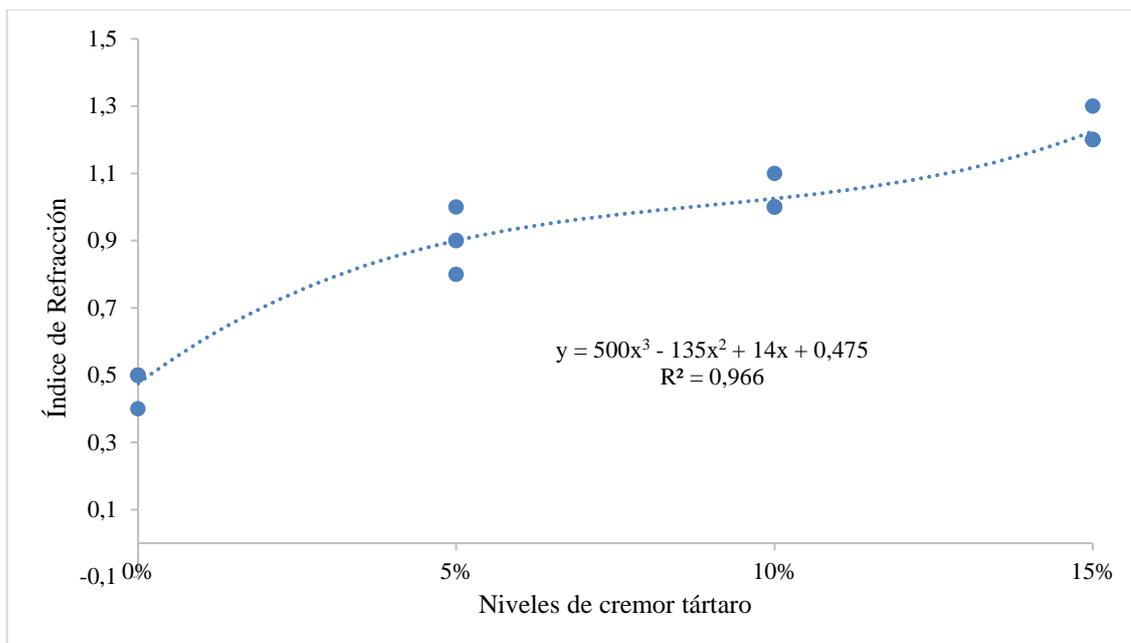


Ilustración 3-1: Índice de refracción del tinte con diferentes niveles de cremor tártaro

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

Los resultados obtenidos con los diferentes niveles de cremor tártaro no se encuentran dentro de los valores mencionados por (Fernández, 2012, p. 11), quien en su investigación sobre el estudio y caracterización del sensor de nivel de líquido de fibra óptica multimodo que indica que el índice de refracción en líquidos está comprendido en un rango entre 1,3 y 1,55, estos valores están en su mayoría tabulados para cada líquido o disolución; además este análisis se ve influenciado por la composición química del material, la temperatura, su pureza, su viscosidad, su densidad, su colorimetría, su concentración y de la longitud de onda.

Este tinte se considera un tinte orgánico por lo que los valores obtenidos se relacionan con tintes orgánicos de plantas, de modo que (Pila, 2022, p. 39) en su trabajo de titulación sobre el tinte natural de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la aplicación de fibras animales registro un índice de refracción de 2,10 con corteza a 10,40 con vainas del guarango, mencionando que esto se debe a la mayor concentración de nutrientes principalmente de vitamina en la vaina, la misma que hace que el producto sea más refractante; estos valores son altamente superiores a los registrados en la presente investigación 0,48 a 1,23. Por lo que se determina que el índice de refracción se incrementa en relación al porcentaje de cremor tártaro utilizado en el tinte.

3.3.2. pH

Los diferentes niveles de cremor tártaro utilizados para la obtención del tinte presentaron diferencias altamente significativas en cuanto al pH ya que los valores determinados fueron de

7,28 sin cremor tártaro y 4,43 cuando se utilizó 15% de cremor tártaro, por lo que a través del análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática, como se observa en el gráfico 3-2 donde se determina que a medida que los porcentajes de cremor tártaro se incrementan, los valores de pH tienden a reducirse, de una manera proporcional. Esto debido a la utilización de cremor tártaro como un mordiente, por lo que (Nuñez, 2017, p. 21) establece que el cremor tártaro tiene un pH ácido, mismo que presenta un nivel de 3,9 produciendo cambios en el pH del tinte.

