



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HILO DE ALPACA
(*Vicugna pacos*) TEÑIDO CON DIFERENTES TINTES
NATURALES A DISTINTOS VALORES DE pH”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: MARÍA JOSÉ ARELLANO PADILLA

DIRECTORA: ING. PAOLA FERNANDA ARGUELLO HERNÁNDEZ, MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, **María José Arellano Padilla**

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, María José Arellano Padilla, 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 autora 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, 19 de diciembre de 2023



María José Arellano Padilla

060579558-2

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, “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HILO DE ALPACA (*Vicugna pacos*) TEÑIDO CON DIFERENTES TINTES NATURALES A DISTINTOS VALORES DE pH**”, realizado por la señorita: **MARÍA JOSÉ ARELLANO PADILLA**, 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. Maritza Lucía Vaca Cárdenas, Mgs. PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2023-12-19
Ing. Paola Fernanda Arguello Hernández, MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-19
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-19

DEDICATORIA

El presente trabajo experimental quiero dedicárselo a Dios quien ha sido mi mayor fuente de fortaleza durante todo este camino y que con ayuda me ha permitido alcanzar esta meta. También quiero extender esta dedicatoria a mis padres Edwin Arellano y Esthela Padilla, por su amor incondicional, trabajo y sacrificio en todos estos años, a cada una de mis hermanas y a mis sobrinas, y especialmente a mi hijo Erick. Gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, para mí es un orgullo y un privilegio ser su hija, hermana y madre.

María

AGRADECIMIENTO

Quiero extender mi sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera Agroindustria, al cuerpo docente por haberme abierto las puertas, con su paciencia, cariño, respeto brindaron todo su conocimiento y aportaron hacia mi formación humana y profesional, conjuntamente con la Ing. Paola Arguello quien aportó significativamente en la orientación de esta investigación. También agradecer a la Cooperativa de Productores Agropecuarios Camélidos Andinos (COOPROAGROCAN) de quienes se adquirió la materia prima para esta investigación.

María

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY / ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1	Planteamiento del problema.....	2
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	<i>Objetivo General</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Alpaca.....	4
2.1.1	<i>Población de alpacas en Ecuador</i>	4
2.1.2	<i>Razas</i>	5
2.2	Fibra de alpaca.....	7
2.2.1	<i>Características de la fibra de alpaca</i>	7
2.3	Teñido textil.....	8
2.4	Factores que influyen en el tinturado.....	8
2.4.1	<i>pH</i>	8
2.4.2	<i>Temperatura</i>	9
2.4.3	<i>Mordiente</i>	9
2.5	Tintes naturales.....	10
2.5.1	<i>Colorantes de origen animal</i>	11
2.5.2	<i>Colorantes de origen mineral</i>	11
2.5.3	<i>Colorantes naturales de origen vegetal</i>	11
2.5.3.1	<i>Col morada (Brassica oleracea var. capitata f. rubra)</i>	12

2.5.3.2	<i>Flor de qolli (Buddleja Coriacea)</i>	13
2.5.3.3	<i>Corteza de aliso (Alnus glutinosa)</i>	13

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	14
3.1	Localización y duración del experimento	14
3.2	Unidades Experimentales	14
3.3	Materiales, Equipos e Instalaciones	14
3.3.1	<i>Materia Prima</i>	14
3.3.2	<i>Insumos</i>	14
3.3.3	<i>Materiales</i>	15
3.3.4	<i>Equipos</i>	15
3.3.5	<i>Instalaciones</i>	15
3.4	Tratamientos y diseño experimental	16
3.4.1	<i>Tratamientos</i>	16
3.4.2	<i>Diseño experimental</i>	16
3.5	Mediciones experimentales	16
3.5.1	<i>Análisis físicos</i>	17
3.5.2	<i>Análisis sensoriales</i>	17
3.5.3	<i>Análisis económico</i>	17
3.6	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	17
3.6.1	<i>Esquema del experimento</i>	17
3.7	Procedimiento Experimental	18
3.7.1	<i>Preparación del hilo</i>	18
3.7.2	<i>Premordentado</i>	18
3.7.3	<i>Tinturado</i>	18
3.7.3.1	<i>Teñido de la fibra de alpaca (Vicugna Pacos) con col morada</i>	18
3.7.3.2	<i>Teñido de la fibra de alpaca (Vicugna Pacos) con flor de qolli</i>	19
3.7.3.3	<i>Teñido de la fibra de alpaca (Vicugna Pacos) con corteza de aliso</i>	19
3.8	Método de evaluación	20
3.8.1	Análisis físicos	20
3.8.1.1	<i>Diferencias de color</i>	20
3.8.1.2	<i>Resistencia a la tensión</i>	21
3.8.1.3	<i>Porcentaje de elongación</i>	22
3.8.1.4	<i>Solidez a la luz</i>	22

3.8.1.5	<i>Solidez al lavado</i>	24
3.8.1.6	<i>Solidez al frote</i>	24
3.8.2	Análisis sensorial	24
3.8.3	Análisis económico	26

CAPÍTULO VI

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	27
4.1	Características físicas del hilo de alpaca	27
4.1.1	Color	28
4.1.1.1	<i>Luminosidad (L)</i>	28
4.1.1.2	<i>Coordenadas rojo/verde (a); coordenadas amarillo/azul (b)</i>	28
4.1.2	Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación	29
4.1.3	Solidez a la luz	30
4.1.4	Solidez al lavado	31
4.1.5	Solidez al frote	31
4.2	Valoración sensorial del factor de confort	32
4.3	Costos de producción	33

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Comparación de características textiles entre razas.....	6
Tabla 2-2: Clasificación de la fibra de alpaca según su micronaje	7
Tabla 3-1: Tratamientos y Esquema de experimento.....	16
Tabla 3-2: Esquema del ADEVA.....	17
Tabla 3-3: Valoración cuantitativa de escala de grises para el cambio de color.....	23
Tabla 3-4: Valoración cuantitativa de la escala de grises para la transferencia de color	24
Tabla 3-5: Ficha para la valoración del factor de confort en el hilo de alpaca	25
Tabla 4-1: Características físicas del hilo de alpaca por efecto de la interacción de diferentes fuentes de pigmento a distintos valores de pH	27
Tabla 4-2: Valoración sensorial del factor de confort del hilo de alpaca tinturado con diferentes fuentes de pigmento a distintos valores de pH	32
Tabla 4-3: Análisis económico de la tintura de hilo de alpaca con diferentes fuentes de pigmento a varios pH.....	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Alpaca de raza Huacaya.....	5
Ilustración 2-2: Alpaca de raza Suri.....	5
Ilustración 2-3: Escala del pH	9
Ilustración 2-4: Piedra de Alumbre (en polvo).....	10
Ilustración 2-5: Cremor Tártaro	10
Ilustración 2-6: Col morada (<i>Brassica oleracea var. capitata f. rubra</i>).....	12
Ilustración 2-7: Flor de qolli (<i>Scrophulariaceae</i>).....	13
Ilustración 2-8: Corteza de aliso (<i>Alnus glutinosa</i>)	13
Ilustración 3-1: Espectro electromagnético en la región de luz visible.....	25
Ilustración 3-2: Escala de grises para evaluar el cambio de colores	23
Ilustración 3-3: Escala cuantitativa de valoración sensorial del factor de confort	25

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TINTURA DE HILO DE ALPACA CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS pH
- ANEXO B:** MADEJAS DE HILO DE ALPACA TINTURADAS
- ANEXO C:** ANÁLISIS FÍSICOS DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO D:** FORMATO DE LA RÚBRICA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL HILO DE ALPACA TINTURADO
- ANEXO E:** ESTADÍSTICO, ANÁLISIS SENSORIAL DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO F:** ESTADÍSTICO, LUMINOSIDAD (L) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO G:** ESTADÍSTICO, COORDENADAS ROJO/VERDE (a) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO H:** ESTADÍSTICO, COORDENADAS AMARILLO/AZUL (a) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO I:** ESTADÍSTICO, RESISTENCIA A LA TENSIÓN (N/cm²) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO J:** ESTADÍSTICO, ELONGACIÓN (%) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO K:** ESTADÍSTICO, SOLIDEZ A LA LUZ (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH
- ANEXO L:** ESTADÍSTICO, SOLIDEZ AL LAVADO (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

ANEXO M: ESTADÍSTICO, SOLIDEZ AI FROTE EN SECO (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

ANEXO N: ESTADÍSTICO, SOLIDEZ AI FROTE EN HÚMEDO (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO

ANEXO O: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL HILO DE ALPACA POR EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO

ANEXO P: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL HILO DE ALPACA POR EFECTO DE DISTINTOS VALORES DE PH DEL PROCESO DE TINTURA

RESUMEN

La creciente preocupación ambiental y los riesgos asociados a los tintes químicos han impulsado un renovado interés en los tintes naturales dentro de la industria textil. Con el objetivo de evaluar el impacto de distintos tintes naturales a variados niveles de pH en hilos de alpaca (*Vicugna pacos*) elaborados con vellón categorizado como semi fina, se llevó a cabo una investigación de tipo experimental. Se aplicó un diseño bifactorial, siendo el primer factor la fuente de pigmento: col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), flor de qolli (*Buddleja coriacea*) y corteza de aliso (*Alnus glutinosa*); el segundo factor distintos niveles de pH: 3,5, 5,5 y 7, 5, generando 9 tratamientos. Cada tratamiento se replicó tres veces con un tamaño de unidad experimental de 200 gramos. El presente trabajo se desarrolló en el en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal y en el Laboratorio Especializado de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH. Se evaluaron las propiedades físicas del hilo (resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, solidez a la luz, solidez al lavado y solidez al frote), junto con una evaluación sensorial. Para el estudio de los datos se utilizó el Análisis de Varianza (ADEVA) y separación de medias por Tukey. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos mostrando impactos en solidez al lavado y al frote en seco y húmedo obteniéndose los menores puntajes de 4,67, 3,00 y 3,67 respectivamente con la corteza de aliso a pH de 7,5. En contraste, las evaluaciones sensoriales no mostraron impacto significativo en términos de aspereza o sensación de picor en los hilos teñidos, tampoco la resistencia a la tensión, el porcentaje de elongación y solidez a la luz. El menor costo de producción se obtuvo con la col morada a distintos pH debido a la disponibilidad de esta fuente de pigmento. Es importante seleccionar tanto la fuente de pigmento como el pH en función de los atributos de color específicos deseados en el hilo.

Palabras clave: < HILO DE ALPACA >, < COL MORADA >, < FLOR DE QOLLI >, < CORTEZA DE ALISO >, < pH >, < TINTURADO NATURAL >.

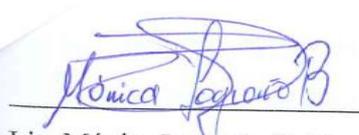
0174-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The growing environmental concern and associated risks with chemical dyes have driven a renewed interest in natural dyes within the textile industry. For this reason, the primary purpose of this research is to evaluate the impact of different natural dyes at various pH levels on alpaca (*Vicugna pacos*) yarns made from fleece categorized as semi-fine. This research is experimental and follows a bifactorial design, with the first factor being the pigment source: purple cabbage (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*), qolli flower (*Buddleja coriacea*), and alder bark (*Alnus glutinosa*); and the second factor being different pH levels: 3,5, 5,5, and 7,5, resulting in nine treatments. Each treatment followed three replications with an experimental unit size of 200 grams. The Bromatology and Animal Nutrition Laboratory and the Specialized Tannery Laboratory of the Faculty of Animal Sciences – ESPOCH were essential scenarios to develop this study. The physical properties of the yarn (tensile strength, percentage elongation, lightfastness, wash fastness, and rub fastness) were evaluated, along with a sensory assessment. Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's post-hoc test, were essential for data analysis. The findings revealed significant differences among treatments, showing impacts on wash fastness and dry and wet rub fastness, with the lowest scores of 4,67, 3,00, and 3,67, respectively, observed with alder bark at pH 7,5. In the case of sensory evaluations, the findings did not show any significant impact on properties like roughness or itchiness in dyed yarns. Other properties like tensile strength, percentage elongation, and lightfastness did not show any significant change either. The lowest production cost resulted in purple cabbage at different pH levels due to the availability of this pigment source. Finally, pigment source selection and pH are remarkable factors based on the specific color attributes desired in the yarn.

Keywords: < ALPACA YARN >, < PURPLE CABBAGE >, < QOLLI FLOWER >, < ALDER BARK >, < pH >, < NATURAL DYEING >.