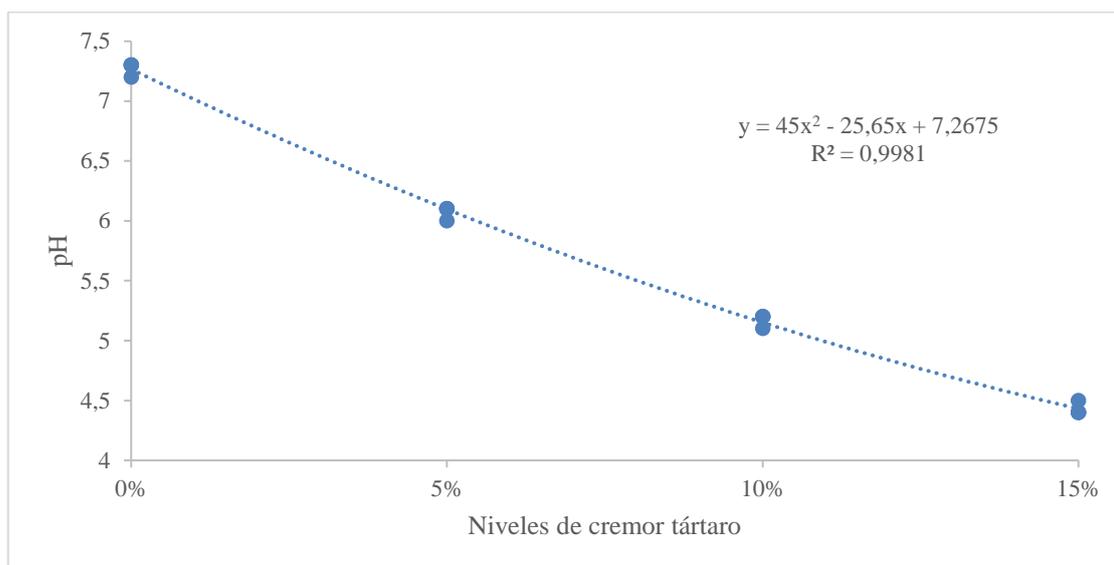


Ilustración 3-2: pH del tinte con diferentes niveles de cremor tártaro

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

En el teñido de fibra de alpaca Suri (*Vicugna pacos*) con carmín de cochinilla (*Dactylopius coccus*) realizado por (Illa & Tairo, 2015, pp. 42-43) establecen que los tintes ácidos son los más usados normalmente en la tintura, por lo que los tintes con pH de 4,5 a 5 presentan una velocidad de teñido adecuada, en este estudio al utilizar el 15 % de cremor tártaro se obtuvo un pH de 4,43 considerando un pH aceptable para el teñido. Por lo tanto, el tinte de subproducto de matadero con mayores porcentajes de cremor tártaro presenta mejores resultados de pH.

3.4. Evaluación de las propiedades físicas de la fibra de alpaca teñida de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro.

Los resultados de la caracterización del hilo de la fibra de alpaca tinturada con tinte de subproducto de matadero y diferentes niveles de cremor tártaro, se reportan en la Tabla 3-3, los mismos que se analizan a continuación.

Tabla 3-1: Caracterización del hilo de la fibra de alpaca tinturada con tinte.

Parámetros	Niveles de cremor tártaro								E.E	Prob.	CV
	0%		5%		10%		15%				
Solidez a la luz	3,75	b	5	a	5	a	5	a	0,13	<0,0001	5,33
Resistencia a la tensión, N/cm ²	7163,61	ab	6264,29	b	8023,9	ab	10067,19	a	846,58	0,0433	21,49
Porcentaje de elongación, %	25,36	a	27,14	a	28,21	a	33,93	a	3,1	0,2834	21,65

E.E= Error estadístico

CV= Coeficiente de variación

Prob= Probabilidad

Prob>0.05 no hay diferencias estadísticas

Prob<0.05 hay diferencias significativas

Prob<0.01 hay diferencias altamente significativas

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

3.4.1. Solidez a la luz

La solidez a la luz del hilo tinturado presentó un valor de 5,00 cuando se tinturó con 5, 10 y 15% de cremor tártaro indicando que no se destiñen y 3,75 puntos que se encuentra en un rango que se destiñe poco al no utilizar cremor tártaro para el tinturado del hilo de acuerdo a la escala de grises, valores que son altamente significativas, de modo que a través del análisis de la regresión se estableció una tendencia cúbica (ver ilustración 3-3) donde se determina que se mantiene hasta el 10 % y con porcentajes mayores de cremor tártaro los valores de la solidez a la luz tienden a incrementarse ligeramente pero no de manera equitativa; esto debido a la utilización de cremor tártaro en el tinte utilizado. Para lo cual en el estudio sobre la evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales (Alonso, 2015, citado en Palacios et al., 2021, p. 8) menciona que la estructura de la fibra es un factor que interviene en la solidez a la luz ya que se presume que la medulación de la fibra de alpaca es irregular lo que provoca una refracción de los colorantes y una menor fijación de los mismos a la fibra.

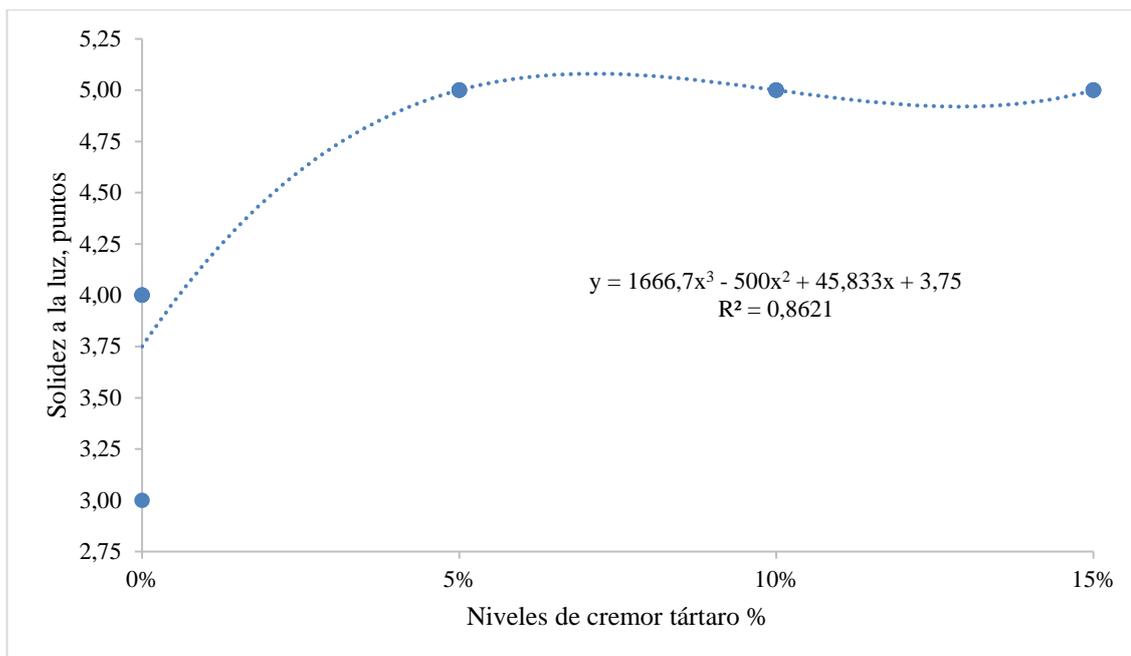


Ilustración 3-1: Solidez a la luz del hilo tinturado con diferentes niveles de cremor tártaro.

Realizado por: Llamuca, Denys, 2023.

En la investigación sobre la obtención de una correlación entre la Norma AATCC 16-E, solidez del color a la luz en fibras textiles, y la degradación de color con láser (González, 2004, pp. 62-63) menciona que las clases de solidez son definidas de 5 a 1 según la escala de grises, donde la clase 5 indica que no hay diferencia de color entre la muestra original y el ensayo mientras que la clase 1 indica un cambio de color muy evidente entre la muestra original y el ensayo, siendo las clases 2 y 1 considerados inaceptables o de baja calidad. Por consiguiente, en la presente investigación se obtuvo un valor de 5 para los hilos tinturados a base de subproducto de matadero (sangre) con diferentes niveles de cremor tártaro (5, 10 y 15%), considerando hilos de excelente calidad en cuanto a la prueba de solidez a la luz, la misma que concuerda con el autor mencionado. Lo que se determina que la solidez a la luz está influenciada por el % de cremor tártaro en el tinte.

3.4.2. Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión del hilo tinturado presentó un valor de 10067,19 N/cm² cuando se tinturó con el 15% de cremor tártaro y 6264,29 N/cm² al tinturar el hilo con cremor tártaro al 5%, valores que presentan diferencias significativas, como se observa en el gráfico 3-4 el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática, pero no de manera proporcional por lo que se determina que los valores de la resistencia a la tensión no se ven influenciados directamente por el porcentaje de cremor tártaro utilizado, ya que el tinte solo actúa en las propiedades sensoriales y no sobre las propiedades mecánicas de los hilos, por lo que la resistencia a la tensión que presenta el hilo tinturado radica en la relación entre la torsión y el diámetro del hilo, según

(Vázquez, 2003, p. 202) en el trabajo realizado sobre el análisis del hilo menciona que cuando una fibra es más torcida el diámetro de hilo será menor por ende la resistencia a la rotura se dará en los puntos menos torcidos. Además, (Villanueva, 2013, p. 14) resalta que la torsión permite dar la resistencia al hilo sin embargo debe hacerse hasta cierto punto ya que mucha torsión endurece el hilo y hace que pierda finura.

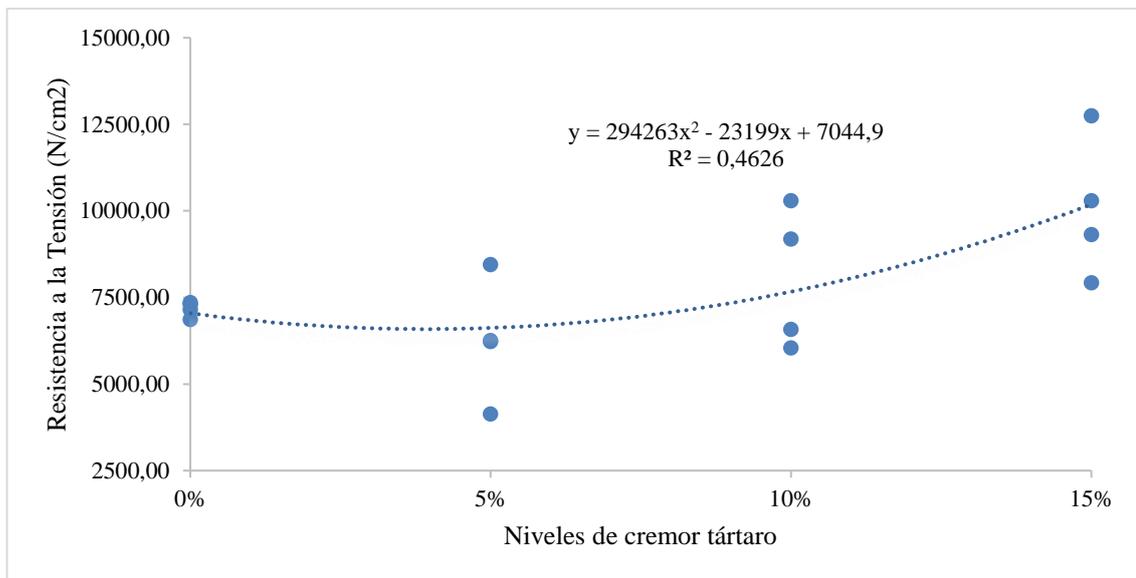


Ilustración 3-4: Resistencia a la tensión del hilo tinturado con cremor tártaro.