Lic. Mónica Logroño B. Mgs

0602749533

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El teñido de textiles realizado con tintes naturales es una labor cultural empleada desde la prehistoria. Los colores resultantes dependen de las sutiles interrelaciones y manipulaciones de varios elementos naturales, así como de las reacciones químicas involucradas en sus procesos. (Moreno, 2011). En diversas provincias del Ecuador esta técnica se ha utilizado desde la época colonial y en la actualidad sigue empleándose por artesanos que se dedican a la elaboración de textiles. (Sánchez, 2020, p. 10)

Debido a los grandes adelantos científicos que han tenido lugar a partir del siglo XIX se ha desarrollado tintes artificiales para ser aplicados no solo en fibras naturales si no también en artificiales y sintéticas (Porcel, et al., 2016: pp.31-44). Los tintes artificiales se utilizan ampliamente en la industria textil desplazando a los tintes naturales al poseer una mayor solidez y su obtención con lleva un menor costo. (Pérez, et al., 2001, p.2)

Los tintes vegetales se pueden obtener de diferentes partes de las plantas, por ejemplo: tallos, corteza, hojas, raíces, líquenes, flores, frutos y semillas. Estos se utilizan para teñir fibras e hilos. Estos últimos también deben ser de origen natural, vegetal o animal con el fin de que exista una armonía entre la fibra que se desea utilizar y el tinte empleado. (Perugachi, 2022, pp. 20-23)

Los tintes vegetales más utilizados se obtienen de extractos de plantas como nueces, amaranto, remolacha, nogal, chilca, molle, retama, mora de castilla y col morada con los que se obtener excelentes tintes para prendas de buena calidad. En el proceso de tintura con el fin de conseguir en un resultado eficiente se debe considerar la influencia de varios aspectos, los tintes necesitan de ciertos factores auxiliares como el pH, temperatura y mordiente que les otorguen propiedades y características específicas que incidan en su calidad, tonalidad y posterior resistencia a factores externos. (Sánchez, 2020, pp. 12-13)

Por otro lado, para utilizar biocolorantes o tintes naturales en la producción textil, se debe analizar la resistencia de los hilos o textiles a diversos factores ambientales o derivados de su uso, lo que significa que los tejidos se someten a una serie de pruebas para comprobar su eficacia en el producto final. (Carrera, 2021, p. 9)

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años, el interés de los consumidores y fabricantes textiles por los tintes naturales ha aumentado debido a la creciente conciencia ambiental y la desconfianza en el uso de tintes sintetizados químicamente, algunos de los cuales se consideran perjudiciales para la salud. Por el contrario, las ventajas de los tintes naturales son su baja toxicidad, ser antialérgicos, antibacterianos e incluso tener protección contra los rayos UV. Estos factores hacen de los tintes naturales una alternativa a los tintes sintéticos. (Kumar, et al., 2018: pp. 69-76)

El teñido es un proceso altamente contaminante, especialmente cuando se utilizan tintes químicos. La industria textil es considerada la segunda industria más contaminante del planeta, produciendo el 20% de las emisiones tóxicas al agua, que pueden causar problemas si se vierten a las alcantarillas, afectando directamente la flora y la fauna que entran en contacto con este tipo de residuos industriales, también afecta la salud humana donde en donde la piel suele sufrir daños, manifestándose en forma de alergias, llegando muchas veces al nivel de intoxicación cuando se superan los límites permisibles. (Sánchez, 2020)

1.2 Justificación

El uso de tintes naturales fue reemplazado a nivel mundial con la introducción de los primeros tintes sintéticos en 1856 por el químico inglés W. W. Perkin, quien fue pionero en la producción de anilina y fue el responsable de sentar las bases de una nueva industria química; sin embargo, los tintes naturales no dejan de ser un testimonio de cultura y tradición. (BBC, 2018)

En los últimos años, la demanda de productos elaborados con elementos naturales ha aumentado debido a la conciencia ambiental de las personas, por lo que los tintes naturales se convierten en una excelente alternativa para teñir hilos. También se destaca que los tintes naturales tienen un efecto útil en la salud humana, porque algunos de ellos, cuando son parte de la planta, tienen la función de absorber rayos ultravioletas y esta función se conserva en el campo textil, además no causan irritación ni alergias. En muchos de los países latinoamericanos se busca reavivar el teñido manual; de igual manera el movimiento ambiental enfatiza las características amigables con el ambiente ya que al usar tintes biodegradables no se requiere el uso de productos químicos como el cromo o la estaño, por lo que no producen desechos tóxicos para el medio ambiente. (Palacios, 2022, pp. 9-21)

Las fibras de alpaca se derivan del camello sudamericano del mismo nombre, que vive en la región de los Andes de Perú a una altitud de más de 4500 metros sobre el nivel del mar. Su fuerza y elasticidad es casi tres veces mayor que la de la lana merino y mohair, además es suave al tacto, hipoalergénica, impermeable y retardante de llama. Debido a su suavidad y versatilidad, la fibra de alpaca se puede utilizar para hacer hilos, suéteres, mantas, chales, bufandas, bolsos, cuerdas, alfombras y más. Tiene propiedades termorreguladoras, ya que mantiene la temperatura corporal en un nivel normal, no nos asfixia en los días calurosos y nos calienta en los días fríos. Obteniéndose prendas de excelente calidad que se caracterizan por su elegancia y por ser altamente durables. (Casa de la Mujer Artesana, 2013)

En base a lo mencionado anteriormente, el siguiente trabajo de investigación de tipo experimental tiene como finalidad evaluar el efecto diferentes tintes naturales en varios pH sobre la calidad del hilo de alpaca (*Vicugna pacos*) para conocer como la interacción de ambos factores inciden en el producto terminado, tanto en aspectos sus físicos como en los sensoriales, rescatando el uso de los tintes naturales como alternativa para cuidar el medio ambiente obteniéndose productos de excelente calidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar la calidad del hilo de alpaca (*Vicugna pacos*) teñido con diferentes tintes naturales a distintos valores de pH.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la relación entre diferentes fuentes de pigmento (Col morada, Flor de qolli y Corteza de aliso) y la calidad del hilo de alpaca teñido a pH 3,5, 5,5 y 7,5, utilizando un colorímetro con datos en el espacio CIELAB para analizar las diferencias de color.
- Identificar el tratamiento óptimo para cada fuente de pigmento mediante análisis físicos y sensoriales, con el fin de mejorar la calidad del hilo de alpaca teñido.
- Evaluar la eficiencia económica de cada tratamiento experimental mediante el análisis del costo de producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Alpaca

La alpaca es un animal domesticado que pertenece a familia de camélidos sudamericanos y su nombre científico es "*Vicugna pacos*". Los primeros avistamientos de alpacas se dieron en la costa del Perú en los años 1200-500 a.C. donde ya se criaban camélidos y se empleaban la fibra de estos animales. (Ariel de Vidas, 2002, p. 17)

Viven en áreas ubicadas a una altitud de 4000 m sobre el nivel del mar, en los países de América del Sur, en el medio ambiente en que existe altas temperaturas frías. La alpaca es un animal que vive en regiones templadas, por lo que no suele acoplarse en ambientes cálidos. (Barreto, 2016, pp. 16-25) La alpaca posee un menor tamaño que el de la llama con características muy similares a su ancestro salvaje la vicuña. La alpaca está diseñada para la producción de hilos cuya practica se da desde la antigüedad. (Wang, et al., 2003, p. 12)

2.1.1 Población de alpacas en Ecuador

En Ecuador, la población de alpacas vive en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Cañar, con mayor concentración en Cotopaxi. No se dispone de cifras exactas, pero se cree que, desde la primera importación e introducción de individuos, la población mundial ha aumentado de manera constante, alcanzando alrededor de 8.500 en 2010. Sin embargo, estos ejemplares, debido a su continua hibridación, tienen una base genética reducida.

La población actual de alpacas es de entre 6.000 y 7.000 alpacas, un número insignificante en comparación con lo que administran Perú y Bolivia. La calidad de Ecuador comparada con Chile y Perú se considera normal debido a la baja variación genética, cultivo descontrolado, falta de incentivos económicos y manejo inadecuado. Se estima que el 90% de ellos se alimenta del pasto de los páramos. (BIVICA, 2021)

2.1.2 Razas

La variedad Huacaya es la más numerosa, se caracteriza por la cobertura de todo el cuerpo con fibras rizadas y densas que le dan un aspecto esponjoso. Sus piernas, frente y mejillas están cubiertas de fibras formando un haz de fibras que le cubre los ojos. Posee una mayor talla que la suri y son consideradas más resistentes a las altitudes y condiciones climáticas. (Bonacic, 2014) (Ilustración 1-2)



Ilustración 2-1: Alpaca de raza Huacaya

Fuente: Arellano, 2023

La variedad Suri está presente en menor proporción que la Huacaya. Es una lana de cobertura con un aspecto más liso y con mayor ganancia de longitud. Por su estructura cae fuera de la línea media a ambos lados del cuerpo. Es un animal débil, lo que lo hace susceptible a las enfermedades y a los cambios bruscos de temperatura en el Altiplano (Bonacic, 2014). (Ver Ilustración 2-2)



Ilustración 2-2: Alpaca de raza Suri

Fuente: (AYNI BOLIVIA, 2023)

Tabla 2-1: Comparación de características textiles entre razas

Características textiles	Huacaya	Suri
Cualidades del vellón	Las fibras y las mechas están dispuestos perpendiculares a la superficie cuerpo conservando aquella posición por el entrelazamiento de fibras. Existe la presencia de rizos por toda la extensión de las fibras y las mechas por lo que junto se tiene un vellón esponjoso y abundante.	Posee una fibra en espiral que forma rizos y cae paralelo a ambos lados, dejando la línea superior de la espalda desnudo.
Peso del vellón	Tiene menos peso que el vellón alpaca suri.	Posee un peso mayor.
Finura	Presencia de fibras finas con diferentes niveles de homogeneidad. Pueden estar presentes en promedio fibras de diámetro mayor y diámetro menor.	Presencia más amplia de fibras finas y uniformes con un diámetro menor lo que le da un mayor valor en el ámbito textil y mayor precio.
Suavidad	Vellón suave y esponjoso al tacto.	Cuenta con un vellón suave al tacto cuya suavidad y finura únicamente es superada por la de la vicuña.
Brillo y lustre	Es un tanto opaca y toma el aspecto de la fibra de ovino.	Con un brillo delicado y suave que es comparado con el de la Cachemira fina y la Cabra Angora.
Poder filtrante	Poder fieltrante disminuido, con tendencia al apelmazamiento (mayor posibilidad de abatanamiento) en las prendas textiles, cuando se les somete al lavado.	Alta capacidad de filtración para evitar la formación de grumos de pelusas (bajo afieltrado) en los textiles durante el lavado.
Uniformidad	Son menos homogéneos, el coeficiente de variación de la muestra es mayor. Por lo general, se pueden encontrar cantidades variables (>40 µm) en una sola fibra.	En general, la mecha de lana suri es más uniforme, tiene un coeficiente de variación más bajo y una finura promedio más alta.
Rendimiento de la fibra lavada	Ligeramente más bajo que en el sur.	Un poco más alto que el de la Huacaya

Fuente: (Arciniega, 2013, pp. 33-35)

Realizado por: Arellano, María, 2023

2.2 Fibra de alpaca

Se denomina fibra de alpaca al pelo que proviene de camélidos sudamericanos, es de naturaleza proteica, la proteína principal que la compone es la queratina y contiene una gran cantidad de azufre. Esta fibra es diferente a la lana. La lana tiene una forma rizada, mientras que las fibras de alpaca se caracterizan por una superficie muy fina y muy lisa. Por eso la llamamos fibra y no lana. La fibra de alpaca tiene propiedades termorreguladoras, tiene la capacidad de absorber humedad y es resistente al fuego debido a su composición química y alta higroscopicidad. (Palacios, 2022, pp. 9-21)

2.2.1 Características de la fibra de alpaca

- La fibra de alpaca tiene una finura que puede llegar hasta las 19 micras.
- El hilo de alpaca es tres veces más rígido que el de oveja y siete veces más cálido.
- La fibra de alpaca tiene excelentes propiedades térmicas y aislantes porque tiene bolsas de aire microscópicas en su interior, lo que la hace más liviana pero muy cálida.
- Las fibras de alpaca tienen un brillo que persiste independientemente de los procesos de fabricación, teñido o lavado.
- La fibra de alpaca no contiene grasas, aceites ni lanolina.
- La fibra de alpaca no retiene agua y es resistente a la radiación solar.
- El hilo de alpaca es duradero, lo que hace que la ropa sea muy duradera y fácil de cuidar, ahorrando dinero a las personas y cuidando el medio ambiente.
- La fibra de alpaca es hipoalergénica por su suavidad.
- El hilo de alpaca está disponible en más de 22 colores naturales (marrón y gris).
- La fibra de alpaca no solo se hila, sino que también se puede afieltrar para crear hermosas telas y fieltro de alpaca hecho a mano. (AYNI BOLIVIA, 2023)

Tabla 2-2: Clasificación de la fibra de alpaca según su micronaje

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

Fuente: (AYNI BOLIVIA, 2023)

Realizado por: Arellano, María, 2023

2.3 Teñido textil

Es el proceso mediante el cual se añade un colorante a la fibra junto con otras sustancias. Para ello es necesario seguir una serie de pasos y condiciones, el proceso inicia con la extracción del tinte y posteriormente se baña la fibra en tinte hasta alcanzar el color y que se haya fijado firmemente y durante mucho tiempo. En palabras más sencillas es pigmentar las fibras con tintes. (Pazos, 2017, pp. 17-27)

También se menciona que el teñido de tejidos es un proceso químico, natural o sintético, en el que se hace uso de colorantes para textiles y otros materiales con el fin de que la sustancia pase a formar parte del tejido y tienen un color diferente al original. No sólo requiere el uso de tintes, así como algunos productos familiares como auxiliares de tintura los cuales mejoran las propiedades del producto terminado, no sólo la calidad del color, sino también, así como propiedades como suavidad, textura, dureza, resistencia, etc. (Pazos, 2017, pp. 17-27)

2.4 Factores que influyen en el tinturado

Dentro del proceso de tinturado intervienen diversos factores que afectaran la calidad del hilo, los cuales son muy importantes de controlar durante todo el proceso. Estos factores son:

2.4.1 pH

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad y se promedia en una escala de 0 a 14. La información cuantitativa se expresa como un valor de pH que representa cuán ácido es un ácido o una base en términos de actividad de iones de hidrógeno. (OMEGA, 2020)

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. La escala de pH está limitada a valores de 0 a 14, donde 0 es el más ácido, 14 es el más alcalino y 7 es neutro (Ilustración 3-2). El pH es una de las variables que tienen un gran impacto en el efecto de color final obtenido durante el teñido natural. El tinte reaccionará con la alcalinidad o acidez de la solución de tinte mediante una reacción química que cambia la concentración de iones de hidrógeno en la solución, cambiando así su color o color. Para saber qué tan ácida o alcalina es la solución de tinte, se puede medir de dos formas principales. Por un lado, existen bandas indicadoras de pH que cambian de color dependiendo del nivel de pH, este método no da datos precisos y su interpretación puede no ser precisa. También se puede medir con un instrumento llamado medidor de pH, que es más preciso porque una vez que el instrumento se pone en solución, muestra los valores exactos a través del sistema electrónico, por lo que aquí está la forma más confiable. (Barreto, 2016, pp. 16-25)



Ilustración 2-3: Escala del pH

Fuente: (Álvarez, 2021)

Durante el proceso de teñido se pueden utilizar modificadores de pH con el fin de cambiar la tonalidad obtenida, uno de ellos es el bicarbonato de sodio que nos ayuda a llegar a niveles básicos (pH>7), puesto que las tonalidades frías están dentro de los niveles alcalinos. De igual manera es posible variar el pH a valores bajos (ácidos) con el fin de obtener tonos más débiles o cálidos mediante el uso de jugo de limón. (Quispe, et al., 2021: p. 3)

2.4.2 *Temperatura*

La temperatura está relacionada con el hinchamiento de la fibra durante el teñido, debajo de los 40°C, la lana absorbe el tinte lentamente y no penetra bien el tinte. Una buena expansión de la fibra requiere temperaturas de hasta 80°C cuando la fibra está lo suficientemente estirada el tinte penetra el hilo de una mejor manera. (Chávez, et al., 2015, p. 30)

2.4.3 *Mordiente*

La mayoría de los tintes naturales requieren algún fijador o colorante. Los mordientes son sustancias que pueden ser de origen natural o químico y facilitan la fijación del tinte en el hilo, otorgándole uniformidad y brillo al color. El proceso de mordentado puede hacer antes o después del teñido y, por lo general, implica agregar un mordiente al agua caliente junto con el hilo, que puede o no estar teñido. Hay tres procesos para esto.