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

En comparación con otras investigaciones que se enfocan en la resistencia a la tensión del hilo de alpaca, debido al no existir reportes de la resistencia en el hilo con la utilización de tinte de sangre, los resultados obtenidos de la resistencia a la tensión resultan ser menores al trabajo realizado por (Vaca et al., 2021, p. 406), quien indica que la caracterización de las propiedades físico-mecánicas de la fibra de alpaca de la estación experimental Tunshi, registró valores de 590 N/ cm² a 2835,5 N/ cm²; por otra parte, (Guerra, 2022, p. 25) indica que en el tinturado de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta del nogal (corteza, hojas y fruto) presentó valores entre 7311,9 y 20036,3 N/cm² siendo muy elevados en relación a la investigación realizada, de modo que estas diferencias pueden verse influenciadas por las características del hilado de la fibra.

3.4.3. Porcentaje de elongación

Los hilos de fibra de alpaca teñidos de subproducto de matadero con diferentes niveles de cremor tártaro no presentaron diferencias significativas en el porcentaje de elongación, registrando un valor de 25,36% al no utilizar cremor tártaro a 33,93% utilizando 15% de cremor tártaro, lo que se asume que el tinte con los diferentes niveles de cremor tártaro no influye en el porcentaje de

elongación al igual que la resistencia a la tensión. De acuerdo con (Gil & Saldaña., citados en Pila, 2022) manifiestan que la elongación es la longitud máxima que resiste la fibra antes de romperse y cuya medida se representa en % con respecto a la longitud original, la cual está influenciada por factores como la torsión del hilado, longitud de las fibras, etc.

En comparación con la investigación realizada por (Pila, 2022, p. 35), quien al utilizar tinte natural de guarango en la aplicación de fibras animales en la prueba de elongación los valores obtenidos fueron de 27,00 % a 30, 58% en hilo de fibra de alpaca, cuyos valores son similares a los registrados en el presente estudio; en cambio los resultados obtenidos son superiores al trabajo realizado por (Guerra, 2022, p. 26), quien registro valores de 27,72 % a 33,08 % por efecto del tinturado de fibra de alpaca con nogal. Por lo que se puede considerar que el hilo de fibra de alpaca presenta valores de % de elongación similares sin importar la procedencia del tinte orgánico utilizado para el tinturado.

3.5. Beneficio Costo

Tabla 3-4: Beneficio costo de teñido del hilo de fibra de alpaca con tinte de subproducto de matadero y cremor tártaro.

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tinturado Niveles de Cremor Tártaro (\$)			
			0%	5%	10%	15%
Fibra de alpaca	Vellón	1	12,00	12,00	12,00	12,00
Hilado	kg	1	10,00	10,00	10,00	10,00
Sangre	l	4	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua	l	35	0,50	0,50	0,50	0,50
Detergente		1	1,00	1,00	1,00	1,00
Cremor Tártaro	g	300	0,00	0,56	1,12	1,68
Piedra Lumbre	g	100	6,00	6,00	6,00	6,00
EGRESOS TOTALES, dólares			29,50	30,06	30,62	31,18
Total de hilo producido	kg	1				
Costo prod /kg del hilo	\$/kg	1	29,50	30,06	30,62	31,18
Precio de venta, dólares/Kg	\$/kg	1	32,50	34,50	36,50	37,50
INGRESOS TOTALES, dólares			32,50	34,50	36,50	37,50
BENEFICIO/COSTO			1,10	1,15	1,19	1,20

Realizado por: Llamuca, D, 2023.

De acuerdo a la evaluación financiera se determinó los costos totales presentes en la investigación, para el tinturado del hilo de fibra de alpaca con subproducto de matadero (sangre) con diferentes niveles de cremor tártaro como se observa en la Tabla 3-4.

En relación a los egresos generados para un kg de hilo de fibra de alpaca se establecieron los siguientes costos de producción: sin la utilización de cremor tártaro se determinó la cantidad de 29,50 dólares, el mismo que se incrementó al adicionar 5, 10 y 15% de cremor tártaro hasta 31,18 dólares; por lo cual el uso de cremor tártaro genera un mayor gasto lo que ocasiona un aumento en los costos de producción, cabe indicar que el uso de este mordiente ayuda a mejorar las características sensoriales del hilo de fibra de alpaca para su comercialización.

El beneficio costo se calculó en función de los egresos e ingresos generados, estos últimos representan el precio de venta por kg de hilo, el mismo que se fijó en base a la calidad del color obtenida, de modo que la mayor utilidad (\$1.20) se logró al tinturar con 15% de cremor tártaro que representa por cada dólar invertido hay una rentabilidad de 20 ctvs a diferencia de no utilizar cremor tártaro con una rentabilidad de 10 ctvs.

Al tinturar el hilo de fibra de alpaca con sangre se estableció que el 15% de cremor tártaro resultó obtener el mayor beneficio en relación a los otros niveles, esto se debe a la cantidad utilizada de cremor tártaro que aportó en la intensidad del color en cada prueba, además que diferencio los costos y gastos de cada producto.

CONCLUSIONES

- La extracción del tinte de la sangre se realizó mediante el método de centrifugado a 3000 rpm por 30 minutos, el mismo que permitió separar las fases y obtener la hemoglobina necesaria para la formulación del tinte en el teñido del hilo de fibra de alpaca.
- Se determinó que el mejor porcentaje de cremor tártaro utilizado en el tinturado fue del 15% ya que presentó los mejores resultados tanto en las pruebas aplicadas en el tinte como en las pruebas físico-mecánicas del hilo.
- Al evaluar el índice de refracción y pH del tinte se registró diferencias altamente significativas; en cuanto a las propiedades físico-mecánicas del hilo de la fibra de alpaca se estableció que la solidez a la luz presentó diferencias altamente significativas, por otro lado la resistencia a la tensión determinó diferencias significativas mientras que el porcentaje de elongación no registró significancias entre los tratamientos; obteniendo los mejores resultados cuando se empleó el 15% de cremor tártaro.
- Para la variable beneficio/costo del tinturado de fibra de alpaca con sangre bovina y diferentes niveles de mordiente, el teñido con el 15% de cremor tártaro registró el mayor beneficio, obteniendo una rentabilidad del 20%.

RECOMENDACIONES

- Se debería llevar a cabo investigaciones que ayuden a obtener nuevas gamas de colores a partir de subproductos de origen animal o vegetal utilizando diferentes métodos de obtención del tinte (secado, liofilizado, etc.) que permitan sustituir el uso de los tintes sintéticos en la industria de los textiles.
- En el tinturado del hilo de fibra de alpaca con hemoglobina se recomienda emplear el 15% de cremor tártaro, dado que fue el tratamiento que presentó mejores resultados en las pruebas físico-químicas del tinte y físico-mecánicas del hilo.
- Para elaborar tintes naturales provenientes de subproducto de matadero se recomienda utilizar mordientes orgánicos como el ácido cítrico y ácido acético (vinagre), con la finalidad de conocer su aplicabilidad en el proceso de teñido y su efecto sobre las propiedades del hilo.
- Realizar un estudio de factibilidad para el 15% de cremor tártaro ya que fue el mejor tratamiento que se estableció en la investigación como un colorante natural que permita potenciar la producción de este tipo de tinte.

BIBLIOGRAFÍA

AATCC Evaluation Procedure 1-2007. *Gray Scale for Color Change.*

AATCC Test Method 16-2004. *Colorfastness to Light.*

ACOSTA, Alejandro & DÍAZ, Tito. *Lineamiento de política para el desarrollo sostenible del sector ganadero* [en línea]. Panamá: Oficina Subregional de la FAO para Mesoamérica, 2014. [Consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/295869355_Acosta_A_Diaz_T_2014_Lineamientos_de_Politica_para_el_Desarrollo_Sostenible_del_Sector_Ganadero

AGUILAR, Milagros. *Esquila y categorización de fibra de alpaca* [en línea]. Lima-Perú: desco, 2012. [Consulta: 26 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/Manual007.pdf>

ANEIROS, Lola. *Materialidad y color en la industria de la moda, en la búsqueda del impacto cero* [en línea]. Lima-Perú: Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 2021. [Consulta: 31 mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/download/4868/6486/>

AVSF, Comportamiento del Mercado Mundial de la Fibra de Alpaca [blog]. [Consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/Alpacas/26-mercado_mundial_alpacas.pdf

CARMINELI, Mariela. *Características fisiológicas.* [en línea] 2014. [Consulta: 01 junio 2023]. Disponible en: 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

CARRASCO, Robynson; et al. *Evaluación de la hemoglobina en polvo como sustituto del colorante sintético rojo punzo 4r, en la elaboración de salchichón económico* [En línea] (Trabajo de grado). (Ingeniería de Alimentos) Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. 2009. pp. 28-31. [Consulta: 2023-05-31]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1141&context=ing_alimentos

CHAVEZ, Carlos. Influencia de la temperatura en el teñido de fibras proteicas (queratina) con hojas de nogal [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. [Consulta: 2023-06-02]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/1057>

COELI, Eliphaz. *Difusión y sistematización de buenas prácticas con énfasis en todos los eslabones de la cadena de valor de la alpaca en Ecuador* [en línea]. Ecuador: Buenas Prácticas Ecuador, 2015. [Consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: <http://www.pastoresandinos.org/images/allegati/Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Ecuador.pdf>

CONTRERAS, Simón. *Potencial productivo y comercial de la alpaca* [en línea]. Lima-Perú: El Perú Primero, 2019. [Consulta: 24 septiembre 2022]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/423423/potencial_productivo_comercial_de_la_alpaca.pdf

CRUZ, Angela & MOLINA, Giomar. Evaluación de la acción de diferentes insumos textiles sobre el desmontado de colorante reactivo α -bromoacriiloamida en fibra de alpaca teñida determinando temperaturas, tiempos y concentraciones [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. 2018. p. 44. [Consulta: 2023-04-14]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b995ea96-2d4e-401c-9b49-c6332b409493/content>