- **Método directo:** Se ha utilizado desde la antigüedad y consiste en la introducción de fibras directamente en los tintes.
- **Premordentado:** El hilo sin teñir se coloca en agua tibia que contiene suficiente mordiente para cubrir el hilo. Se deja calentar a fuego lento durante media hora, revolviendo constantemente.

- **Posmordentado:** La fibra preteñida y/o premordentada se coloca en el agua tibia que contiene el mordiente. El objetivo de este tratamiento es cambiar la tonalidad del color o aumentar la resistencia al lavado. Suele utilizarse para obtener colores secundarios. (Pazos, 2017, pp. 17-27)

Es el mordiente más utilizado debido a su fácil obtención y es conocido popularmente con el nombre de piedra alumbre (Sulfato aluminico potásico). Se presenta en forma de cristales, en polvo blanco o en pasta. No es tóxico y no exige almacenamiento especial. No altera el color natural de la fibra ni del material tintóreo, ni del baño de tintura. Realza y da brillo a los colores. (Pazos, 2017, pp. 17-27)



Ilustración 2-4: Piedra de Alumbre (en polvo)

Fuente: (Pavetto, 2019)

El cremor tártaro (tartrato ácido de potasio) se utiliza a menudo con el alumbre potásico para el teñido de fibras de origen animal. Su función es ayudar a que el alumbre se absorba completamente y no queden restos en el baño de mordiente además proporciona mayor brillo y suavidad. Neutraliza el maltrato que recibe la fibra con los mordientes. (OVILLOVÁ, 2023)



Ilustración 2-5: Cremor tártaro

Fuente: (OVILLOVÁ, 2023)

2.5 Tintes naturales

Los colorantes naturales denominadas también tintes naturales, son sustancias naturales obtenidas de plantas y animales para la coloración de fibras textiles. Como se puede imaginar fácilmente

fueron las pioneras en la tintura de las primeras prendas. Los tintes naturales se pueden clasificar en:

2.5.1 Colorantes de origen animal

Se trata de sustancias utilizadas como colorantes naturales en especies animales. Estos colorantes están presentes en cantidades mucho menores que los de origen vegetal, pero no son menos importantes.

Se pueden clasificar en dos grupos principales: insectos y criaturas marinas.

- **Insectos:** En este grupo hay un tinte muy importante que es el tinte de cochinilla, que incluye muchas especies de insectos. Diferentes insectos parasitan diferentes tipos de plantas dependiendo sobre su origen y producen el color rojo. Otro insecto utilizado como colorante, poco conocido en nuestro medio, es la coscoja, un insecto parásito de dos especies de árboles: la encina (quemes americanos) y la coscoja (quemes europeos). De este animal también se extrae un tinte rojo.
- **Organismos marinos:** Tintes animales de la vida marina, se comparten con moluscos cefalópodos. Una de ellas es la especie llamada canadiella (*murex brandaris*), de la que se extrajo la especie cuyo color púrpura fue muy apreciado en la Antigüedad y muchas ricas anécdotas, y la otra especie es la jibia o choco común, de la que se extrae, sacos de tinta colorante sepia. Son poco conocidos y utilizados en nuestro medio. (Arias, 2018 pp. 21-23)

2.5.2 Colorantes de origen mineral

Entre los tintes naturales, también existen tipos de tintes de origen mineral, frecuentemente llamados pigmentos. Estos colorantes son sólidos a temperatura ambiente e insolubles en agua; Por sus propiedades insolubles, los pigmentos se utilizan para depositarse sobre sustratos textiles y adherirse a ellos con adhesivos, en técnicas de impresión. (Arias, 2018 pp. 21-23)

2.5.3 Colorantes naturales de origen vegetal

La mayoría de tintes o pigmentos naturales son de origen vegetal. Proviene de plantas y otras fuentes orgánicas como hongos y líquenes. Los tintes se pueden extraer de cualquier parte de la planta; raíces, bayas, corteza, hojas, flores, tallos, según la especie y dónde se encuentran sustancias responsables del color. Dependiendo de su estructura molecular, que permite agrupar ingredientes relacionados en términos de actividad y propiedades generales, los colorantes vegetales naturales se pueden agrupar en seis familias.

- **Antocianinas:** Las antocianinas conforman seis grupos entre los flavonoides presentes. Los flavonoides son metabolitos secundarios de plantas, es decir: compuestos que producen las plantas, pero no son importantes, porque sin ellos los organismos pueden seguir viviendo. La antocianina es un verdadero tinte natural porque es soluble en agua. Son responsables de los colores rojo, naranja, azul y violeta.
- **Betalainas:** Es un grupo diverso dividido en dos grupos importantes a saber, betacianinas y betaxantinas. Los betacianos son alrededor de 50 tintes rojos o morados naturales y la betaxantina son compuestos amarillos.
- **Carotenoides:** Estructuras isoprenoides, tiene una variedad de colores desde amarillo claro, pasando por naranja, hasta rojo oscuro.
- **Clorofila:** Consiste en una porfirina combinada con un átomo de magnesio en el centro de un anillo tetrapirrólico. Se conocen dos tipos importantes: clorofila A y clorofila B, que son las responsables del color verde de las plantas. Son más abundantes en la naturaleza, pero generalmente son insolubles en agua, pero son insolubles en solventes orgánicos.
- **Flavonoides:** Se caracterizan por su color amarillo. En general, se caracterizan por tener polifenoles solubles en agua, algunos con una estructura de glucósidos (azúcares) y otros como polímeros naturales.
- **Taninos:** Colorantes naturales extraídos de plantas superiores. Hay compuestos fenólicos que varían en color del amarillo al marrón oscuro. Los taninos tienen un olor característico, sabor amargo y muy astringente. Uno de los árboles más utilizados para la obtención de taninos es el roble (*Quercus robur*), entre otros. (Arias, 2018 pp. 21-23)

2.5.3.1 Col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*)

La col morada contiene pigmentos llamados antocianinas, que le dan su color morado. Cuando la col morada se pone en agua caliente o se hierva, el color se separará. Los extractos obtenidos a partir de la col morada presentan un alto poder tintóreo y capacidad antioxidante, por lo que podría denominarse como pigmentos bioactivos. (Pichardo, 2019, p. 2)



Ilustración 2-6: Col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*)

Fuente: Arellano, 2023

2.5.3.2 Flor de qolli (*Buddleja Coriacea*)

Proveniente del árbol de qolli también conocido como "c'olle", "kolle", "qolly", "culli", "quishuar", "kiswar", "puna quisvar", "tanascullo". En el Ecuador se la encuentra entre 3000 y 4000 m es típica de la "ceja andina" donde se la encuentra siempre asociada con otras especies arbóreas. Para la época de floración se observa dos épocas bien definidas; la primera y más productiva se inicia en diciembre y se extiende hasta abril durante toda la época de calor. La segunda, está caracterizada por una escasa floración con cimas aisladas y aparece en el periodo comprendido entre mayo y agosto. La flor de qolli dese ser recolectada cuando esté amarilla o casi anaranjada esto dependerá de acuerdo a su grado de madurez, contiene pigmentos carotenoides. (García, 2013, p. 7)



Ilustración 2-7: Flor de qolli (*Buddleja Coriacea*)

Fuente: (García, 2013, p. 7)

2.5.3.3 Corteza de aliso (*Alnus glutinosa*)

El aliso es considerado pionero en áreas devastadas, es rustico de rápido crecimiento y se lo encuentra frecuentemente en zonas húmedas de los flancos del callejón interandino en áreas con neblina frecuente. Usualmente se lo planta con fines de recuperación del suelo. De la corteza del aliso se obtiene un tinte de color marrón, que fue utilizado en el teñido de los textiles prehispánicos. (ECUADOR FORESTAL, 2018, pp. 1-4)



Ilustración 2-8: Corteza de aliso (*Alnus glutinosa*)

Fuente: Arellano, 2023

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento

El siguiente trabajo de experimentación se desarrolló en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal y en el Laboratorio Especializado de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH, Panamericana Sur, km 1 ½. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Cuyo tiempo de duración fue de 360 horas.

3.2 Unidades Experimentales

El tamaño de la unidad experimental fue de 200 gramos de hilo de fibra de alpaca con 3 repeticiones por cada tratamiento con un total de 600 gramos de hilo fibra de alpaca por tratamiento.

3.3 Materiales, Equipos e Instalaciones

3.3.1 *Materia Prima*

- Madejas de hilo de alpaca
- Col morada
- Flor de qolli
- Corteza de aliso

3.3.2 *Insumos*

- Alumbre
- Cremor Tártaro
- Ácido Cítrico
- Bicarbonato de sodio
- Agua embotellada
- Jabón líquido

3.3.3 *Materiales*

- Cuchillo
- Tabla de picar
- Recipientes de plástico
- Coladores
- Ollas
- Cuchara de palo
- Bureta
- Vaso de precipitación
- Balón aforado
- Jarra graduada de plástico
- Tela de algodón color blanco

3.3.4 *Equipos*

- Cocina
- Balanza gramera
- Balanza analítica
- Termómetro
- pH metro
- Tensiómetro
- Colorímetro
- Cronometro
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Celular
- Calculadora

3.3.5 *Instalaciones*

- Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH.
- Laboratorio Especializado de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH.

3.4 Tratamientos y diseño experimental

3.4.1 *Tratamientos*

El número de tratamientos estuvo determinado por el factor A, es decir, por la fuente de pigmentos extraídos de la col morada, de la flor de qolli y de la corteza de aliso; y por el factor B: relacionado con el pH 3,5, 5,5 y 7,5. Otras variables que intervinieron en el proceso de tintura son, la temperatura (80°C) y el mordiente (Alumbre y Cremor Tártaro) que permanecieron de manera constante. Cada tratamiento se observa en el esquema del diseño experimental que se presenta a continuación:

3.4.2 *Diseño experimental*

Tabla 3-1: Esquema de experimento

FACTOR A (Fuente de pigmento)	FACTOR B (pH)	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE*	TOTAL, TRATAMIENTOS
Col morada	3,5	FP1pH1	3	200	3
Col morada	5,5	FP1pH2	3	200	3
Col morada	7,5	FP1pH3	3	200	3
Flor de qolli	3,5	FP2pH1	3	200	3
Flor de qolli	5,5	FP2pH2	3	200	3
Flor de qolli	7,5	FP2pH3	3	200	3
Corteza de aliso	3,5	FP3pH1	3	200	3
Corteza de aliso	5,5	FP3pH2	3	200	3
Corteza de aliso	7,5	FP3pH3	3	200	3
TOTAL					27

TUE*: Tamaño de la unidad experimental (200 g)

Realizado por: Arellano, María, 2023

3.5 Mediciones experimentales

Las unidades experimentales que se consideraron fueron: las propiedades físicas y el análisis sensorial (factor de confort), se tomó en cuenta también el análisis del costo de producción.

3.5.1 *Análisis físicos*

- Diferencias de Color (Datos en el espacio CIELAB)
- Resistencia a la tensión (N/cm²)
- Elongación (%)
- Solidez a la luz (valoración)
- Solidez al lavado (valoración)
- Solidez al frote (valoración)

3.5.2 *Análisis sensorial*

- Factor de Confort (aspereza, sensación de picor)

3.5.3 *Análisis económico*

- Costo de producción

3.6 **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Los resultados de los ensayos físicos se analizaron mediante:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Comparaciones múltiples entre las medias, mediante la prueba de Tukey ($P < 0,01$ y $P < 0,05$)

Los resultados del análisis sensorial fueron estudiados a través de estadística descriptiva.

3.6.1 *Esquema del experimento*

El esquema del ADEVA que se utilizó fue el siguiente:

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

FV		GL
Total	(n-1)	26
FACTOR A (Fuente de pigmento)	(A-1)	1
FACTOR B (pH)	(B-1)	1
AxB	(A-1) (B-1)	1
ERROR EXPERIMENTAL	(n-1)- (A-1)- (B-1)- (A-1) (B-1)	23

Realizado por: Arellano, María, 2023

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1 Preparación del hilo

Como primer paso se elaboraron madejas de hilo de alpaca en forma de ocho, con un peso de 200 g cada una; la materia prima para la realización de este trabajo fue adquirida en la Cooperativa de Productores Agropecuarios Camélidos Andinos (COOPROAGROCAN). Cabe mencionar que el hilo provino de vellón de hilo de alpaca clasificada como semi fina de acuerdo con la NTP 230.302.2004. Posteriormente, cada madeja fue colocada en 5 litros de agua purificada previamente entibiada a una temperatura de 40 °C, que contenía, además, una solución de jabón líquido neutro al 0,5 %. El hilo permaneció 15 minutos en esta preparación antes de ser enjuagado con agua fría.