FERNÁNDEZ GARCÍA, Jorge. Estudio y caracterización del sensor de nivel de líquido de fibra óptica multimodo [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Cantabria, Riobamba, Ecuador. 2012. p. 11. [Consulta: 2023-06-02]. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/747/345876.pdf?sequence=1>

FLORES GUTIÉRREZ, Alfonso. Determinación del diámetro de fibra y longitud de mecha en alpacas (Lama pacos), de la provincia de Tarata-Tacna [En línea] (Trabajo de titulación). (Médico Veterinario) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. 2009. pp. 11-12. [Consulta: 2022-09-26]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/549/TG0420.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FRANCO, Marcos; et al. *Manual de juzgamiento de alpacas y llamas* [en línea]. Lima-Perú: Soluciones Prácticas, 2009. [Consulta: 25 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/NjM3.pdf>

GONZÁLEZ MOTA, María Rosario. Obtención de una correlación entre la norma AATCC 16-E, solidez del color a la luz en fibras textiles, y la degradación del color con láser [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Centro de Investigaciones en Óptica A.C, Aguascalientes, México. 2004. pp. 62-23. [Consulta: 2023-04-03]. Disponible en: <https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/735/1/10260.pdf>

GUERRA BUENAÑO, Wilmo Gerardo. Tinturado de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta del nogal (corteza, hojas y fruto) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. pp. 15-25. [Consulta: 2022-09-29]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16174>

HEIFER. *Comercialización de fibra de alpaca de comunidades de los páramos andinos*[blog]. [Consulta: 17 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.heifer-ecuador.org/proyecto/comercializacion-de-fibra-de-alpaca-de-comunidades-de-los-paramos-andinos/>

ILLA, Clodo & TAIRO, Gloria. Teñido de fibra de alpaca suri (*Vicugna Pacos*) con carmín de cochinilla (*Dactylopius coccus*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Peru. 2015. pp. 42-43. [Consulta: 2023-04-14]. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/180/253T20150082.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISO 12647:2. *Tecnología gráfica. Control del proceso para la elaboración de separaciones de color, pruebas e impresos tramados. Parte 2: Procesos litográficos offset.* [blog]. [Consulta: 28 Mayo 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vitorpedro/guia-buenaspracticasiso12647baja>

LÓPEZ. *Tiñendo el mundo de contaminación* [blog]. [Consulta: 11 Enero 2023]. Disponible en: <https://www.vidasostenible.org/tinendo-el-mundo-de-contaminacion/>.

MACONDO. *Historia y origen del teñido* [blog]. [Consulta: 19 Septiembre 2022]. Disponible en: <https://macondolaboresyoficios.com.ar/2018/08/17/tenido.html>.

MADRID, A. *Aprovechamiento de los subproductos cárnicos* [en línea]. Madrid-España: Mundi-Prensa, 1999. [Consulta: 28 Septiembre 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1665/6/CD-2724.pdf>.

MAGAP. *Identificación de alpacas mediante Sistema de Trazabilidad Animal* [blog]. [Consulta: 28 Mayo 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/en-canar-el-magap-inicio-identificacion-de-alpacas-mediante-sistema-de-trazabilidad-animal/>

MERCOSUL. *Determinación de pH* [blog]. [Consulta: 29 Septiembre 2022]. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/acta_01-16/Anexo%20I.%20Determinaci%C3%B3n%20de%20pH%20espanol.pdf.

MUÑOZ OJEDA, Álvaro Javier. Separación por métodos mecánicos de la hemoglobina de la sangre de pollos de la avícola San Agustín mediante centrifugación y secado para disminuir el volumen de desechos líquidos de la sangre en el faenamiento [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2014. p. 39. [Consulta: 2023-06-01]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8214/1/Tesis%20I.%20M.%202014%20-%20Mu%C3%B1oz%20Ojeda%20Alvaro%20Javier.pdf>

NÚÑEZ REVECO, Francisca. Tintes naturales [blog]. [Consulta: 07 Abril 2023]. Disponible en: <https://nunezrevecocom/category/tutoriales-2/tintes-naturales/>.

NTE INEN 1061. *Cueros, Resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una determinada y porcentaje de alargamiento a la rotura.*

NTE INEN 2852. *Fibras de Alpaca en vellón. Requisitos.*

NTE INEN 42:1973. *Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción.*

NTE INEN-ISO 10523. *Calidad del agua. Determinación del pH (ISO 10523:2008, IDT).*

PALACIOS OCHOA, Cecilia; et al. *Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales* [en línea]. Azuay-Ecuador: Siembra, 2021. [Consulta: 12 Abril 2023]. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/246/2462183003/2462183003.pdf>

PARRA ORTEGA, Verónica Paz. Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2004. pp. 9-37. [Consulta: 2022-09-28]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf>

PAZOS, Shirley. *Teñido en base a tintes naturales* [en línea]. Lima-Perú: Soluciones Prácticas, 2017. [Consulta: 28 Septiembre 2022]. Disponible en: <http://artesaniatextil.com/wp-content/uploads/2017/05/tenido-naturales.pdf>

PILA CAIZA, Jonathan Wladimir. Tinte natural de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la aplicación de fibras animales [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. p. 35-39. [Consulta: 2023-04-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17800/1/27T00545.pdf>

POBITSCHKA, Walter. Procedimiento para la separación de sangre, recipiente de separación para una centrifugadora de sangre, sistema para el llenado de un recipiente de congelación [blog]. [Consulta: 2023-04-02]. Disponible en: <https://patentimages.storage.googleapis.com/85/4f/5e/9c070b6a7f89ec/ES2554477T3.pdf>

QUIROGA TAPIAS, Guillermo, & PABÓN LÓPEZ, María Mercedes. *Manejo y aprovechamiento de subproductos y residuos en plantas de beneficio animal* [en línea]. Bogotá-Colombia: CAR, 2008. [Consulta: 28 Septiembre 2022]. Disponible en: <https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33669/05887.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RODRÍGUEZ QUIROZ, Osvaldo. Medición simultánea del índice de refracción y temperatura para el monitoreo y análisis de un fluido [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctor en Ciencias) Centro de Investigaciones en Óptica A.C, Guanajuato, México. 2020. p. 6. [Consulta: 2023-04-04]. Disponible en: <https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/1192/1/17918.pdf>.

SEGOVIA GORTAIRE, Felipe. *Pastores Andinos: tejedores de espacio económico y de la alimentación alto-andina* [en línea]. Ecuador: ACRACCS, 2015. [Consulta: 28 Mayo 2023]. Disponible en: <http://www.pastoresandinos.org/images/allegati/ESTUDIO%20Formas%20Organizativas%20Ecuador.pdf>

SÁNCHEZ SEVILLA, Ana Nathaly. Evaluación de la calidad de fibra de alpaca, con la aplicación de complejo de microminerales en la comunidad de Apagua-Pujilí [En línea] (Trabajo de titulación). (Médico Veterinario) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2015. pp. 3-10. [Consulta: 2022-09-24]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2824/1/T-UTC-00348.pdf>.

SÁNCHEZ LLANOS, Maura Lisseth. Obtención de tonalidades azules a partir de la experimentación en el tinturado natural de lana de oveja y fibra de alpaca [En línea] (Trabajo de titulación). (Diseñadora de Textil y Moda) Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2020. p. - 13. [Consulta: 2023-05-10]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10015/1/15645.pdf>

SEPÚLVEDA, Noemi. *Manual para el manejo de camélidos sudamericanos domésticos* [en línea]. Santiago-Chile: Fundación para la Innovación Agraria, 2011. [Consulta: 24 septiembre 2022]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/1953/Manual%2526%2523095%253Bpara%2526%2523095%253Bel%2526%2523095%253Bmanejo%2526%2523095%253Bde%2526%2523095%253BCamelidos%2526%2523095%253BSudamericanos%2526%2523095%253BDomesticos.pdf?seque>

SHAGÑAY CANDO, Jessica Paola. Extractos vegetales en la tintura ecológica de la fibra de alpaca [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. p. 13. [Consulta: 2023-06-02]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15623/1/17T01650.pdf>

SIMBAINA SOLANO, Juan Carlos. Calidad de fibra en Alpacas de las comunidades del austro, provincia de Cañar [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. pp. 3-4. [Consulta: 2022-09-20]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5213>.

SUSPIRO. *Breve historia de los tintes naturales* [blog]. [Consulta: 19 Septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.shopsuspiro.com/historias/breve-historia-de-los-tintes-naturales>.

VACA CARDENAS, Maritza L; et al. *Caracterización de las propiedades físico-mecánicas de la fibra de alpaca (Vicugna pacos)* de la Estación Experimental Tunshi [en línea]. Riobamba-Ecuador: Knowledge E, 2021. [Consulta: 11 Abril 2023]. Disponible en: <https://knepublishing.com/index.php/esPOCH/article/view/9574/15835>.

VÁZQUEZ, S. Análisis del hilo [blog]. [Consulta: 11 Abril 2023]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lit/vazquez_s_e/apendiceH.pdf

VILLA, V. *Resumen Ejecutivo BREF Mataderos* [blog]. [Consulta: 20 Septiembre 2022]. Disponible en: <https://prtr-es.es/Data/images//Resumen%20Ejecutivo%20BREF%20Mataderos-D5CF08D8C7A46A0E.pdf>.

VILLANUEVA CHÁVEZ, Alicia. *Conociendo sobre la fibra de alpaca y los teñidos naturales* [en línea]. Lima-Perú: Servicios Gráficos JMD, 2012. [Consulta: 29 Septiembre 2022]. Disponible en: http://www.ecosfron.org/sumamanuela/wp-content/uploads/Manual_tenido.pdf

ZARATE, Ángel. *Asistencia técnica dirigida en caracterización y clasificación de fibra de alpaca* [en línea]. Pilpichaca, Huancavelica-Perú: OAEPS, 2013. [Consulta: 25 Septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/005-a-alpaca.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: ESTADÍSTICA DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL TINTE OBTENIDO DE SUBPRODUCTO DE MATADERO CON DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.

Repeticiones	Resultados experimentales			
	Niveles de Cremor Tártaro			
	0%	5%	10%	15%
I	0,5	0,8	1	1
II	0,5	0,7	1	1
III	0,4	0,7	0,8	1
IV	0,5	0,8	0,8	1

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
I. Refracción	16	0,97	0,96	6,57

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,21	3	0,40	113,59	<0,0001
N. de Cremor Tártaro	1,21	3	0,40	113,59	<0,0001
Error	0,04	12	3,5E-03		
Total	1,25	15			

Separación de medias según la prueba de Tukey

Error: 0,0035 gl: 12

Niveles de Cremor Tártaro	Medias	n	E.E.	
15 %	1,23	4	0,03	A
10 %	1,03	4	0,03	B
5 %	0,90	4	0,03	C
0 %	0,48	4	0,03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO B: ESTADÍSTICA DEL PH DEL TINTE OBTENIDO DE SUBPRODUCTO DE MATADERO CON DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.