3.7.2 Premordentado

Previo al tinturado de las madejas de hilo de alpaca se realizó el proceso de premordentado, es decir que, luego de haber colocado en un recipiente 8 litros de agua purificada (entibiada a 40 °C), se agregó 20 g de alumbre y 12 g de cremor tártaro que fueron disueltos con ayuda de una cuchara de madera; añadiendo a esta solución el hilo de fibra de alpaca, calentándola hasta llegar al punto de ebullición y agitando esta mezcla por un lapso de treinta minutos. Retirando el recipiente del fuego, dejando que el hilo repose en la sombra durante 12 horas. Después de transcurridas las 12 horas, es retirado el hilo del agua y nuevamente secado bajo la sombra.

3.7.3 Tinturado

Durante todo el proceso de teñido se mantuvo una temperatura constante de 80 °C.

3.7.3.1 Teñido de la fibra de alpaca (*Vicugna Pacos*) con col morada

1. 800 g de col morada fueron lavados, secados y troceados.
2. La col morada fue hervida en 8 litros de agua purificada durante aproximadamente 60 minutos y luego retirada del fuego.
3. Seguidamente en los 8 litros de agua teñida al fuego, se midió el pH (5,8) procediendo a modificarlo.

4. Añadiendo 4,2 ml de ácido cítrico al 50 %, resultó un pH de 3,5 y con 0,3 ml un pH de 5,5. Agregando 24g de bicarbonato de sodio se obtuvo un pH de 7,5
5. A continuación, se colocó la madeja de hilo de alpaca (200 g) para que hierva durante 30 minutos, moviéndola suavemente con una cuchara de madera para que el color penetre de forma homogénea. Controlando constantemente el pH y la temperatura.
6. Es retirado el recipiente del fuego y el hilo a un trasladado a un lugar frío y con poca luz hasta que seque y se fije el color.
7. Finalmente se enjuagó el hilo tinturado con agua tibia varias veces, hasta que el agua esté cristalina. Secamos nuevamente el hilo bajo la sombra.

3.7.3.2 Teñido de la fibra de alpaca (Vicugna Pacos) con flor de qolli

1. De igual forma para este procedimiento fueron hervidos 8 litros de agua purificada con 1,12 Kg de flor de qolli durante aproximadamente 60 minutos
2. Una vez soltado el color la flor es retirada del recipiente
3. Luego se volvió a exponer los 8 litros de agua teñida al fuego, midiendo el pH del agua (6) para modificarlo.
4. A continuación, añadiendo 4,6 ml de ácido cítrico al 50 % se alcanza un pH de 3,5 y 0,5 ml más para obtener un pH de 5,5. Para conseguir un pH de 7,5 se agregó 22 g de bicarbonato de sodio.
5. Posteriormente fue colocada la madeja de hilo de alpaca (200 g) a hervir durante 30 minutos, movida suavemente con una cuchara de madera para que el color penetre de forma homogénea, controlando la temperatura y el pH durante el proceso.
6. Es retirado el recipiente del fuego y el hilo es trasladado a un lugar frío y con poca luz hasta que seque y se fije el color.
7. Finalmente se enjuagó el hilo tinturado con agua tibia varias veces, hasta que el agua esté cristalina, y secado nuevamente bajo la sombra.

3.7.3.3 Teñido de la fibra de alpaca (Vicugna Pacos) con corteza de aliso

1. 800 g de corteza de aliso fueron lavados, troceados y hervidos en 8 litros de agua purificada durante aproximadamente 60 minutos, con el fin de soltar el color.
2. Una vez soltado el color se sacó del fuego y retiró la corteza.
3. Luego, volviendo a exponer los 8 litros de agua teñida al fuego, midiendo el pH del agua (5,8) y posteriormente modificándolo.

4. Fueron añadidos 4,6 ml de ácido cítrico al 50 % para alcanzar un pH de 3,5 y 0,5 ml para la obtención de un pH de 5,5. Agregando 24 g de bicarbonato de sodio se obtuvo un pH de 7,5.
5. Seguidamente se colocó la madeja de hilo de alpaca (200 g) a hervir durante 30 min. moviendo suavemente con una cuchara de madera para que el color penetre de forma homogénea, controlando el pH y la temperatura durante todo el proceso.
6. Es retirada la olla del fuego, trasladando al hilo a un lugar frío y con poca luz hasta que seque y se fije el color.
7. Por último, el hilo tinturado es lavado con agua tibia varias veces, hasta que el agua esté cristalina para luego nuevamente secar el hilo bajo la sombra.

3.8 Método de evaluación

3.8.1 Análisis físicos

3.8.1.1 Diferencias de color

El espectro electromagnético es el amplio espectro de radiación electromagnética viajando por el espacio en forma de ondas. Lo que identifica a cada tipo de radiación es su frecuencia, que es el número de ciclos que se producen en un tiempo determinado. Es útil caracterizar una señal por una longitud de onda (amplitud en metros) para identificar el espacio de color al que pertenece un objeto, que es inversamente proporcional a la frecuencia y mide la distancia entre dos crestas sucesivas de la onda. (CSN, 2012, pp. 1-3)

Una parte del espectro electromagnéticos corresponde a la luz visible, es decir el rango de longitud de onda que es visible para el ojo humano, constituye sólo una pequeña parte del espectro total. Va desde los 390 nanómetros, que conforma la luz violeta (que pasa por el azul, el verde, el amarillo y el naranja), hasta la roja (unos 780 nanómetros). (CSN, 2012, pp.1-3)

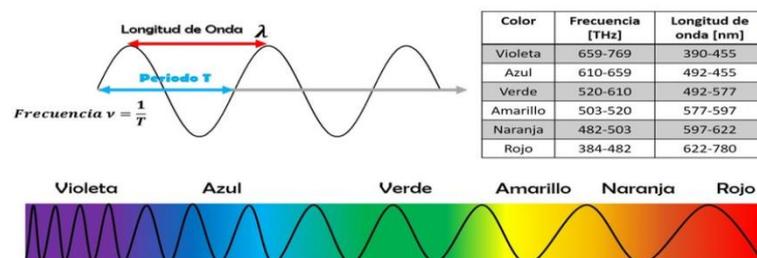


Ilustración 3-1: Espectro electromagnético en la región de luz visible

Fuente: (Ibarra, 2019)

Una sustancia aparece coloreada porque absorbe la luz que corresponde a una o más de las longitudes de onda de la región visible del espectro electromagnético y transmite o refleja las otras longitudes de onda. Estas longitudes definen las magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de los valores triestímulo y pueden considerarse una respuesta de los observadores patrones a un estímulo luminoso. (Domínguez, et al., 2012: pp. 141-155)

Las diferencias de color se determinaron utilizando un colorímetro con datos espaciales CIELAB. Un espacio de color puede describirse como un método para representar el color de un objeto mediante un determinado tipo de anotación, como un número. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE), una organización sin fines de lucro considerada la autoridad en la ciencia de la luz y el color, define espacios de color.

El espacio de color $L^*a^*b^*$, donde L^* simboliza la luminancia, a^* las coordenadas rojo-verde (a significa rojo, $-a$ significa verde) y b^* las coordenadas amarillo-azul (b significa amarillo, $-b$ significa azul) representan las coordenadas cromáticas también conocido como CIELAB, es uno de los espacios de color más populares y consistentes que se utilizan actualmente para la evaluación del color de objetos. Este espacio de color es muy utilizado porque se refiere a valores numéricos de colores basados en la percepción visual humana. Además, se basa en la teoría del color opuesto, que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde o amarillo y azul al mismo tiempo. Como se muestra a continuación, L^* representa la luminancia y a^* y b^* representan las coordenadas cromáticas. (KONICA MONOLTA, 2023)

3.8.1.2 Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión es la máxima fuerza o tensión a la que un material es sometido a una carga de estiramiento sin romperse. En esta prueba el material se estira y recupera su longitud original cuando la fuerza no supera el límite elástico del material. Cuando las tensiones son altas, el material no vuelve completamente a su forma original y cuando la fuerza es aún superior, se produce la ruptura del material.

Para el procedimiento se realizó probetas de 7 cm del hilo tinturado y estirado al cual se realizó nudos en ambos extremos. Estas muestras fueron colocadas en una maquina conocida como extensómetro esta posee mordazas en donde las probetas fueron fijadas de extremo a extremo. Las mordazas cumplen la función de sujetar las muestras al aplicar una carga progresiva lentamente creciente. Esta carga se mide en Newton de fuerza (N/cm²). Conforme avanza el

ensayo y se incrementa la carga, la muestra se va estirando hasta que se rompe, este estiramiento se conoce como esfuerzo.

3.8.1.3 Porcentaje de elongación

Para conocer el porcentaje de elongación del hilo de fibra de alpaca se debe medir la resistencia a la tensión que consiste en la magnitud en que el hilo se estira antes de romperse o alcanzar su punto de ruptura.

Tiene relación con la resistencia a la fractura, otra propiedad mecánica definida como la fuerza máxima por unidad de área que debe aplicarse para destruir la unión de las fibras, dependiendo del nivel de elongación pueden dividirse entre: elásticas cuando la elongación es alta y rígidas cuando su resistencia a la fractura es alta. (Pila, 2022 pp. 29-31)

3.8.1.4 Solidez a la luz

La solidez del color se refiere a la resistencia del tinte a diversos factores, como el cambio de color o la transferencia durante la manipulación y el uso. A lo largo de su vida útil, los textiles suelen estar expuestos a factores externos que pueden afectar su calidad por lo que es importante realizar para pruebas sobre estos tejidos permitiendo verificar las condiciones del producto final. Los ensayos de durabilidad se realizan en cada país, desarrollando sus propios métodos y procedimientos cuando es necesario, pero están aceptados internacionalmente por lo que los resultados son similares, aunque no intercambiables. Para determinar la solidez del color se realizaron pruebas de resistencia a la luz artificial. (Carrera, 2021, p. 9)

Los ensayos de durabilidad se realizan en cada país, desarrollando sus propios métodos y procedimientos cuando es necesario, pero están aceptados internacionalmente por lo que los resultados son similares, aunque no intercambiables. Para determinar la solidez del color se realizaron pruebas de resistencia a la luz artificial. En la norma ISO 105 – Parte B se describen las diversas exposiciones que pueden afectar el color de los materiales textiles, además se detallan métodos de prueba para cuantificar la solidez del color. (Valdepera, et al., 2009, p. 49)

Los procesos más reconocidos internacionalmente son los desarrollados por la American Association of Textile, Chemist and Colorist” (AATCC), que desarrolla estándares, evalúa y actualiza procesos específicos para determinar la solidez del color de los textiles. Para evaluar la

durabilidad de las fibras de Alpaca teñidas se utilizó la escala de grises desarrollada por (AATCC), que cuantifica el grado de solidez.

Esta escala evalúa el cambio de color de la muestra después que el material haya sido sometido a la prueba de solidez e incluye los niveles 5, 4-5, 4, 3-4, 3, 2-3, 2, 1-2., 1, donde la clase 5 es la de mayor solidez (no se produce ningún cambio de color) y la clase uno es la de la solidez más baja (se produce un gran cambio de color). (Pila, 2022 pp. 29-31)

La escala de grises para la graduación de color (1) representa el color original del textil que se está evaluando, (2) representa la gradación de color para el testigo, como se muestra en la Figura 1-3. Para esta prueba se elaboraron probetas formadas de 3 hilos de 4 cm atados con el mismo hilo para cada repetición correspondiente a cada tratamiento

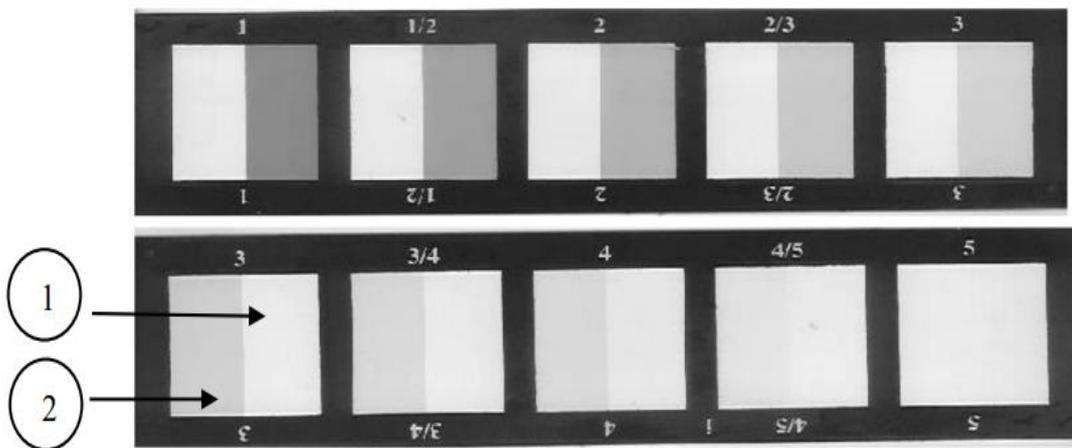


Ilustración 3-2: Escala de grises para evaluar el cambio de colores

Realizado por: (Gonzales, 2004, p. 62)

Tabla 3-3: Valoración cuantitativa de escala de grises para el cambio de color.