Resultados experimentales

Repeticiones	Niveles de Cremor Tártaro			
	0%	5%	10%	15%
I	7,3	6,1	5,1	4,4
II	7,2	6,1	5,2	4,4
III	7,3	6,0	5,2	4,5
IV	7,3	6,1	5,2	4,4

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	16	1,00	0,87	-

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,07	3	6,02	2409,00	<0,0001
N. de Cremor Tártaro	18,07	3	6,02	2409,00	<0,0001
Error	0,03	12	2,5E-03		
Total	18,10	15			

Separación de medias según la prueba de Tukey

Error: 0,0025 gl: 12

Niveles de Cremor Tártaro	Medias	N	E.E.	
15 %	4,43	4	0,03	D
10 %	5,18	4	0,03	C
5 %	6,08	4	0,03	B
0 %	7,28	4	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO C: ESTADÍSTICA DE LA SOLIDEZ A LA LUZ (PUNTOS) DEL HILO DE FIBRA DE ALPACA TEÑIDA CON SUBPRODUCTO DE MATADERO Y DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.

Repeticiones	Resultados experimentales			
	Niveles de Cremor Tártaro			
	0%	5%	10%	15%
I	4	5	5	5
II	4	5	5	5
III	3	5	5	5
IV	4	5	5	5

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Solidez a la luz	16	0,86	0,83	5,33

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,69	3	1,56	25,00	<0,0001
N. de Cremor Tártaro	4,69	3	1,56	25,00	<0,0001
Error	0,75	12	0,06		
Total	5,44	15			

Separación de medias según la prueba de Tukey

Error: 0,0625 gl: 12

Niveles de Cremor Tártaro	Medias	N	E.E.	
15 %	5,00	4	0,13	A
10 %	5,00	4	0,13	A
5 %	5,00	4	0,13	A
0 %	3,75	4	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO D: ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN (N/CM²) DEL HILO DE FIBRA DE ALPACA TEÑIDA CON SUBPRODUCTO DE MATADERO Y DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.

Repeticiones	Resultados experimentales			
	Niveles de Cremor Tártaro			
	0%	5%	10%	15%
I	7150,00	4128,57	6035,71	12741,67
II	7350,00	8450,00	6578,57	9308,33
III	7294,44	6228,57	9187,50	10293,75
IV	6860,00	6250,00	10293,75	7925,00

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tensión (N/cm ²)	16	0,48	0,35	21,49

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	31712962,64	3	10570987,55	3,69	0,0433
N. de Cremor Tártaro	31712962,64	3	10570987,55	3,69	0,0433
Error	34401411,70	12	2866784,31		
Total	66114374,33	15			

Separación de medias según la prueba de Tukey

Error: 2866784,30 gl: 12

Niveles de Cremor Tártaro	Medias	N	E.E.	
15 %	10067,19	4	846,58	A
10 %	8023,88	4	846,58	AB
5 %	6264,29	4	846,58	B
0 %	7163,61	4	846,58	AB

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO E: ESTADÍSTICA DEL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN (%) DEL HILO DE FIBRA DE ALPACA TEÑIDA CON SUBPRODUCTO DE MATADERO Y DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.

Repeticiones	Resultados experimentales			
	Niveles de Cremor Tártaro			
	0%	5%	10%	15%
I	20,00	25,71	15,71	30,00
II	22,86	34,29	28,57	32,86
III	28,57	20,00	32,86	40,00
IV	30,00	28,57	35,71	32,86

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Elongación %	16	0,26	0,08	21,65

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	164,73	3	54,91	1,43	0,2834
N. de Cremor Tártaro	164,73	3	54,91	1,43	0,2834
Error	461,84	12	38,49		
Total	626,57	15			

Separación de medias según la prueba de Tukey

Error: 38,48 gl: 12

Niveles de Cremor Tártaro	Medias	N	E.E.	
15 %	33,93	4	3,10	A
10 %	28,21	4	3,10	A
5 %	27,14	4	3,10	A
0 %	25,36	4	3,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO F: CENTRIFUGADO DE LA SANGRE.



ANEXO G: HILO DE FIBRA DE ALPACA TEÑIDA DE SUBPRODUCTO DE MATADERO CON DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.



ANEXO H: PRUEBAS DE PH E ÍNDICE DE REFRACCIÓN EN LOS TINTES DE SUBPRODUCTO DE MATADERO CON DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.



ANEXO I: PRUEBAS DE SOLIDEZ A LA LUZ, RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y ELONGACIÓN DEL HILO TINTURADO DE SUBPRODUCTO DE MATADERO CON DIFERENTES NIVELES DE CREMOR TÁRTARO.





**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: 18/ 10 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR	
Nombres – Apellidos: Denys Javier Llamuca Colcha	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Ciencias Pecuarias	
Carrera: Ingeniería en Agroindustria	
Título a optar: Ingeniero Agroindustrial	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.



1806-DBRA-UPT-2023