Cambio de color		
Valoración	Denominación	Teñido
Clase 5	Excelente	No se destiñe
Clase 4	Muy Buena	Destiñe un poco
Clase 3	Buena (promedio)	Destiñe sensiblemente
Clase 2	Regular	Destiñe fuertemente
Clase 1	Malo	Destiñe muy fuertemente

Fuente: (Núñez, 2019)

Realizado por: Arellano, María, 2022

3.8.1.5 Solidez al lavado

La prueba de solidez al lavado se utiliza para determinar cuánto color del tejido se pierde después del lavado. Esta prueba se basa en la norma ISO 105-C06:2010, se debe elaborar probetas de 20 x 10 cm con puntadas jersey, el lavado se ejecutó con una solución de jabón neutro a 0,5% volumen en agua (pH 6,5) durante 30 minutos, simulando 5 lavados manuales. Para evaluar la solidez al lavado se empleará escala de grises mencionada en la prueba anterior y se valorará cuantitativamente según la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Valoración cuantitativa de la escala de grises para la transferencia de color

Transferencia de color		
Valoración	Denominación	Teñido
Clase 5	Excelente	No mancha o mancha insignificante
Clase 4	Muy Buena	Manchado ligero
Clase 3	Buena (promedio)	Manchado notable
Clase 2	Regular	Manchado considerable
Clase 1	Malo	Demasiado manchado

Fuente: (Mejía, 2015)

Realizado por: Arellano, María, 2023

3.8.1.6 Solidez al frote

Esta prueba de calidad permite determinar la resistencia a la fricción de las fibras en la cual se comprueba la cantidad de color transferido hacia otro material mediante el rozamiento entre ambas. El proceso descrito en la Norma ISO 105-X12:2016 indica que se puede utilizar un lienzo blanco de 5x5 cm de superficie o tela estándar en este caso de algodón y se frotó con esta tela la superficie del hilo envuelto en un soporte de cartulina. La prueba debe realizarse con un la tela seca y húmeda, frotándola contra el hilo veinte veces, posteriormente se observa si el color ha sido transferido a la tela. Finalmente se valora según la escala de grises de forma similar a la prueba anterior asignándose la valoración según la tabla 3-4.

3.8.2 Análisis Sensorial

En el análisis sensorial se evaluó el factor de confort el cual está determinado por dos aspectos la aspereza y la sensación de picor estableciendo que tan agradable resulta la prenda en relación al sentido del tacto. Para esta prueba se utilizará una escala cuantitativa de 0 a 10 donde diez

representa la máxima aspereza y sensación de picor. Esta prueba se llevó a cabo con 10 panelistas entrenados los cuales evaluaron cada una de las muestras poniéndolas en contacto con la piel puede ser la parte interna del antebrazo o la mejilla.

Los datos obtenidos fueron analizados de acuerdo a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis también conocido como test H. Es una prueba no paramétrica está basada en intervalos que se puede utilizar para confirmar si existen diferencias estadísticamente significativas entre dos o más conjuntos de variables independientes en una variable dependiente ordinal o continua. Esta prueba determina si las medianas de dos o más grupos difieren. De esta forma, calcula el estadístico de prueba y lo compara con la intersección de la distribución. (Ortega, 2023)



Ilustración 3-3: Escala cuantitativa de valoración sensorial del factor de confort

Realizado por: Arellano, María, 2023

Para la recopilación de las valoraciones se utilizó la siguiente ficha:

Tabla 3-5: Ficha para la valoración del factor de confort en el hilo de alpaca

Muestra	Calificación			
	Aspereza del Hilo	Sensación de Picor de hilo	Aspereza del tejido	Sensación de Picor del Tejido
103				
105				
107				
203				
205				
207				
303				
305				
307				

Realizado por: Arellano, María, 2023

3.8.3 *Análisis económico*

3.8.3.1 *Costo de producción*

Los costos de producción son los gastos totales en los que debe incurrir una empresa para producir un producto o servicio. Estos costos relevantes son: materias primas, mano de obra y gastos generales. En economía, el costo de producción es la cantidad de factores de producción necesarios para producir bienes económicos: mano de obra, tierra, capital y tecnología. (Chávez, 2023)

Los costos de producción se calcularon por cada tratamiento considerando el número de repeticiones para así determinar con cuál de las materias primas a distintos pH se obtiene el costo más económico.

CAPÍTULO III

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Características físicas del hilo de alpaca

Tabla 4-1: Características físicas del hilo de alpaca por efecto de la interacción de diferentes fuentes de pigmento a distintos valores de pH

Fuente de pigmento	pH	L (luminosidad)	a (coordenadas rojo/verde)	b (coordenadas amarillo/azul)	Resistencia a la tensión (N/cm ²)	Porcentaje de elongación (%)	Solidez a la luz (valoración)	Solidez al lavado (valoración)	Solidez al frote en seco (valoración)	Solidez al frote en húmedo (valoración)
Col Morada	3,5	62,93±1,03 bcd	3,17±0,55 b	5,08±1,08 e	6886,67± 879,62 a	29,52±0,82 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Col Morada	5,5	61,00±2,51 d	-0,82±0,48 de	2,74±0,83 e	6118,33±125,53 a	28,1±3,60 a	4,67±0,58 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Col Morada	7,5	60,34±2,15 d	-4,63±0,56 f	5,02±1,39 e	4945,83±557,66 a	23,33±2,18 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Flor de qolli	3,5	67,76±1,83 ab	0,13±0,05 cd	12,03±0,58 d	6947,5±1533,32 a	27,14±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Flor de qolli	5,5	68,93±0,68 a	-2,21±0,17 e	18,34±1,78 ab	6464,17±1777,61 a	26,67±5,41 a	4,67±0,58 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Flor de qolli	7,5	67,03±0,72 abc	-1,88±1,43 e	21,19±1,76 a	6956,67±593,49 a	30±3,78 a	4,67±0,58 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Corteza de aliso	3,5	64,36±1,14 abcd	2,33±0,23 b	14,98±0,51 cd	5240±992,42 a	26,19±2,18 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a
Corteza de aliso	5,5	61,69±1,83 cd	1,9±0,28 bc	15,96±0,58 bc	6080±295,13 a	29,05±0,82 a	5,00±0,00 a	5,00±0,00 a	4,67±0,58 a	5,00±0,00 a
Corteza de aliso	7,5	42,84±3,50 e	7,5±0,96 a	18,01±0,45 abc	6403,33±406,73 a	26,19±2,18 a	4,67±0,58 a	4,67±0,58 b	3,00±0,00 b	3,67±0,58 b
Prob		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1081	0,0802	0,6507	<0,0001	<0,0001	<0,0001
E. E		1,11	0,38	0,64	551,13	1,72	0,22	0,11	0,11	0,11

Prob. > 0.05: No existe diferencias significativas (ns)

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*)

Prob. < 0.01 Existen diferencias altamente significativas (**)

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Arellano, María, 2023

4.1.1 Color

El color medido con el colorímetro presentó diferencias estadísticas significativas en términos de L (luminosidad) a y b.

4.1.1.1 Luminosidad (L)

La luminosidad (L) presenta diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) por efecto de las fuentes de pigmento y el pH. El mayor valor se registra al haberse empleado para la tintura flor de qolli a pH 3,5 con un valor de 68,93 mientras que la menor luminosidad de 42,84 se registra al haberse empleado corteza de aliso a pH de 7,5. Considerando que la luminosidad en este estudio se refiere a la medida de la cantidad de luz emitida o reflejada por las muestras en la que se analiza la cercanía de este color al blanco o al negro, siendo las muestras con menor luminosidad las que están más cercanas al negro (Cortázar, 2022), se puede indicar en términos generales que las muestras más claras que corresponden a la flor de qolli, son las que presentaron mayor luminosidad mientras que aquellas teñidas con corteza de aliso registraron una menor luminosidad (ver el ANEXO B). Los factores como la naturaleza de las fuentes de pigmento y el pH del tinturado tienen un impacto directo en esta propiedad.

4.1.1.2 Coordenadas rojo/verde (a); coordenadas amarillo/azul (b)

Para las coordenadas rojo/verde (a) por efecto de la interacción entre la fuente del pigmento y el pH estadísticamente se tienen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), en donde la corteza de aliso a pH 7,5 registró el mayor valor de 7,5, los menores valores de -2,21 y 1,88 fueron obtenidos con la flor de qolli a pH de 5,5 y 7,5 respectivamente. Los valores de estas coordenadas nos indican que el hilo tinturado con la corteza de aliso se encuentra dentro de las tonalidades rojizas oscuras mientras que el tinturado con la flor de qolli se encuentra en la gama de tonalidades de verdes cálidos tal como se puede evidenciar en el ANEXO B.

En relación a las coordenadas amarillo/azul por efecto de la interacción entre ambos factores estadísticamente se tienen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) el mayor resultado (21,19) se obtuvo con la flor de qolli a pH 7,5 mientras que los menores valores se registraron con la col morada a todos los pH, mostrando que la flor de qolli pertenece a la gama tonalidades amarillo intenso y las tonalidades obtenidas con la col morada se inclinan a la gama de tonalidades azules. (Ver ANEXO B)

Los carotenoides, antocianinas y flavonoides pigmentos de la col morada, flor de qolli y corteza de aliso respectivamente pueden experimentar cambios en su estructura y carga en diferentes niveles de pH.

La modificación de la carga eléctrica y la estabilidad molecular de estos pigmentos en función del pH puede influir en la absorción y reflexión de la luz, afectando así las coordenadas. De acuerdo a lo manifestado por (Zollinger, 2003, p. 12) se menciona que "Cada una de las fibras debe ser eléctricamente neutra, lo que únicamente ocurre si el número de grupos catiónicos y aniónicos es el mismo, situación que se da en el punto isoeléctrico, controlable mediante ajuste del pH. Por debajo del punto isoeléctrico (pH bajo), las fibras presentarán carga positiva, con un aumento de la afinidad hacia los colorantes aniónicos, mientras que por encima del punto isoeléctrico (pH alto) tendrán carga negativa y por tanto rechazarán al colorante aniónico. Este intercambio iónico entre la fibra y el baño, permite describir el proceso de tintura como un proceso de intercambio iónico, en el que pueden aparecer atracciones iónicas y/o interacciones dipolo/dipolo"

Se debe considerar las grandes desviaciones estándar que se tienen entre los datos, se dan debido a que la tintura de la lana no fue uniforme, observándose pequeños espacios en blanco o variaciones de tonalidad en la misma. Esto puede deberse según lo mencionado por (Alonso, 2015, p. 40) a que las fibras de alpaca tienen un canal central llamado médula, una capa media o tejido cortical y una cubierta exterior llamada epidermis. A medida que la fibra pasa por el baño de tinte, la capa cortical es la que recibe el tinte. Si la capa cortical está en mayor proporción, recibirá más tinte en comparación a las que tengan mayor cantidad de médula. De igual manera (Tron, 2013, p. 57) también manifiesta que las fibras medulares presentan problemas en la tintura por lo que al poseer médula quedan espacios huecos que no absorben el colorante y se producen tonos más claros en el mismo hilo que en una fibra que no posee médula.

4.1.2 Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación

Los valores reportados tanto en la prueba de resistencia a la tensión y porcentaje de elongación por la interacción de ambos factores no muestran diferencias significativas (Prob. > 0.05), por lo que se puede concluir que tanto las fuentes de pigmento como los pH utilizados y la interacción entre ambos factores estadísticamente no afectan estas propiedades de los hilos.

Los valores de resistencia a la tensión (6886,67 N/cm² a 4945,83 N/cm²) y elongación (29,52% a 23,33%) superan los reportados por (Vaca, et al., 2021) en su estudio "Caracterización de las

Propiedades Físico - Mecánicas de la Fibra de Alpaca (*Vicugna pacos*) de la Estación Experimental Tunshi”. Esto sugiere que no solo la finura de la fibra en sí es la responsable de esta diferencia, sino también aspectos del hilado, la torcedura y el título del hilo podrían estar influyendo en las variaciones en la resistencia a la tensión y elongación observadas entre ambos estudios.

Estas diferencias también pueden deberse a cambios medioambientales relacionados con la época de la esquila estos pueden repercutir en una reducción del diámetro de fibra, que puede conducir a la reducción en la resistencia a la tensión y a la elongación ya que ambas propiedades están relacionadas (Mayhua, et al., 2010: pp. 59-63). Asimismo, factores intrínsecos pudieron tener efecto sobre esta variable, tal es el caso del sexo y el color, pues los machos tienen fibras más resistentes que las hembras (Lupon, et al., 2006: pp. 211-224)

4.1.3 Solidez a la luz

En la prueba de solidez a la luz por la interacción de la fuente de pigmento y el pH, los tratamientos mostraron calificaciones de 4,67 a 5,00, valores en los que no existen diferencias significativas (Prob. > 0.05) y que en base a la escala de grises establecida por la AATCC y la calificación asignada de acuerdo la tabla 3-3 son considerados valores “muy buenos y excelentes”. Determinando de esta manera que estadísticamente las fuentes de pigmento, los pH y la interacción entre ellos, no influyen en la solidez a la luz. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Sucasaca, et al., 2020: pp. 7-9) en su estudio “Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja Coriacea*) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca” quienes registraron solideces aceptables y muy buenas dentro del rango de 3 a 5 en la escala de grises al cambio de color para el hilo de alpaca tinturado con inflorescencia de flor de qolli, en el caso de la col morada los valores registrados para la solidez a la luz a distintos pH tienen similitud a los obtenidos por (Sucasaca, et al., 2022: pp. 10-12) en su artículo “Teñido de hilado de alpaca utilizando pigmento extraído de la col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*)” donde se obtuvieron valores de 3,0 “aceptables” a 4,5 “muy bueno” en la escala de grises al cambio de color. La corteza de aliso presento resultados superiores a los obtenidos en el “Estudio tecnológico sobre los tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala, para teñir fibras naturales que cumplan especificaciones de calidad exigidas por el mercado” por (Cano, et al., 2007, pp. 69-70) en la que la corteza obtiene una calificación de 3 considerada como “regular” en ese estudio esto puede deberse a las diferencias en el proceso de mordentado.

En términos generales, algunos tintes naturales como aquellos de origen animal entre ellos la cochinilla pueden ser más susceptibles a la decoloración debido a la exposición a la luz, especialmente si no se aplican ciertos fijadores o si el proceso de teñido no se realiza adecuadamente. Sin embargo, tintes naturales de origen vegetal muestran tener una buena solidez a la luz entre ellos se puede mencionar la mora, eucalipto, entre otros.

Los tintes sintéticos, por otro lado, están diseñados específicamente para tener propiedades como la solidez a la luz, resistencia al lavado y durabilidad. Muchos de ellos han sido desarrollados para superar las limitaciones de los tintes naturales en términos de estabilidad y resistencia a factores ambientales. (Xicotla, 2015)

4.1.4 Solidez al lavado

Las calificaciones obtenidas del hilo tinturado con col morada, flor de qolli en todos los pH y la corteza de aliso a pH de 3,5 y 5,5 fueron de 5,00, valores que difieren significativamente ($P < 0.01$) respecto a la corteza de aliso a pH 7,5 obtuvo la calificación de 4,67 considerada la más baja, en base a la escala de grises y a la tabla 3-3 se la asigna una calificación de “muy buena” es decir que se mancha ligero. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Cano, et al., 2007) en su “Estudio tecnológico sobre los tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala, para teñir fibras naturales que cumplan especificaciones de calidad exigidas por el mercado” en los que la corteza tuvo una puntuación de 4.

El color obtenido con la corteza de aliso a pH de 7,5 es marrón oscuro siendo la tonalidad más opaca que se obtuvo en esta investigación. De acuerdo a lo expuesto por (TEXTEX, 2022) los tonos o colores oscuros tienden a decolorarse con mayor facilidad que aquellos con colores claros.

La corteza de aliso en su estructura química posee flavonas y flavonoles compuestos responsables del color, (Martínez, et al., 2002 pp. 271-278) en su artículo científico “Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes” indican que las propiedades ácido-base muestran que los estos radicales flavonoides son neutros en un medio ácido (por debajo de pH 3) y adoptan una carga negativa a pH a partir de 7. Las repercusiones de la carga negativa son sumamente importantes en la evaluación de su potencial tintóreo. El radical cargado negativamente no es probable que pase a través de la membrana celular con carga negativa por lo que no se fija completamente al hilo en el baño de tintura.

4.1.5 Solidez al frote

La solidez al frote se evaluó tanto en seco como en húmedo. Por efecto de la interacción de ambos factores la corteza de aliso a pH de 7,5 obtuvo una calificación de 3,00 y 3,67 respectivamente valores que difieren significativamente ($P < 0.01$) con el resto de tratamientos, estas calificaciones son consideradas “buenas”, dando como resultado que el hilo mancha notable. En base a lo mencionado por (TEXTEX, 2022) esto se debe a que los colores oscuros tiñen los colores claros y permanecen en la superficie de la otra muestra en forma granular y en relieve. Y el color obtenido en este tratamiento fue un marrón oscuro esta transferencia de color también puede explicarse con baja la absorción de las flavonas y flavonol y de la corteza de aliso.

4.2 Valoración sensorial del factor de confort

Tabla 4-2: Valoración sensorial del factor de confort del hilo de alpaca tinturado con diferentes fuentes de pigmento a distintos valores de pH

Fuente de pigmento	pH	Aspereza del hilo	Sensación de Picor del hilo	Aspereza del tejido	Sensación de pico del tejido
Col Morada	3,5	6,00	5,00	5,00	5,00
Col Morada	5,5	5,00	6,00	4,00	5,00
Col Morada	7,5	6,50	5,00	3,50	3,00
Flor de qolli	3,5	5,50	3,50	4,50	5,50
Flor de qolli	5,5	5,50	5,50	4,50	5,50
Flor de qolli	7,5	5,50	5,00	3,50	4,00
Corteza de aliso	3,5	5,50	4,50	3,00	4,00
Corteza de aliso	5,5	6,00	5,00	4,50	6,00
Corteza de aliso	7,5	6,00	4,00	5,00	5,00
Prob		0,9772	0,9842	0,5316	0,9139
H cal		2,07	1,85	6,91	3,24

Hcal: Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis

Prob. < 0.01 : Existen diferencias altamente significativas

Realizado por: Arellano, María, 2023

Para la evaluación sensorial se analizó el factor de confort el cual se determinó en base a los atributos de aspereza y la sensación de picor tanto del hilo como del tejido. Para la ejecución de esta prueba participo un panel entrenado de 10 personas, se utilizó una escala cuantitativa de 0 a 10 donde diez representa la máxima aspereza y sensación de picor.

Se determinó que estadísticamente no existe diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se puede afirmar que la interacción entre las fuentes de pigmento a diversos pH no influye

en el factor confort del hilo de alpaca. Sin embargo, podemos apreciar que existen calificaciones altas en relación a la sensación de aspereza y picor. Esto puede deberse a que el hilo utilizado en este estudio fue elaborado con fibra gruesa.

4.3 Costos de producción

Tabla 4-3: Análisis económico de la tintura de hilo de alpaca con diferentes fuentes de pigmento a varios pH

Rubro	Unidad	Cantidad	Diferentes Fuentes de Pigmento a distintos pH										
			Col morada			Flor de qolli			Corteza de aliso				
			3,5	5,5	7,5	3,5	5,5	7,5	3,5	5,5	7,5		
Hilo de alpaca	g	5400	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67	\$16,67
Agua embotellada	L	810	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00	\$9,00
Col morada	g	7200	\$1,10	\$1,10	\$1,10								
Flor de qolli	g	10080				\$23,52	\$23,52	\$23,52					
Corteza de aliso	g	7200							\$12,00	\$12,00	\$12,00	\$12,00	\$12,00
Alumbre	g	540	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12	\$0,12
Cremer tartaro	g	324	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11	\$0,11
Ácido cítrico	g	50	\$0,30	\$0,10		\$0,35	\$0,15		\$0,35	\$0,15			
Bicarbonato de sodio	g	204			\$0,43			\$0,39					\$0,39
Agua destilada	mL		\$0,15	\$0,05		\$0,18	\$0,08		\$0,18	\$0,08			
TOTAL, EGRESOS			\$27,45	\$27,15	\$27,43	\$49,95	\$49,65	\$49,81	\$38,43	\$38,13	\$38,29		

El costo calculado para cada tratamiento corresponde a la tintura de tres madejas de 200 g de hilo de alpaca

Realizado por: Arellano, María, 2023

En cuanto a la eficacia económica de cada tratamiento se puede observar que los hilos que conllevan un menor costo de producción son aquellos en los que se utilizó la col morada a distintos pH con un egreso de \$27,45, \$27,15 y \$27,43 respectivamente, al ser la col morada la materia prima que posee un menor costo de adquisición y su disposición es inmediata siendo de fácil acceso al encontrarla en mercados y supermercados, sin embargo, podemos mencionar que los tratamientos con flor de qolli y corteza de aliso a todos los pH costaron casi el doble debido a la dificultad de conseguirlos, el árbol de qolli no florece durante todo el año y el aliso a los 6 años alcanza un diámetro de 24 cm, se encuentran en la ceja andina considerado como un ecosistema vulnerable, suelen verse afectadas por heladas y su regeneración natural en el bosque primario es muy bajo, estos factores hacen que la adquisición de estas materias primas sea muy limitada elevando su costo.

CONCLUSIONES

- El hilo de alpaca tinturado con flor de qolli a pH de 5,5 mostro la mayor luminosidad con respecto al resto de tratamientos, sin embargo, dentro de las coordenadas rojo/verde mostro la menor calificación encontrándose que la tonalidad de este hilo se inclina a los verdes cálidos mientras que en las coordenadas amarillo/azul obtuvo una alta puntuación incluyendo el color obtenido dentro de la gama de amarillos. El color del hilo de alpaca estará en función del tipo de pigmento y el pH.
- En términos de los análisis físicos, todos los tratamientos, resultan óptimos para cada fuente de pigmento y pH. Sin embargo, el tratamiento de corteza de aliso a pH 7,5 mostró diferencias en la solidez tanto al lavado como al frote, obteniendo una calificación inferior. No existe influencia de la fuente de pigmento y el pH del tinturado en las características sensoriales en términos de aspereza y sensación de picor.
- El costo de producción del hilo tinturado varía en dependencia del tipo de fuente de pigmento utilizado, siendo col morada a diferentes niveles de pH el tratamiento que menor costo presentó, gracias a la disponibilidad y accesibilidad de esta materia prima.

RECOMENDACIONES

- Continuar el estudio del efecto del empleo de col morada en el tinte de hilo de la alpaca añadiendo el uso del suavizante.
- Investigar nuevas fuentes de pigmento cuya materia prima tenga mayor disponibilidad en las comunidades, siendo sostenible.
- Difundir al consumidor de textiles las características de color que los textiles elaborados de hilos tinturados con colorantes naturales tienen, y que su uso rescata las prácticas ancestrales.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, José. *Manual de control de calidad en productos textiles y afines.* Madrid-España: UPM, 2015. p. 40.

ÁLVAREZ, Dianelys. ¿Qué es el pH? *concepto.de.* [En línea] 2021. [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://concepto.de/ph/>.

ANDINA. Día Nacional de la Alpaca: conoce más sobre este camélido y su importancia para el Perú. *ANDINA.* [En línea] 2017. [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://andina.pe/AGENCIA/noticia-dia-nacional-de-alpaca-conoce-mas-sobre-este-camelido-y-su-importancia-para-peru-677036.aspx>.

ARCINIEGA, Sofía. “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA HILATURA MANUAL DE FIBRA ALPACA EN LA COMUNIDAD DE MOROCHOS – CUYCOCHA – COTACACHI”. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) . Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de ingeniería textil, Ibarra, Ecuador. 2013. pp. 33-35. [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1975?mode=full>

ARIAS, Nicole. TINTES NATURALES DE ORIGEN VEGETAL PARA USO EN EL TEÑIDO DE HILO DE FIBRA NATURAL [En línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad de San Andres, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial, La Paz., Bolivia. 2018. pp. 21-23. [Consulta: 3 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21174/TES1047.pdf?sequence=1&isA>

ARIEL DE VIDAS, Anath. *Memoria textil e industria del recuerdo en los andes. Identidades a prueba del turismo en Perú, Bolivia y Ecuador.* 1ª ed. Quito-Ecuador : Abya- Yala, 2002. p. 17. ISBN: 9978-22-187-5.

AYNI BOLIVIA. *Propiedades de la fibra de alpaca.* AYNI BOLIVIA. [En línea] 2023. [Consulta: 14 de noviembre de 2023.] <http://aynibolivia.com/shop/blog/alpaca-fibra-andes/>.

BARRETO, Silvia. *Mágica urdimbre : las teleras Belichas.* 1ª ed. Buenos Aires-Argentina : Universidad del Azuay, 2016. p. 16. ISBN 978-987-42-2328-9.

BBC. William Henry Perkin, el inglés que descubrió los tintes sintéticos por accidente y revolucionó la química. *BBC MUNDO*. [En línea]. '2018. [Consulta: 13 de noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43372284>.

BIVICA. FICHA TÉCNICA CADENA DE VALOR ALPACA. PROGRAMA MONTAÑAS. *BIVICA.ORG*. [En línea] 2021. [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.bivica.org/files/6031_Cadena%20de%20valor%20de%20la%20Alpaca.pdf.

BONACIC, Cristián. "Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos". *Avances En Ciencias Veterinarias* [En línea], 2014, (Santiago de Chile) 6(2). [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.5354/acv.v6i2.4642>.

CANO, Telam, et al. ESTUDIO TECNOLÓGICO SOBRE LOS TINTES NATURALES EXTRAÍDOS DE LA CORTEZA DE TRES ESPECIES FORESTALES CULTIVADAS EN GUATEMALA, PARA TEÑIR FIBRAS NATURALES QUE CUMPLAN ESPECIFICACIONES DE CALIDAD EXIGIDAS POR EL MERCADO. [En línea] (Trabajo de Investigación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2007. pp. 69-70 [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2007-020.pdf>.

CARRERA, Enric. *Caracterización de Tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles. 1ª edición.* 2021. p. 9.

CASA DE LA MUJER ARTESANA. Cinco cosas que debes saber de la fibra de alpaca. [En línea] Puno: Enomía sin fronteras, 2013. [Consulta: 13 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://ecosfron.org/cinco-cosas-que-debes-saber-de-la-fibra-de-alpaca/#:~:text=La%20fibra%20de%20alpaca%20proviene,%2C%20hipoalerg%C3%A9nica%2C%20impermeable%20y%20antiinflamable.>

CHÁVEZ, Carmen & MENDOZA, Gladys. Influencia de la temperatura en el tratamiento de fibras proteínicas (queratina) con hojas de nogal [En línea] (Trabajo de Titulación) (Grado) Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química, Callao, Perú. 2015. p. 30. [Consulta: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/1057/259.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CHÁVEZ, José. Costos de Producción. [En línea]. *CEUPE*. 2023. [Consulta: 13 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://www.ceupe.com/blog/costo-de-produccion.html>.

CORTÁZAR, Rocío. Teoría del Color – Parte II – Propiedades básicas del color. [Blog]. *Acumbamail*. 2022. [Consulta: 13 de noviembre de 2023.] Disponible en: <https://acumbamail.com/blog/propiedades-del-color/>

CSN. *Espectro de ondas electromagnéticas*. Madrid-España : Divulga S.L, 2012. M-31359-2012. pp. 1-3

DOMÍNGUEZ, Julia, et al.“Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos”. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [En línea], 2012, (Texcoco-México) 3(1) , pp. 141-155. [Consulta: 13 de noviembre de 2023.]. ISSN 2007-0934. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000100010

ECUADOR FORESTAL. Ficha Técnica No.1. ALISO. [En línea]. ecuadorforestal.org. 2018. pp. 1-4. [Consulta: 13 de noviembre de 2023.] Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/ALISO.pdf>

ELVIRA, G. Su importancia en la Comercialización e Industrialización de la Lana. [En línea] *Sitio Argentino de Produccion Animal*. 2001. [Consulta: 13 de noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/60-Mediciones_Objektivs_lanas.pdf.

GARCÍA, Tatiana. EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATO Y DOS DOSIS DE PURIN EN LA PRIMERA FASE DE DESARROLLO EN KISWARA (*Buddleja coriacea*) EN ACHOCALLA, LA PAZ. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía, Ingeniería Agronómica, La Paz, Bolivia 2013. p. 7. [Consulta: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4040/T-1866.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IBARRA, H. *Espectro de ondas electromagnéticas*. [En línea]. 2019. [Consulta: 16 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacion-del-espectro-electromagnetico-en-la-region-de-luz-visible_fig1_319880879.

ISO 105-C06:2010. *Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte C06: Solidez del color al lavado doméstico y comercia.*

ISO 105-X12:2016 . *Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte X12: Solidez del color al frote.*

KONICA MONOLTA. Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B*. [En línea]. *ensing.konicaminolta*. 2023. [Consulta: 4 de noviembre de 2023]. Disponible en; <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>.

KUMAR, Samanta & DEEPALI, Singhee. "Fundamentals of Natural Dyeing of Textiles" . *Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering*. Vol. 2, 4. (2018). (India). pp.69-73.

LUPON, C, MCCOLL, A & STOBART, H. "Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca". *EL SEVIER*, Vol. 64, (2006), (Denver-USA) pp. 211-224.

MARÍN, Juan, et al. "Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular". *Revista chilena de historia natural*, Vol. 8, n° 2, (2007) pp. 121-140.

MARTÍNEZ, S, et al. "Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes". *Nutrición Hospitalaria*. Vol. 17, n° 6, (2006) , pp. 271-278. ISSN 0212-1611.

MAYHUA, Paul, et al. "Differences in fibre diameter profile between shearing periods in white Huacaya Alpacas (Vicugna pacos)" [En línea, 2010 Huancavelica-Perú : Programa de Mejora de Camélidos Sudamericanos, Vol. 1 .pp 59-63 [Consulta: 15 de noviembre de 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-727-1-6>.

MORENO, Elvia. Tintes naturales, teñido artesanal de textiles. [En línea] 2011. [Consulta: 15 de octubre 2023] Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/60/tintes-naturales-tenido-artesanal-de-textiles>.

NTP 230.302.2004. *Norma Técnica Peruana. Categorización de vellón de alpaca.*

OMEGA. Medidor de pH. [En línea]. *OMEGA.* 2020. [Citado el: 14 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://es.omega.com/prodinfo/medidor-ph.html>

ORTEGA, Cristina. Prueba de Kruskal-Wallis: Qué es, ventajas y cómo se realiza. [En línea]. *QuestionPro.* 2023. [Consulta: 13 noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/prueba-de-kruskal-wallis/>

OVILLOVÁ. Cremor Tártaro – Mordiente Para Lana. [En línea] *ovillová.* 2023. [Citado el: 15 de Noviembre de 2023.] Disponible en: [https://ovillova.com/producto/cremor-tartaro-mordiente/#:~:text=El%20cremor%20t%C3%A1rtaro%20se%20suele,seco%2C%20claro\)%20cremor%20t%C3%A1rtaro..](https://ovillova.com/producto/cremor-tartaro-mordiente/#:~:text=El%20cremor%20t%C3%A1rtaro%20se%20suele,seco%2C%20claro)%20cremor%20t%C3%A1rtaro..)

PALACIOS, Cecilia. *Tinturado Natural. Técnicas Ancestrales.* Cuenca-Ecuador : Univerisdad del Azuay, 2022. ISBN 978-9942-847-98-0.

PAVETTO, Carolina. Mordientes y fijadores. [En línea] *Tintes Naturales. org.* 2019. [Citado el: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://tintesnaturales.org/mordientes/>.

PAZOS, Shirley. *Teñido en base a tintes naturales Conocimiento y técnicas ancestrales.* Lima-Perú : Practival Action, 2017. pp. 17-27. ISBN: 978-612-4134-38-8.

PÉREZ, M. & BECERRA, R. *Nocheztli: el insecto del rojo carmín.* México: Biodiversitas, 2001, p.2

PERUGACHI, Nathaly. Diseño de una colección de indumentaria con la aplicación de técnicas ancestrales de teñido [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Diseño y Arquitectura, Carrera de Diseño Textil e Indumentaria Ibarra, Ecuador. 2022. pp. 20-23. [Consulta: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34667/1/Perugachi%20Nathaly.pdf>

PICHARDO, Fabiola. Obtención de pigmentos bioactivos a partir de col morada (*Brassica oleracea* Var. *capitata*) y evaluación de su aplicación en un producto alimenticio [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias, Carrera de Biotecnología. 2019. p. 9. [Consulta: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/104607>.

PILA, Jonathan. “TINTE NATURAL DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA APLICACIÓN DE FIBRAS ANIMALES” [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado). ESPOCH, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. 2022. pp. 29-31. [Consulta: 15 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17800/1/27T00545.pdf>

PORCEL ZIARSOLO, Alazne & ARTETXE SÁNCHEZ, Enara. “Una introducción a los textiles artificiales en colecciones de indumentaria del siglo XX y su conservación”. *Ge-conservación*, vol. I, n°9, (2016), (Leioa), pp. 31-44. ISSN: 1989-8568.

SÁNCHEZ, Manuel. La industria textil, la segunda más contaminante del planeta. [En línea] *XLsemanal*. 2020. p.10 [Consulta: 13 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.xlsemanal.com/actualidad/20160913/cataclismo-la-fast-fashion.html>.

SÁNCHEZ, Maura. 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) (Pregrado). Universidad del Azuay, Facultad de Diseño Arquitectura y Arte. Cuenca-Ecuador. 2020. [Consulta: 3 de noviembre 2023]. Disponible en; <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10015>

SHAGÑAY, Jessica. “EXTRACTOS VEGETALES EN LA TINTURA ECOLÓGICA DE LA FIBRA DE ALPACA”. [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). ESPOCH . Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15623/1/17T01650.pdf>.

SUCASACA, Alexander & GUEVARA, Eusebio. “Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja Coriacea*) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca”. *Revista de Innovación y Transferencia Productiva*, Vol. 1, n°2, (2020), (Lima-Perú), pp. 7-9.

SUCASACA, Alexander & GUEVARA, Eusebio “Teñido de hilado de alpaca utilizando pigmento extraído de la col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*)”. *Revista de Innovación y Transferencia Productiva*, Vol. 2, n°1, (2022), (Lima-Perú), pp.10-12.

TEXTEX. Solidez del color: la guía definitiva. [En línea]. *textextetile*. 2022. [Consulta: 16 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.testextextile.com/es/color-fastness-the-ultimate-guide/>.

TRON, José de Lucas. *Descripción, propiedades y características de la lana*. México : UBAM, 2013. p. 57.

VACA, Maritza, et al. “Caracterización de las Propiedades Físico - Mecánicas de la Fibra de Alpaca (*Vicugna pacos*) de la Estación Experimental Tunshi. *Production and Hosting" by Knowledge E* Vol. 1 n°1, (2021), (Riobamba-Ecuador). [Consulta: 16 de noviembre de 2023]. Disponible en : 10.18502/epoch.v1i1.9574.

VALLDEPERA, L, LIS, M & CARRILLO, F. EVOLUCIÓN Y FUNDAMENTOS DE LOS ENSAYOS DE SOLIDEZ: LUZ E INTERPERIE. BOLETÍN INTEXTER (U.P.C.) [En línea] 2009. [Consulta: 13 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13133/EVOLUCI%C3%93N%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20LOS%090p,1.20ENSAYOS%20DE%20SOLIDEZ,%20LUZ%20E_.pdf.

WANG, Xungai, WANG, Lijing & LIU, Xiu. “The Quality and Processing Performance of Alpaca Fibres: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation”. RIRDC Publication. *Rural Industries Research and Development Corporation.*, (2003), (Geelong-Australia) p. 12. ISBN 0642 58694 2.

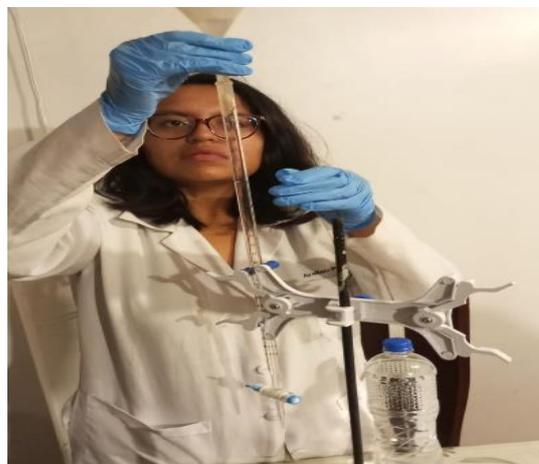
XICOTA, Ester. Tintes naturales vs Tintes sintéticos. ¿Qué es más sostenible? [En línea] *Ester Xicota*. 2015. [Consulta: 13 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.esterxicota.com/tintes-naturales-vs-tintes-sinteticos/>.

ZOLLINGER, H. *Color Chemistry*. Zürich, Switzerland : Wiley-VCH, 2003.p.12



ANEXOS

ANEXO A: TINTURA DE HILO DE ALPACA CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS pH





ANEXO B: MADEJAS DE HILO DE ALPACA TINTURADAS

Tratamientos	Resultado
FP1pH1	
FP1pH2	
FP1pH3	
FP2pH1	

FP2pH2	 <p>Three balls of yellowish-green yarn are arranged horizontally. Each ball has a small orange label with black text. The labels from left to right are: 'FP₂pH₂ R₁', 'FP₂pH₂ R₂', and 'FP₂pH₂ R₃'.</p>
FP2pH3	 <p>Three balls of yellowish-green yarn are arranged horizontally. Each ball has a small orange label with black text. The labels from left to right are: 'FP₂pH₃ R₁', 'FP₂pH₃ R₂', and 'FP₂pH₃ R₃'.</p>
FP3pH1	 <p>Three balls of light brown yarn are arranged horizontally. Each ball has a small orange label with black text. The labels from left to right are: 'FP₃pH₁ R₁', 'FP₃pH₁ R₂', and 'FP₃pH₁ R₃'.</p>
FP3pH2	 <p>Three balls of light brown yarn are arranged horizontally. Each ball has a small orange label with black text. The labels from left to right are: 'FP₃pH₂ R₁', 'FP₃pH₂ R₂', and 'FP₃pH₂ R₃'.</p>



ANEXO C: ANÁLISIS FÍSICOS DEL HILO DE ALPACA TINTIRADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH



ANEXO D: FORMATO DE LA RÚBRICA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL HILO DE ALPACA TINTURADO

PRUEBA SENSORIAL DE PREFERENCIA CON ESACALA CUANTITAVA

NOMBRES Y APELLIDOS:

FECHA: .../.../...

OBJETIVO: Determinar el factor confort para cada tratamiento.

METODO DE EVALUACIÓN: Escala cuantitativa de 0 a 10, donde el 0 representara la mínima aspereza y sensación de picor.

INSTRUCCIONES

1. Colocar el hilo de alpaca en contacto con la piel puede ser la parte interna del antebrazo o la mejilla para evaluar la aspereza.
2. Usar la escala de evaluación para calificar la aspereza, donde 0 representa la máxima sensación de aspereza.
3. Repetir este proceso para la evaluar la sensación de picor.
4. Realizar el análisis sensorial del tejido de hilo de alpaca en base a los pasos mencionados anteriormente.



Muestra	Calificación			
	Aspereza del Hilo	Sensación de Picor de hilo	Aspereza del tejido	Sensación de Picor del Tejido
103				
105				
107				
203				
205				
207				
303				
305				
307				

Comentario:

.....

.....

ANEXO E: ESTADÍSTICO, ANLISIS SENSORIAL DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH



ANEXO F: ESTADÍSTICO, LUMINOSIDAD (L) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L	27	0,96	0,94	3,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1451,74	8	181,47	49,10	<0,0001
Fuente de pigmento	609,69	2	304,84	82,49	<0,0001
pH	362,37	2	181,19	49,03	<0,0001
Fuente de pigmento* pH	479,68	4	119,92	32,45	<0,0001
Error	66,52	18	3,70		
Total	1518,26	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,24329

Error: 37,8571 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.		
Flor de qolli	67,91	9	2,05	A	
Col morada	61,42	9	2,05	A	B
Corteza de aliso	56,29	9	2,05		B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,16986

Error: 48,1620 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.		
3,50	65,01	9	2,31	A	
5,50	63,87	9	2,31	A	B
7,50	56,74	9	2,31		B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,49980

Error: 3,6957 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.				
Flor de qolli	5,50	68,93	3	1,11	A			
Flor de qolli	3,50	67,76	3	1,11	A	B		
Flor de qolli	7,50	67,03	3	1,11	A	B	C	
Corteza de aliso	3,50	64,36	3	1,11	A	B	C	D
Col morada	3,50	62,93	3	1,11		B	C	D
Corteza de aliso	5,50	61,69	3	1,11			C	D
Col morada	5,50	61,00	3	1,11				D
Col morada	7,50	60,34	3	1,11				D
Corteza de aliso	7,50	42,84	3	1,11				E

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

ANEXO G: ESTADÍSTICO, COORDENADAS ROJO/VERDE (a) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a	27	0,97	0,96	109,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	307,64	8	38,45	87,03	<0,0001
Fuente de pigmento	148,40	2	74,20	167,92	<0,0001
pH	24,01	2	12,00	27,17	<0,0001
Fuente de pigmento*pH	135,23	4	33,81	76,51	<0,0001
Error	7,95	18	0,44		
Total	315,59	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,10719

Error: 6,9664 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.	
Corteza de aliso	3,91	9	0,88	A
Col morada	-0,76	9	0,88	B
Flor de qolli	-1,32	9	0,88	B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,10335

Error: 12,1494 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.	
3,50	1,88	9	1,16	A
7,50	0,33	9	1,16	A
5,50	-0,38	9	1,16	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,90175

Error: 0,4419 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.			
Corteza de aliso	7,50	7,50	3	0,38	A		
Col morada	3,50	3,17	3	0,38	B		
Corteza de aliso	3,50	2,33	3	0,38	B		
Corteza de aliso	5,50	1,90	3	0,38	B	C	
Flor de qolli	3,50	0,13	3	0,38		C	D
Col morada	5,50	-0,82	3	0,38			D E
Flor de qolli	7,50	-1,88	3	0,38			E
Flor de qolli	5,50	-2,21	3	0,38			E
Col morada	7,50	-4,63	3	0,38			F

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

ANEXO H: ESTADÍSTICO, COORDENADAS AMARILLO/AZUL (a) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b	27	0,98	0,97	8,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1093,56	8	136,69	110,51	<0,0001
Fuente de pigmento	936,66	2	468,33	378,63	<0,0001
pH	74,43	2	37,21	30,09	<0,0001
Fuente de pigmento*pH	82,47	4	20,62	16,67	<0,0001
Error	22,26	18	1,24		
Total	1115,82	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,21645

Error: 7,4650 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.	
Flor de qolli	17,19	9	0,91	A
Corteza de aliso	16,32	9	0,91	A
Col morada	4,28	9	0,91	B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,75468

Error: 43,3914 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.	
7,50	14,74	9	2,20	A
5,50	12,34	9	2,20	A
3,50	10,70	9	2,20	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,18178

Error: 1,2369 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.				
Flor de qolli	7,50	21,19	3	0,64	A			
Flor de qolli	5,50	18,34	3	0,64	A	B		
Corteza de aliso	7,50	18,01	3	0,64	A	B	C	
Corteza de aliso	5,50	15,96	3	0,64		B	C	
Corteza de aliso	3,50	14,98	3	0,64			C	D
Flor de qolli	3,50	12,03	3	0,64				D
Col morada	3,50	5,08	3	0,64				E
Col morada	7,50	5,02	3	0,64				E
Col morada	5,50	2,74	3	0,64				E

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

ANEXO I: ESTADÍSTICO, RESISTENCIA A LA TENSIÓN (N/cm²) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tensión (N/ cm ²)	27	0,44	0,19	15,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12669029,17	8	1583628,65	1,74	0,1571
Fuente de pigmento	4297362,50	2	2148681,25	2,36	0,1232
pH	295672,22	2	147836,11	0,16	0,8515
Fuente de pigmento*pH	8075994,44	4	2018998,61	2,22	0,1081
Error	16402287,50	18	911238,19		
Total	29071316,67	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1196,06357

Error: 1032248,0903 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.
Flor de qolli	6789,44	9	338,67 A
Col morada	5983,61	9	338,67 A
Corteza de aliso	5907,78	9	338,67 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1289,04812

Error: 1198985,1852 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.
3,50	6358,06	9	364,99 A
5,50	6220,83	9	364,99 A
7,50	6101,94	9	364,99 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2730,97251

Error: 911238,1944 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.
Flor de qolli	7,50	6956,67	3	551,13 A
Flor de qolli	3,50	6947,50	3	551,13 A
Col morada	3,50	6886,67	3	551,13 A
Flor de qolli	5,50	6464,17	3	551,13 A
Corteza de aliso	7,50	6403,33	3	551,13 A
Col morada	5,50	6118,33	3	551,13 A
Corteza de aliso	5,50	6080,00	3	551,13 A
Corteza de aliso	3,50	5240,00	3	551,13 A
Col morada	7,50	4945,83	3	551,13 A

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

ANEXO J: ESTADÍSTICO, ELONGACIÓN (%) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Elongación (%)	27	0,39	0,12	10,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103,54	8	12,94	1,45	0,2424
Fuente de pigmento	4,70	2	2,35	0,26	0,7712
pH	10,14	2	5,07	0,57	0,5760
Fuente de pigmento*pH	88,69	4	22,17	2,49	0,0802
Error	160,48	18	8,92		
Total	264,02	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,86968

Error: 10,8050 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.
Flor de qolli	27,94	9	1,10 A
Corteza de aliso	27,14	9	1,10 A
Col morada	26,98	9	1,10 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,82884

Error: 10,5782 gl: 24

Factor B (pH)	Medias	n	E.E.
5,50	27,94	9	1,08 A
3,50	27,62	9	1,08 A
7,50	26,51	9	1,08 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,54244

Error: 8,9158 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.
Flor de qolli	7,50	30,00	3	1,72 A
Col morada	3,50	29,52	3	1,72 A
Corteza de aliso	5,50	29,05	3	1,72 A
Col morada	5,50	28,10	3	1,72 A
Flor de qolli	3,50	27,14	3	1,72 A
Flor de qolli	5,50	26,67	3	1,72 A
Corteza de aliso	7,50	26,19	3	1,72 A
Corteza de aliso	3,50	26,19	3	1,72 A
Col morada	7,50	23,33	3	1,72 A

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

ANEXO K: ESTADÍSTICO, SOLIDEZ A LA LUZ (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Solidez a la luz	27	0,22	0,00	7,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,74	8	0,09	0,63	0,7465
Fuente de pigmento	0,07	2	0,04	0,25	0,7815
pH	0,30	2	0,15	1,00	0,3874
Fuente de pigmento*pH	0,37	4	0,09	0,63	0,6507
Error	2,67	18	0,15		
Total	3,41	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43873

Error: 0,1389 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.
Corteza de aliso	4,89	9	0,12 A
Col morada	4,89	9	0,12 A
Flor de qolli	4,78	9	0,12 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42385

Error: 0,1296 gl: 24

Factor B (pH)	Medias	n	E.E.
3,50	5,00	9	0,12 A
7,50	4,78	9	0,12 A
5,50	4,78	9	0,12 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10116

Error: 0,1481 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.
Corteza de aliso	3,50	5,00	3	0,22 A
Corteza de aliso	5,50	5,00	3	0,22 A
Flor de qolli	3,50	5,00	3	0,22 A
Col morada	7,50	5,00	3	0,22 A
Col morada	3,50	5,00	3	0,22 A
Flor de qolli	5,50	4,67	3	0,22 A
Flor de qolli	7,50	4,67	3	0,22 A
Corteza de aliso	7,50	4,67	3	0,22 A
Col morada	5,50	4,67	3	0,22 A

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

ANEXO L: ESTADÍSTICO, SOLIDEZ AI LAVADO (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Solidez al lavado	27	0,92	0,88	4,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,41	8	0,93	25,00	<0,0001
Fuente de pigmento	1,85	2	0,93	25,00	<0,0001
pH	1,85	2	0,93	25,00	<0,0001
Fuente de pigmento*pH	3,70	4	0,93	25,00	<0,0001
Error	0,67	18	0,04		
Total	8,07	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59942

Error: 0,2593 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.	
Col morada	5,00	9	0,17	A
Flor de qolli	5,00	9	0,17	A
Corteza de aliso	4,44	9	0,17	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59942

Error: 0,2593 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.	
5,50	5,00	9	0,17	A
3,50	5,00	9	0,17	A
7,50	4,44	9	0,17	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55058

Error: 0,0370 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.	
Corteza de aliso	5,50	5,00	3	0,11	A
Flor de qolli	3,50	5,00	3	0,11	A
Flor de qolli	5,50	5,00	3	0,11	A
Flor de qolli	7,50	5,00	3	0,11	A
Col morada	3,50	5,00	3	0,11	A
Col morada	5,50	5,00	3	0,11	A
Col morada	7,50	5,00	3	0,11	A
Corteza de aliso	3,50	5,00	3	0,11	A
Corteza de aliso	7,50	3,33	3	0,11	B

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

ANEXO M: ESTADÍSTICO, SOLIDEZ AL FROTE EN SECO (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO A DISTINTOS VALORES DE pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Solidez al frote (seco)	27	0,94	0,91	4,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,52	8	1,31	35,50	<0,0001
Fuente de pigmento	3,63	2	1,81	49,00	<0,0001
pH	2,30	2	1,15	31,00	<0,0001
Fuente de pigmento*pH	4,59	4	1,15	31,00	<0,0001
Error	0,67	18	0,04		
Total	11,19	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66053

Error: 0,3148 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.	
Col morada	5,00	9	0,19	A
Flor de qolli	5,00	9	0,19	A
Corteza de aliso	4,22	9	0,19	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71644

Error: 0,3704 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.	
3,50	5,00	9	0,20	A
5,50	4,89	9	0,20	A
7,50	4,33	9	0,20	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55058

Error: 0,0370 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.	
Flor de qolli	7,50	5,00	3	0,11	A
Flor de qolli	5,50	5,00	3	0,11	A
Flor de qolli	3,50	5,00	3	0,11	A
Corteza de aliso	3,50	5,00*+	3	0,11	A
Col morada	3,50	5,00	3	0,11	A
Col morada	5,50	5,00	3	0,11	A
Col morada	7,50	5,00	3	0,11	A
Corteza de aliso	5,50	4,67	3	0,11	A
Corteza de aliso	7,50	3,00	3	0,11	B

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

ANEXO N: ESTADÍSTICO, SOLIDEZ AI FROTE EN HÚMEDO (VALORACIÓN) DEL HILO DE ALPACA TINTURADO CON DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Solidez frote (húmedo)	27	0,88	0,82	3,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,74	8	0,59	16,00	<0,0001
Fuente de pigmento	1,19	2	0,59	16,00	0,0001
pH	1,19	2	0,59	16,00	0,0001
Fuente de pigmento*pH	2,37	4	0,59	16,00	<0,0001
Error	0,67	18	0,04		
Total	5,41	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49377

Error: 0,1759 gl: 24

Fuente de pigmento	Medias	n	E.E.
Col morada	5,00	9	0,14 A
Flor de qolli	5,00	9	0,14 A
Corteza de aliso	4,56	9	0,14 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49377

Error: 0,1759 gl: 24

pH	Medias	n	E.E.
5,50	5,00	9	0,14 A
3,50	5,00	9	0,14 A
7,50	4,56	9	0,14 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55058

Error: 0,0370 gl: 18

Fuente de pigmento	pH	Medias	n	E.E.
Corteza de aliso	5,50	5,00	3	0,11 A
Flor de qolli	3,50	5,00	3	0,11 A
Flor de qolli	5,50	5,00	3	0,11 A
Flor de qolli	7,50	5,00	3	0,11 A
Col morada	3,50	5,00	3	0,11 A
Col morada	5,50	5,00	3	0,11 A
Col morada	7,50	5,00	3	0,11 A
Corteza de aliso	3,50	5,00	3	0,11 A
Corteza de aliso	7,50	3,67	3	0,11 B

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

ANEXO O: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL HILO DE ALPACA POR EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE PIGMENTO

Parámetros	Fuente de Pigmento			E. E	Prob.
	Col morada	Flor de qolli	Corteza de aliso		
Luminosidad (L)	61,42 ab	67,91 a	56,29 b	2,05	0,0021
Coordenadas rojo/verde (a)	-0,76 b	-1,32 b	3,91 a	0,88	0,0005
Coordenadas amarillo/azul (b)	4,28 b	17,19 a	16,32 a	0,91	0,0000
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	5983,61 a	6789,44 a	5907,78 a	338,67	0,1467
Elongación (%)	26,98 a	27,94 a	27,14 a	1,10	0,8061
Solidez a la luz (valoración)	4,89 a	4,78 a	4,89 a	0,12	0,7682
Solidez al lavado (valoración)	5,00 a	5,00 a	4,44 a	0,17	0,0439
Solidez al frote en seco (valoración)	5,00 a	5,00 a	4,22 b	0,19	0,0090
Solidez al frote en húmedo (valoración)	5,00 a	5,00 a	4,56 A	0,14	0,0514

Prob. > 0.05: No existe diferencias significativas (ns)

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*)

Prob. < 0.01 Existen diferencias altamente significativas (**)

Mediase con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Arellano, María, 2023

ANEXO P: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL HILO DE ALPACA POR EFECTO DE DISTINTOS VALORES DE PH DEL PROCESO DE TINTURA

Parámetros	pH			E. E	Prob.
	3,5	5,5	7,5		
Luminosidad (L)	65,01 a	63,87 ab	56,74 b	2,31	0,0379
Coordenadas rojo/verde (a)	1,88 a	-0,38 a	0,33 a	1,16	0,3869
Coordenadas amarillo/azul (b)	10,70 a	12,34 a	14,74 a	2,20	0,4368
Resistencia a la tensión (N/cm ²)	6358,06 a	6220,83 a	6101,94 a	364,99	0,8846
Porcentaje de elongación (%)	27,62 a	27,94 a	26,51 a	1,08	0,6249
Solidez a la luz (valoración)	5,00 a	4,78 a	4,78 a	0,12	0,3357
Solidez al lavado (valoración)	5,00 a	5,00 a	4,44 a	0,17	0,0439
Solidez al frote en seco (valoración)	5,00 a	4,89 a	4,33 a	0,20	0,0635
Solidez al frote en húmedo (valoración)	5,00 a	5,00 a	4,56 a	0,14	0,0514

Prob. > 0.05: No existe diferencias significativas (ns)

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*)

Prob. < 0.01 Existen diferencias altamente significativas (**)

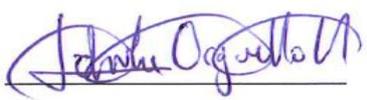
Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Arellano, María, 2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 31/01/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: María José Arellano Padilla
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
 Ing. Fabia Gabriela Argüello Argüello, MSc DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  Sc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR